CONGRESSO INTERNACIONAL DE SUSTENTABILIDADE

CONINTERS

ISSN 2675-813X | V.7 N.4 2026

ANAIS DO EVENTO

EDITORA INTEGRAR

ORGANIZAÇÃO

Sociedade Brasileira de Eventos Científicos
Manuella Passos

PARCEIROS

Instituto Multiprofissional de Ensino
Editora Integrar

A Editora Integrar é a editora vinculada ao VII Congresso Internacional de Sustentabilidade - CONINTERS atuando na publicação dos anais do respectivo evento.

A Editora Integrar tem como objetivo difundir de forma democrática o conhecimento científico, portanto, promovemos a publicação de artigos científicos, anais de congressos, simpósios e encontros de pesquisa, livros e capítulos de livros, em diversas áreas do conhecimento.

Os anais do **VII CONINTERS** estão publicados na **Revista Multidisciplinar em saúde** (ISSN: 2675-813X), correspondente ao volume 7, número 4, do ano de 2026.

APRESENTAÇÃO

O VII Congresso Internacional de Sustentabilidade - CONINTERS ocorreu entre os dias **21 a 24 de setembro de 2026** considerado como um evento de caráter técnico-científico destinado a acadêmicos, profissionais e curiosos na área da Sustentabilidade!

Com objetivo central de difundir o conhecimento e estimular o pensamento científico, discutiu-se temas de grandes relevâncias na área das Sustentabilidade, com o intuito de atingir o maior número de pessoas possíveis. O VII CONINTERS também contou com um espaço para apresentação de trabalhos científicos e publicações de resumos nos anais do evento.

PROGRAMAÇÃO

Dia 26 de setembro de 2026
Palestras:

- 14:00 | **Comissão Organizadora (SOBREC)** | Cerimônia de Abertura - VII CONINTERS
- 15:00 | **Manuela Gazzoni dos Passos** | Pequenos Negócios e o ESG
- 16:00 | **Julie Reginato** | Quando a sustentabilidade não é opção, é dever: a jornada da Amby Natural
- 17:00 | **Ana Katarina Pessoa-de-Oliveira** | Los pilares de la sostenibilidad social en las organizaciones
- 18:00 | **Sílvio Roberto Fernandes Soares** | A permacultura como estratégia de combate às mudanças climáticas
- 19:00 | **Denise Maria Penna Kronemberger** | Governança de Dados e ODS: Como a abertura de dados governamentais pode acelerar o cumprimento das metas da Agenda

Dia 22 de setembro de 2026
Palestras:

- 14:00 | **Andréia Monique Lermen** | Economia Circular: Modelos de negócio baseados em produto como serviço para reduzir o consumo
- 15:00 | **Alisson Carlos Melo Oliveira** | Gestão Ambiental em Obras de Saneamento - CAGECE
- 16:00 | **Rafael de Souza Tímbola** | O uso de Drones no monitoramento de áreas de preservação permanente
- 17:00 | **Cristina Maria Batista de Lacerda** | Educação Ambiental crítica: formando cidadãos para a crise climática
- 18:00 | **Bruno Vicente Lippe Pasquarelli** | Governança e Crise Climática: Uma Análise sobre a Fragmentação Institucional nas Migrações Internacionais
- 19:00 | **Darcivana Squena e Sonara Regina Bergamo Mulher Ramos** | Política Aurora Coop de Voluntariado - FUNDAÇÃO AURY LUIZ BODANESE

Dia 23 de setembro de 2026
Palestras:

- 14:00 | **Norma Barbado** | Sustentabilidade além do discurso: Desafios reais na gestão de territórios e recursos hídricos

- 15:00 | **Rita de Cassia Rodrigues de Lima** | Sustentabilidade e Agenda 2030: caminhos para inovação, inclusão e preservação ambiental
- 16:00 | **Mateus Cescon Potrich** | Economia Circular na Aurora Coop
- 17:00 | **Ricardo Ribeiro Alves** | ESG no Agronegócio
- 18:00 | **Giselly Martins da Horta** | Sustentabilidade, Moda e Responsabilidade Socioambiental
- 19:00 | **Cláudio Agostinho da Silva João** | Sustentabilidade que Transforma: Educação Ambiental como Ferramenta para Construir o Futuro - Contexto Africano

Dia 24 de setembro de 2026
Palestras:

- 14:00 | **Rafaela Roberta Morelato** | Soluções Baseadas na Natureza, sustentabilidade no tratamento de esgoto
- 15:00 | **Ana Cláudia Ruy Cardia** | ESG na prática: como transitar do discurso para métricas reais - COERENTIA SUSTENTABLE SOLUTIONS
- 16:00 | **Luana das Graças Queiróz de Farias** | Habilidades Verdes na Prática e suas aplicações no dia a dia
- 17:00 | **Daniel Alves da Silva** | Sustentabilidade na Gestão Pública: Caminhos para um Desenvolvimento Regional Inteligente - TERRA VERDE
- 18:00 | **Comissão Organizadora (SOBREC)** | Cerimônia de Encerramento - VII CONINTERS

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

DESEMPENHO VEGETATIVO COMPARATIVO E SEGURANÇA ALIMENTAR EM AGROECOSSISTEMA RURAL NO QUILÔMETRO NOVE, PARACAMBI-RJ

ELOISA HELENA JORGE ROCHA

Introdução: A preservação da biodiversidade e a resiliência produtiva na agricultura familiar estão diretamente vinculadas à capacidade adaptativa das cultivares aos manejos nutricionais e às dinâmicas edafoclimáticas locais. Em cenários agrícolas sob a influência do bioma Mata Atlântica, investigar a eficiência de insumos orgânicos configura-se como um requisito básico para a segurança alimentar comunitária. **Objetivo:** Analisar de forma prática e comparativa o desempenho vegetativo entre as culturas do quiabo (*Abelmoschus esculentus*) e do melão (*Cucumis melo*), avaliando o impacto da rusticidade vegetal na restauração produtiva de áreas de cultivo familiar. **Relato de experiência:** A vivência técnica foi conduzida em um agroecossistema situado no polo produtor do Km 9, em Paracambi, Rio de Janeiro. Implementou-se um protocolo de adubação organomineral combinando frações de esterco bovino curtido e fertilizante mineral granulado na formulação NPK (10-10-10) em cultivos simultâneos e paralelos. Diante do surgimento espontâneo de desafios fitossanitários na cultura do melão, instituiu-se o manejo integrado por podas mecânicas de limpeza estrutural e pulverização foliar periódica com solução oleosa neutra. Os resultados de campo demonstraram que a cultura do melão manifestou severa estagnação no seu índice de desenvolvimento vegetativo e elevada susceptibilidade a pragas sazonais, limitando a produtividade local. Em contrapartida, sob as mesmas variáveis edáficas e microclimáticas, o quiabo demonstrou acentuada rusticidade, desenvolvimento precoce e expressivo vigor de biomassa, resultando em produtividade farta e satisfatória voltada integralmente para a subsistência e consumo próprio da unidade familiar. **Conclusão:** A seletividade de espécies rústicas configura-se como variável determinante para a estabilidade de ecossistemas periurbanos. A associação entre o manejo organomineral local e a governança da terra cumpre a função social da propriedade rural ao garantir alimentos limpos e seguros, consolidando caminhos viáveis para a sustentabilidade, o combate à fome e o estabelecimento de sistemas alimentares circulares e resilientes.

Palavras-chave: **AGOECOLOGIA; SUSTENTABILIDADE; TECNOLOGIA SOCIAL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/80529

CONTAMINAÇÃO HÍDRICA POR RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: GESTÃO, IMPACTOS E SAÚDE PÚBLICA

VANESSA BISPO DOS SANTOS[1]

RESUMO

A poluição hídrica é um efeito indesejável das transformações promovidas pela ação humana no meio ambiente, manifestando-se por alterações físicas, químicas e biológicas que podem comprometer a qualidade e o uso da água. Entre os principais fatores associados a esse processo, destaca-se a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos, problema intensificado pelo crescimento acelerado dos centros urbanos. Nesse cenário, a geração de chorume, a liberação de substâncias tóxicas e a degradação da qualidade da água ampliam os impactos ambientais, sanitários e de saúde pública, intensificados em municípios que não dispõe de programas efetivos de gerenciamento de resíduos. Diante disso, este trabalho busca analisar a relação entre os resíduos sólidos urbanos e a contaminação dos recursos hídricos, além de descrever os principais impactos ambientais e sanitários envolvidos e discutir estratégias de gestão sustentável. A metodologia adotada consistiu em uma revisão de literatura realizada em bases de dados científicas nacionais e internacionais, abrangendo o período de 2014 a 2025. Os resultados indicam que o problema persiste, sobretudo em municípios sem gestão eficiente de resíduos sólidos, favorecendo a contaminação hídrica por metais pesados, microrganismos patogênicos e resíduos emergentes, com consequente aumento dos riscos à saúde humana. Conclui-se que o gerenciamento dos recursos hídricos deve estar articulado ao desenvolvimento regional e aos programas de gestão de resíduos sólidos, pois a ausência dessa integração, somada à insuficiência de políticas públicas integradas, contribui para a permanência dessa problemática.

Palavras-chave: Gestão sustentável; Impactos sanitários; Políticas públicas integradas.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial à vida. No entanto, a contaminação hídrica dos rios tem se tornado uma preocupação crescente na atualidade. Esse problema pode ser causado por diversas atividades de origem antrópica, como a disposição inadequada de resíduos. Nesse contexto, uma pesquisa realizada pela Organização não Governamental (ONG) SOS Mata Atlântica, em 2015, apontou que, entre 111 rios brasileiros analisados, 23,3% apresentavam qualidade ruim ou péssima (Agência Brasil, 2015).

Nesse cenário, o crescimento populacional nos grandes centros urbanos e o acúmulo de resíduos têm provocado sérios problemas ambientais, sanitários e de saúde pública. A urbanização acelerada e o aumento do consumo contribuem diretamente para a elevação da geração de resíduos sólidos urbanos (RSU). Diante disso, a ausência de políticas integradas, e programas eficientes de gerenciamento desses resíduos configura um dos principais desafios ambientais das cidades modernas (Almeida *et al*., 2016). Um estudo realizado por Nascimento e Filho (2021) apresentou resultados relevantes ao analisar, na literatura científica brasileira, os impactos da disposição inadequada de resíduos sólidos. Entre os achados, destacaram-se os danos à saúde humana, mencionados em 63,63% das publicações, e a contaminação da água, identificada em 54,54% dos estudos.

DOI: 10.51189/vii-coninters/80626

A problemática que orienta esta pesquisa consiste em compreender de que maneira a disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos contribui para a poluição hídrica e para o agravamento dos riscos ambientais em áreas urbanas. A escolha do tema justifica-se pela permanência e relevância dessa problemática nos tempos atuais. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais, grande parte dos municípios brasileiros ainda enfrenta dificuldades para implementar sistemas adequados de gestão de resíduos sólidos, o que favorece impactos negativos sobre o meio ambiente, especialmente sobre os recursos hídricos (ABRELPE, 2023). Além disso, quando mal gerenciados, os resíduos sólidos urbanos produzem chorume altamente poluente, composto por matéria orgânica, metais pesados e outras substâncias tóxicas capazes de contaminar águas superficiais (Mukherjee *et al.*, 2014).

O objetivo deste estudo é analisar, com base na literatura existente, a relação entre os resíduos sólidos urbanos e a contaminação dos recursos hídricos, bem como descrever os principais impactos ambientais e sanitários envolvidos e discutir estratégias de gestão sustentável.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo consiste em uma revisão analítica da literatura, desenvolvida com o objetivo de examinar produções acadêmicas relacionadas à contaminação de recursos hídricos por resíduos sólidos urbanos. Esse tipo de revisão contribui para identificar relações entre os estudos analisados, bem como para delimitar o título de investigação, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxo analítico para definição do tema.
Fonte: Autores (2026).

Para desenvolvimento do trabalho foram incluídos artigos publicados entre 2014 e 2025, nos idiomas português e inglês, que abordavam diretamente a contaminação de recursos hídricos por resíduos sólidos urbanos. Foram excluídos trabalhos duplicados, estudos sem relação direta com o tema e publicações sem rigor científico. A busca bibliográfica foi realizada nas bases científicas *SciELO, Scopus, Web of Science, ScienceDirect* e *Google Scholar*, por meio dos descritores como "resíduos sólidos urbanos", "contaminação hídrica", *"urban solid waste", "water contamination", "leachate pollution"* e *"public health"*.

Após a seleção, os estudos foram analisados e organizados em categorias temáticas relacionadas aos impactos ambientais, poluição hídrica, aos riscos à saúde pública, gestão de resíduos sólidos urbanos, políticas integradas, e às estratégias de gestão sustentável.

Para analisar os impactos identificados nos resultados e na discussão, foi elaborada uma matriz qualitativa de correlação ambiental com base na literatura científica selecionada. A matriz reuniu os principais impactos apontados pelos estudos e os relacionou ao potencial de contaminação hídrica, ao risco sanitário e ao impacto ambiental. Os dados foram organizados em uma escala qualitativa de intensidade, de 1 a 5, conforme apresentado abaixo. A

classificação dos impactos demonstrados na (Tabela 1) foi definida com base na recorrência, relevância e gravidade dos efeitos ambientais e sanitários descritos pelos autores analisados na revisão de literatura. Entre os critérios considerados destacam-se: potencial de contaminação de águas superficiais e subterrâneas; capacidade de degradação ambiental; riscos à saúde pública; persistência dos contaminantes no ambiente.

Tabela 1 – Escala qualitativa

Escala	Significado
1	impacto muito baixo
2	impacto baixo
3	impacto médio
4	impacto alto
5	impacto muito alto

Fonte: Autores (2026).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura publicada entre 2014 e 2025 evidencia o crescimento da geração de resíduos sólidos urbanos no Brasil e sua relação com o agravamento da poluição hídrica e dos impactos ambientais associados à urbanização desordenada. No Amazonas, Ferreira *et al.,* (2020) identificaram que a disposição inadequada de resíduos sólidos em lixões próximos a corpos hídricos favorece, por meio da lixiviação, a contaminação de águas utilizadas pela população. Na Bahia, Santos e Almeida (2021) observaram que o descarte irregular de resíduos nas margens de rios urbanos contribui para o assoreamento, a degradação da qualidade da água e a proliferação de vetores, especialmente em áreas com deficiência de saneamento básico. Em complemento, Braga *et al.* (2015) destacam que o acúmulo de resíduos sólidos em galerias pluviais e córregos urbanos intensifica enchentes e amplia os níveis de poluição hídrica em áreas densamente urbanizadas.

Em escala nacional, dados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA) indicam que o Brasil mantém elevados índices de geração de resíduos sólidos urbanos, superando 80 milhões de toneladas anuais. Esse cenário evidencia a crescente pressão sobre os sistemas de gerenciamento e disposição final, reforçando a necessidade de medidas mais eficazes para prevenir a contaminação dos recursos hídricos.

Os estudos analisados demonstraram que os resíduos sólidos urbanos afetam tanto águas superficiais quanto subterrâneas. Durante períodos chuvosos, o escoamento superficial promove o transporte de resíduos descartados irregularmente para galerias pluviais, canais urbanos e corpos hídricos. Esse processo aumenta a carga de sólidos suspensos, matéria orgânica e contaminantes químicos presentes na água (Pinheiro, 2018).

Tabela 3 – Impactos, consequências e medidas sustentáveis da poluição hídrica

Impacto	Relação com a poluição hídrica	Consequências	Medidas sustentáveis
Geração de chorume	Líquido poluente gerado pela decomposição dos resíduos.	Contaminação de águas por metais, matéria orgânica e patógenos.	Aterros impermeabilizados, drenagem e tratamento de chorume.
Descarte irregular de resíduos	Resíduos descartados em terrenos, rios e áreas urbanas.	Poluição hídrica, assoreamento e degradação ambiental.	Fiscalização, coleta regular e educação ambiental.

DOI: 10.51189/vii-coninters/80626

Carreamento de resíduos pelas chuvas	Resíduos levados pela chuva e pelo escoamento.	Enchentes, obstrução da drenagem e mais poluição.	Melhoria da drenagem, limpeza e gestão integrada.
Contaminação por resíduos plásticos	Plásticos e microplásticos em ambientes aquáticos.	Ecotoxicidade, bioacumulação e riscos à fauna.	Reciclagem, logística reversa e menos plásticos descartáveis.
Proliferação de vetores	Acúmulo de resíduos em ambientes insalubres.	Doenças hídricas e proliferação de vetores.	Saneamento, controle de vetores e conscientização.
Disposição inadequada em lixões	Descarte em áreas sem controle ambiental.	Contaminação do solo e da água, gases e degradação.	Fechamento dos lixões e uso de aterros adequados.
Deficiência na coleta seletiva	Baixa separação e reaproveitamento dos resíduos.	Mais descarte inadequado e pressão sobre recursos naturais.	Coleta seletiva, cooperativas e economia circular.
Ausência de políticas integradas	Fragilidade nas políticas ambientais e na gestão de resíduos.	Gestão ineficiente e mais impactos ambientais.	Políticas integradas e fortalecimento da gestão municipal.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026), com base em Jacobi e Besen (2014), Braga et al. (2015), Pinheiro (2018), SINISA (2025) e ABREMA (2024).

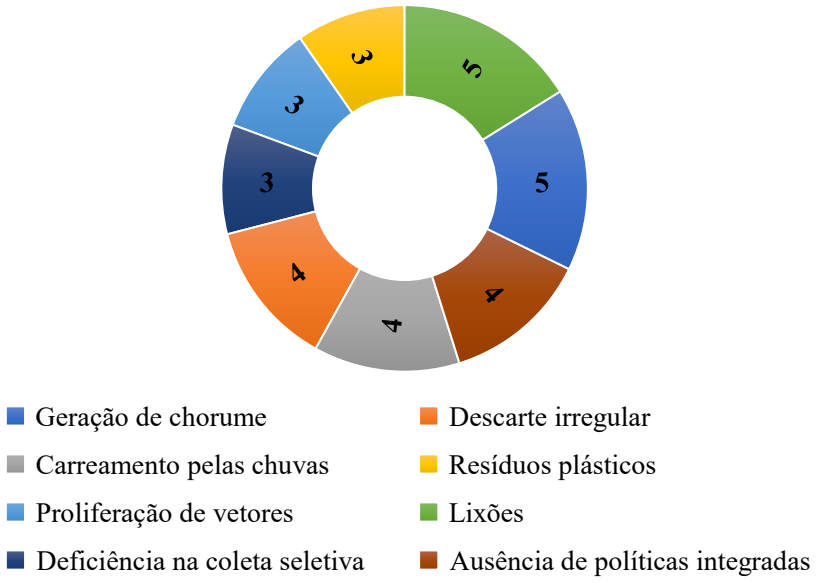


Figura 2 – Relação da contaminação hídrica com os resíduos sólidos urbanos.
Fonte: Autores (2026).

A análise da Tabela 3 e da Figura 2 demonstra que a geração de chorume e a disposição inadequada em lixões apresentam os maiores níveis de criticidade quanto à contaminação hídrica, ao risco sanitário e ao impacto ambiental. Esses achados corroboram a literatura científica, que reconhece o chorume como um dos principais agentes de degradação ambiental associados aos resíduos sólidos urbanos. Segundo Braga *et al.,* (2015), esse efluente possui elevada carga orgânica e presença de metais pesados, podendo contaminar águas superficiais e subterrâneas quando não há sistemas adequados de impermeabilização e tratamento.

DOI: 10.51189/vii-coninters/80626

O descarte irregular de resíduos e o carreamento promovido pelas chuvas também apresentaram elevados níveis de impacto, sobretudo nos critérios relacionados à poluição hídrica e à degradação ambiental. Os estudos analisados indicam que o escoamento superficial transporta resíduos sólidos para galerias pluviais, rios e córregos urbanos, intensificando enchentes, assoreamento e o aumento da carga poluidora nos corpos hídricos. Pinheiro (2018) ressalta que áreas urbanas com deficiência de drenagem apresentam maior vulnerabilidade à contaminação hídrica decorrente dos resíduos sólidos urbanos.

Em relação à contaminação por resíduos plásticos, o gráfico evidenciou maior relevância no critério de impacto ambiental, em razão da elevada persistência desses materiais no ambiente aquático e da formação de microplásticos. Marcus Eriksen *et al.,* (2014) afirmam que milhões de toneladas de resíduos plásticos são lançadas anualmente nos oceanos e em outros corpos hídricos, contribuindo de forma significativa para a degradação dos ecossistemas aquáticos. De modo complementar, Jenna Jambeck *et al.,* (2015) destacam que o manejo inadequado dos resíduos sólidos urbanos constitui uma das principais fontes de poluição plástica nos ambientes aquáticos, especialmente em países em desenvolvimento. Os autores ressaltam que os microplásticos apresentam capacidade de bioacumulação e de transporte de contaminantes químicos, ampliando os riscos ambientais e sanitários.

A proliferação de vetores apresentou maior intensidade no critério de risco sanitário, evidenciando a relação entre o acúmulo inadequado de resíduos sólidos e a disseminação de doenças. Siqueira e Moraes (2017) destacam que ambientes urbanos com deficiência de saneamento básico e manejo inadequado de resíduos favorecem a ocorrência de doenças de veiculação hídrica e a proliferação de organismos transmissores. O gráfico também demonstra que a deficiência na coleta seletiva e a ausência de políticas integradas apresentam impactos moderados a elevados nos diferentes critérios analisados. Embora esses fatores não representem, de forma imediata, uma fonte direta de contaminação hídrica, sua influência ocorre de maneira sistêmica, ao comprometer a eficiência da gestão ambiental e ampliar, ao longo do tempo, os impactos dos resíduos sólidos urbanos.

De modo geral, a análise gráfica permitiu identificar que os impactos relacionados aos resíduos sólidos urbanos apresentam comportamento interdependente, o que reforça a necessidade de estratégias integradas de gestão sustentável. Esses resultados dialogam com Sachs (2017), ao evidenciar que a articulação entre políticas públicas integradas, saneamento básico, educação ambiental é fundamental para mitigar a poluição hídrica e promover uma melhor gestão sustentável.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo possibilitou compreender a relação entre os resíduos sólidos urbanos e a contaminação dos recursos hídricos, evidenciando que a disposição inadequada dos resíduos contribui diretamente para a degradação ambiental e agravamento dos riscos sanitários em áreas urbanas. Os resultados demonstraram que problemas como descarte irregular, presença de lixões, deficiência na coleta seletiva e ausência de infraestrutura adequada favorecem processos de poluição hídrica. Verificou-se ainda que os impactos decorrentes dos resíduos sólidos urbanos ultrapassam a dimensão ambiental, afetando também a saúde pública, a qualidade de vida da população e a sustentabilidade urbana. Os estudos analisados apontaram associação entre contaminação hídrica, proliferação de vetores, enchentes urbanas e deficiência de saneamento básico.

A pesquisa também evidenciou que estratégias de gestão sustentável, como coleta seletiva, logística reversa, educação ambiental, encerramento de lixões e fortalecimento das políticas públicas, possuem papel fundamental na mitigação dos impactos ambientais e proteção dos recursos hídricos. Entretanto, observou-se que ainda persistem desafios relacionados à efetividade da gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil, especialmente em

DOI: 10.51189/vii-coninters/80626

municípios com limitações estruturais, financeiras e operacionais. Além disso, verificou-se limitação na disponibilidade de dados atualizados e monitoramentos contínuos sobre os impactos ecotoxicológicos da contaminação hídrica decorrente dos resíduos sólidos.

Dessa forma, conclui-se que a gestão adequada dos resíduos sólidos urbanos constitui elemento essencial para redução da poluição hídrica e promoção da sustentabilidade ambiental. Como perspectivas futuras, recomenda-se o desenvolvimento de estudos voltados à avaliação da qualidade da água em áreas impactadas por resíduos sólidos, aplicação de indicadores ambientais e análise da efetividade das políticas públicas relacionadas à gestão integrada de resíduos e proteção dos recursos hídricos.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2023.** São Paulo: ABRELPE, 2023.

ABREMA. Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente. **Panorama dos resíduos sólidos e gestão ambiental no Brasil**. Brasília, DF: ABREMA, 2024.

AGÊNCIA BRASIL. **Qualidade de rios brasileiros preocupa especialistas**. Brasília, DF, 2015. Disponível em:< https://agenciabrasil.ebc.com.br/meio-ambiente/noticia/2026-03/qualidade-dos-rios-da-mata-atlantica-continua-precaria-aponta-estudo>. Agência Brasil. Acesso em: 21 maio 2026.

ALMEIDA, R. et al. **Gestão de resíduos sólidos urbanos e impactos ambientais.** Revista Brasileira de Gestão Ambiental, v. 10, n. 2, p. 45-58, 2016.

BRAGA, Benedito et al. **Introdução à engenharia ambiental.** 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2015.

ERIKSEN, Marcus et al. **Plastic pollution in the world's oceans:** more than 5 trillion plastic pieces weighing over 250,000 tons afloat at sea. PLOS ONE, San Francisco, v. 9, n. 12, p. 1-15, 2014.

FERREIRA, A. et al. **Impactos ambientais da disposição inadequada de resíduos sólidos no Amazonas.** Revista Amazônica de Ciências Ambientais, v. 8, n. 1, p. 22-35, 2020.

FOGLIATTI, Maria Cristina et al. **Avaliação de impactos ambientais:** aplicação aos sistemas de transporte. Rio de Janeiro: Interciência, 2014.

JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. **Gestão de resíduos sólidos em São Paulo:** desafios da sustentabilidade. Estudos Avançados, São Paulo, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011.

JAMBECK, Jenna R. et al. **Plastic waste inputs from land into the ocean**. Science, Washington, DC, v. 347, n. 6223, p. 768-771, 2015.

LIMA, José Dantas de. **Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

LIMEIRA, A. **Contaminação hídrica por resíduos sólidos urbanos e seus impactos ambientais.** Revista Brasileira de Meio Ambiente, v. 13, n. 2, p. 55-70, 2025.

MOREIRA, F. **Saúde pública e contaminação hídrica em áreas urbanas.** Revista Saúde & Ambiente, v. 11, n. 1, p. 44-60, 2025.

MUKHERJEE, S. et al. **Leachate pollution and impacts on groundwater quality.** Environmental Monitoring and Assessment, Dordrecht, v. 186, p. 1235-1248, 2014.

NASCIMENTO, L.; FILHO, R. **Impactos ambientais e sanitários decorrentes da disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos.** Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v. 10, n. 3, p. 88-102, 2021.

PINHEIRO, A. **Poluição hídrica urbana e resíduos sólidos.** Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 23, p. 1-12, 2018.

SACHS, Ignacy. **Desenvolvimento sustentável:** desafio do século XXI. São Paulo: Garamond, 2017.

SANTOS, J. **Gestão sustentável de resíduos sólidos urbanos e economia circular.** Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade, v. 14, n. 1, p. 10-28, 2025.

SILVA, T.; BARBOSA, L. **Políticas públicas integradas e gestão ambiental urbana.** Revista de Políticas Públicas Ambientais, Brasília, v. 9, n. 1, p. 33-49, 2022.

SINISA – Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico. **Diagnóstico do manejo de resíduos sólidos urbanos 2025.** Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2025.
SIQUEIRA, M.; MORAES, L. **Resíduos sólidos urbanos e saúde pública:** impactos sanitários em áreas urbanas. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v. 33, n. 5, p. 1-10, 2017.

TOMAZ, P.; REGINATTO, G. **Impactos ambientais da disposição inadequada de resíduos sólidos urbanos.** Revista Brasileira de Ciências Ambientais, v. 19, n. 1, p. 90-108, 2026.

TUNDISI, José Galizia. **Recursos hídricos no Brasil:** problemas, desafios e estratégias para o futuro. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 2014.

DOI: 10.51189/vii-coninters/80626

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ACCOUNTABILITY EM INVESTIMENTOS NOS REGIMES PRÓPRIOS DE PREVIDÊNCIA

JOANE CRISTINE REDDIN WEINERT; PAULA CRISTINA FRANÇA; GESILAINE NOGUEIRA COUTINHO TAVARES

Introdução: Os Regimes Próprios de Previdência Social possuem grande relevância social e econômica, sendo responsáveis pela gestão de recursos previdenciários de milhões de servidores públicos. Nesse contexto, a transparência e a prestação de contas, conhecidas como Accountability, tornam-se fundamentais para garantir segurança, eficiência e confiança na administração dos recursos. O estudo analisa a relação entre Accountability, governança pública e práticas ESG nos RPPS brasileiros. **Objetivo:** Identificar se os 317 RPPS certificados pelo programa Pró-Gestão atendem aos requisitos de transparência e prestação de contas previstos na legislação específica, especialmente nos aspectos econômicos e financeiros relacionados aos investimentos previdenciários. **Metodologia:** Trata-se de uma pesquisa empírica, descritiva, bibliográfica e qualitativa. Foi utilizada a técnica de checklist com 52 itens divididos entre aspectos econômicos (receitas e despesas) e financeiros (informações financeiras e investimentos). A coleta de dados ocorreu nos portais eletrônicos dos 317 RPPS certificados pelo Pró-Gestão, durante fevereiro de 2026. Os dados foram organizados e analisados de forma descritiva. **Resultados:** Os resultados demonstraram que nenhum dos RPPS analisados cumpriu integralmente as exigências legais de transparência. Nos aspectos econômicos, aproximadamente 70% dos requisitos foram atendidos, com melhor desempenho na divulgação de despesas e receitas. Já nos aspectos financeiros, menos da metade dos critérios foram cumpridos. As maiores deficiências foram observadas nas informações sobre investimentos, especialmente na divulgação de formulários, composição das carteiras, processos de credenciamento e atas de reuniões. Também foram identificadas informações desatualizadas, linguagem técnica excessiva e dificuldade de acesso aos dados. **Conclusão:** O estudo conclui que, apesar dos avanços na governança pública e das exigências legais de transparência, os RPPS ainda apresentam fragilidades significativas em Accountability. A ausência de informações claras e atualizadas compromete o controle social e a efetividade da gestão pública. Assim, reforça-se a necessidade de maior fiscalização, padronização e fortalecimento das práticas de governança e transparência nos RPPS.

Palavras-chave: **ACCOUNTABILITY; GOVERNANÇA PÚBLICA; TRANSPARÊNCIA NOS RPPS**

DOI: 10.51189/vii-coninters/80652

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE DIÁLOGO PARA NEGOCIAÇÃO E MEDIAÇÃO DE CONFLITOS ENTRE COMUNIDADES E EMPRESAS PARA IMPLANTAÇÃO DE OBRAS DE ENERGIA EÓLICA EM TERRITÓRIOS DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

ELIETE DEISE DAMASCENO;

Introdução: A expansão da energia eólica no semiárido brasileiro intensificou debates relacionados aos impactos socioambientais, à participação social e à gestão e mediação de conflitos entre empresas, comunidades, organizações civis e órgãos públicos. Embora os empreendimentos contribuam para a transição energética, sua implantação envolve diferentes interesses, expectativas e percepções sobre o uso do território, tornando o diálogo entre as partes um elemento estratégico para a sustentabilidade dos projetos e a transição energética justa. **Objetivos:** Aplicar técnicas de diálogo, negociação e mediação de conflitos nas relações entre as partes interessadas na implantação de parques eólicos no semiárido brasileiro, com ênfase na metodologia de negociação de Harvard, e apresentar ferramentas que contribuem para a prevenção e gestão de conflitos socioambientais entre empresas e suas partes interessadas. **Metodologia:** A pesquisa possui abordagem qualitativa, de caráter exploratório e bibliográfico, fundamentada na análise do contexto socioeconômico e socioambiental do semiárido brasileiro e na identificação e sistematização de técnicas de comunicação, negociação e mediação aplicáveis às relações entre empresas e comunidades. A análise considera diferentes etapas dos empreendimentos, desde a prospecção e desenvolvimento até a construção e operação e as particularidades do semiárido brasileiro. **Resultados:** A análise permitiu organizar estratégias de diálogo, negociação e mediação aplicáveis à gestão das relações com partes interessadas, destacando a negociação baseada em interesses, a escuta ativa, a identificação de necessidades e a construção de alternativas consensuais como ferramentas para prevenção e administração de conflitos. As técnicas identificadas apresentam potencial de aplicação não apenas em empreendimentos eólicos, mas também em outros contextos de conflitos socioambientais e territoriais. **Conclusão:** O estudo evidencia que processos estruturados de diálogo e negociação podem contribuir para relações mais equilibradas entre empresas e comunidades, fortalecendo a participação social e a governança socioambiental. A proposta oferece ferramentas de aplicação prática para a prevenção e gestão de conflitos em projetos de energia renovável, contribuindo para a sustentabilidade nos territórios onde são implantados, apresentando impactos positivos e oportunidades de mediação e negociação na mitigação de impactos negativos no setor elétrico de energia renovável no Brasil.

Palavras-chave: **MEDIAÇÃO DE CONFLITOS; ENERGIA EÓLICA; STAKEHOLDERS; ; ; ;**

DOI: 10.51189/vii-coninters/80661

DESAFIOS DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: UMA ANÁLISE ENTRE REALIDADES MUNICIPAIS BRASILEIRAS E EXPERIÊNCIAS GLOBAIS

FRANCISCO PUJOL FILHO; CLARISSA BUENO WANDSCHEER

RESUMO

O trabalho analisa os desafios da gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU), comparando a realidade de municípios brasileiros com experiências internacionais. A crescente geração de resíduos, intensificada pela urbanização e industrialização, tem agravado impactos ambientais, principalmente pela substituição de materiais biodegradáveis por produtos de difícil decomposição. No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece diretrizes importantes, como redução, reutilização e reciclagem, porém sua implementação enfrenta limitações, sobretudo em municípios menores. A pesquisa, de caráter qualitativo e comparativo, examina aspectos como políticas públicas, coleta, tecnologias, participação social e destinação final. Os resultados mostram que, no Brasil, há forte desigualdade entre municípios: os pequenos enfrentam carência de recursos e infraestrutura; os médios possuem estruturas básicas, mas falham na eficiência operacional; e os grandes centros apresentam desafios ligados à sustentabilidade financeira e à baixa eficiência da coleta seletiva. Apesar de ampla cobertura de coleta, a taxa de reciclagem ainda é baixa. No cenário internacional, há diferentes níveis de desenvolvimento. Países como Etiópia apresentam infraestrutura precária, enquanto China e Turquia possuem avanços tecnológicos, embora ainda enfrentem dificuldades de implementação e baixos índices de reciclagem. Problemas como desigualdade social, limitações financeiras e baixa participação da população são comuns. Conclui-se que a gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) é um problema global e multifatorial, exigindo soluções integradas e adaptadas às realidades locais. Destacam-se como essenciais o planejamento estratégico, o fortalecimento institucional, o uso de tecnologias e a participação social, com articulação entre governo, setor privado e sociedade para alcançar sustentabilidade e melhor qualidade de vida.

Palavras-chave: Gestão ambiental; Políticas públicas; Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A geração de resíduos sólidos urbanos é um fenômeno histórico que se intensificou com a industrialização e o crescimento das cidades, resultando em impactos ambientais cada vez mais complexos (Ferreira, 2000; de Medeiros et al., 2021). Com o avanço tecnológico, houve a substituição de materiais biodegradáveis por produtos de difícil degradação, agravando os problemas de disposição final (Ferreira, 2000).

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) estabelece diretrizes baseadas na não geração, redução, reutilização, reciclagem e disposição final adequada (Brasil, 2010). Contudo, sua aplicação enfrenta limitações, principalmente em municípios de pequeno e médio porte (Lima, 2017).

No contexto internacional, a gestão dos RSU também é um problema global, com implicações ambientais, sociais e econômicas, sendo agravado por fatores como urbanização

DOI: 10.51189/vii-coninters/80764

acelerada, desigualdade social e baixa participação da população (Abubakar et al., 2022; Ren; Zuo, 2024).

Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo comparar a gestão de resíduos sólidos urbanos em municípios brasileiros com experiências internacionais, identificando desafios e possíveis soluções.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, exploratória e comparativa, baseada na revisão bibliográfica de estudos sobre a gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil e em países selecionados.

A análise foi estruturada a partir das seguintes categorias:

- políticas públicas e estrutura institucional;
- coleta e cobertura;
- tecnologias aplicadas;
- participação social;
- destinação final dos resíduos.

A comparação permitiu identificar padrões, convergências e divergências entre os diferentes contextos analisados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Gestão de resíduos no Brasil

No Brasil, a gestão de resíduos sólidos urbanos apresenta diferenças significativas conforme o porte dos municípios. Nos pequenos municípios, predominam limitações estruturais, como escassez de recursos financeiros e ausência de infraestrutura adequada, resultando em descarte inadequado dos resíduos (Fracasso et al., 2017; Lima, 2017).

Nos municípios de médio porte, observa-se a existência de infraestrutura básica, porém com falhas operacionais, especialmente na reciclagem e no reaproveitamento de resíduos orgânicos (Gomes, 2023; De Medeiros et al., 2021). Já nas grandes cidades e regiões metropolitanas, apesar de maior capacidade institucional, persistem desafios relacionados à sustentabilidade financeira e à baixa eficiência da coleta seletiva (Dos Santos; Van Elk; Ferreira, 2021).

Além disso, embora o índice de coleta de resíduos no Brasil seja elevado, a taxa de reciclagem ainda é reduzida, evidenciando a necessidade de melhorias no sistema (Abrelpe, 2023).

3.2 Gestão de resíduos no contexto internacional

A análise internacional revela diferentes níveis de desenvolvimento na gestão de RSU. Na África do Sul, o sistema é marcado por desigualdade social e falhas institucionais, com baixa cobertura de coleta em áreas de baixa renda (Kubanza, 2025).

Na China, apesar dos avanços tecnológicos e normativos, há dificuldades na implementação das políticas e baixa participação social (Ren; Zuo, 2024).

Na Etiópia, a gestão é caracterizada por infraestrutura precária, baixa cobertura de coleta e descarte inadequado (Gebrekidan, 2024).

A Índia apresenta altos índices de coleta, mas baixa eficiência no reaproveitamento de resíduos, evidenciando limitações estruturais e financeiras (Meena et al., 2023).

Por outro lado, a Turquia possui um sistema mais estruturado, com alta cobertura de coleta, embora ainda apresente baixa taxa de reciclagem (Rahmani; Özçelik, 2024).

DOI: 10.51189/vii-coninters/80764

3.3 Convergências e divergências

A comparação entre os contextos brasileiro e internacional evidencia convergências importantes, como:

- aumento contínuo da geração de resíduos (Abubakar et al., 2022);
- limitações financeiras (Meena et al., 2023);
- dificuldades na implementação de políticas públicas (Freitas; Pires; Benincá, 2024);
- baixa participação social (Ren; Zuo, 2024);
- predominância de aterros sanitários como forma de destinação final (Rahmani; Özçelik, 2024).

Por outro lado, as divergências estão relacionadas ao nível de desenvolvimento tecnológico, à capacidade institucional e à cobertura dos serviços de coleta, que variam significativamente entre os países (Gebrekidan, 2024; Kubanza, 2025).

3.4 Discussão geral

A gestão de resíduos sólidos urbanos é um problema multifatorial que exige soluções integradas e adaptadas às diferentes realidades. A literatura destaca a importância do planejamento estratégico, da educação ambiental e da participação social para o sucesso das políticas públicas (Freitas; Pires; Benincá, 2024).

Além disso, a adoção de tecnologias inovadoras e o fortalecimento das instituições são fundamentais para aumentar a eficiência dos sistemas de gestão de resíduos (Abubakar et al., 2022; Rahmani; Özçelik, 2024).

4 CONCLUSÃO

A gestão de resíduos sólidos urbanos constitui um desafio global que varia conforme o contexto socioeconômico e institucional. No Brasil, os principais problemas estão relacionados à desigualdade entre municípios, à falta de recursos e às dificuldades na implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lima, 2017; Abrelpe, 2023).

No cenário internacional, embora alguns países apresentem avanços tecnológicos, persistem problemas estruturais semelhantes, especialmente em países em desenvolvimento (Gebrekidan, 2024; Meena et al., 2023).

Conclui-se que a gestão eficiente dos RSU depende de uma abordagem integrada, baseada na articulação entre políticas públicas, participação social, inovação tecnológica e planejamento estratégico, visando à sustentabilidade e à melhoria da qualidade de vida.

REFERÊNCIAS

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2023**. São Paulo: ABRELPE, 2023.

ABUBAKAR, Ismaila Rimi et al. Environmental sustainability impacts of solid waste management practices in the global South. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 19, p. 12717, 2022.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2010.

DE MEDEIROS, Lucas Gomes et al. Análise do gerenciamento de resíduos sólidos urbanos (RSU) na cidade de Patos/PB. **Revista Interdisciplinar e do Meio Ambiente (RIMA)**, v. 3, n. 1, 2021.

DOS SANTOS, Jorge Edmir da Silva; VAN ELK, Ana Ghislane Henriques Pereira; FERREIRA, João Alberto. Gestão de resíduos sólidos dos maiores geradores da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, 2021.

FERREIRA, João Alberto. Resíduos sólidos: perspectivas atuais. In: SISINNO, C. L. S.; OLIVEIRA, R. M. (org.). **Resíduos sólidos, ambiente e saúde: uma visão multidisciplinar**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2000. p. 19–40.

FRACASSO, Marília et al. Diagnóstico e prognóstico dos resíduos sólidos urbanos para o município de Sananduva/RS. **HOLOS**, v. 4, p. 282–298, 2017.

FREITAS, Mydiã Falcão; PIRES, Mônica Moura; BENINCÁ, Dirceu. Fragilidades e potencialidades na gestão dos resíduos sólidos urbanos no Brasil. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 16, 2024.

GEBREKIDAN, Tsegay Kahsay et al. Municipal solid waste management in Ethiopia: physical and chemical compositions and generation rate. **Journal of the Air & Waste Management Association**, v. 74, n. 12, p. 861–883, 2024.

GOMES, Valéria Cristina França. **Avaliação da gestão e do gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos de Ouro Preto utilizando indicadores de desempenho técnico e ambiental**. 2023.

KUBANZA, Nzalalemba Serge. Analysing the challenges of solid waste management in South Africa. **South African Geographical Journal**, v. 107, n. 2, p. 169–189, 2025.

LIMA, T. Q. **Avaliação da situação dos municípios da Bacia Hidrográfica Tietê-Jacaré frente aos planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos**. 2017.

MEENA, Murli Dhar et al. Municipal solid waste: opportunities, challenges and management policies in India: a review. **Waste Management Bulletin**, v. 1, n. 1, p. 4–18, 2023.

RAHMANI, Mohammad; EKMEN ÖZÇELIK, Seda. Waste management applications in Turkey. **Ekonomik Yaklaşım**, v. 35, n. 131, 2024.

REN, Zhuoya; ZUO, Ganggang. Challenges of implementing municipal solid waste separation policy in China. **Sustainability**, v. 16, n. 18, 2024.

DOI: 10.51189/vii-coninters/80764

FRAGMENTAÇÃO DA PAISAGEM NO SEMIÁRIDO POTIGUAR: ANÁLISE ESPACIAL DO MUNICÍPIO DE JANDAÍRA-RN (2013-2023)

SUEDNA KELLY ANDRADE LOPES; KAMILA BARBOSA DOS SANTOS; MAYKON TARGINO DA SILVA

RESUMO

A fragmentação da paisagem constitui um dos principais indicadores das transformações territoriais associadas às atividades antrópicas, especialmente em regiões semiáridas, onde a fragilidade ambiental intensifica os processos de degradação e compromete a resiliência ecológica. Nesse contexto, o presente estudo analisou as mudanças na configuração da paisagem do município de Jandaíra/RN entre 2013 e 2023, com ênfase nos processos de fragmentação da vegetação nativa. Para isso, foram utilizados dados da Coleção 9 do Projeto MapBiomas, processados em ambiente SIG no software QGIS 3.34.6, com aplicação de métricas de Ecologia da Paisagem por meio do plugin Landcover Analysis. Foram avaliados indicadores como número de fragmentos, área média dos fragmentos, densidade de fragmentos, densidade de borda e índice de divisão da paisagem. Os resultados evidenciaram intensificação da fragmentação estrutural da vegetação nativa ao longo do período analisado. O número de fragmentos aumentou de 348 para 507, enquanto a área média das manchas reduziu de 652.055,17 m² para 376.968,64 m², indicando perda de continuidade espacial e maior isolamento dos remanescentes vegetais. Também foi observado aumento da densidade de borda e do índice de divisão da paisagem, que passou de 0,885 para 0,972, demonstrando maior dominância da matriz antrópica e redução da conectividade estrutural da paisagem. Essas alterações podem estar associadas à expansão de atividades como agropecuária, exploração mineral e empreendimentos eólicos no município. Conclui-se que Jandaíra/RN apresenta um cenário de reorganização territorial marcado pela intensificação da fragmentação da vegetação nativa, reforçando a importância das geotecnologias e das métricas espaciais como ferramentas de monitoramento ambiental e apoio ao planejamento territorial sustentável em áreas semiáridas.

Palavras-chave: Geotecnologias; Vulnerabilidade ambiental; MapBiomas.

1 INTRODUÇÃO

A fragmentação da paisagem, entendida como o processo de subdivisão, redução e isolamento de áreas naturais ou produtivas, constitui um dos principais indicadores das transformações territoriais decorrentes da ação antrópica (Turner; Lambin; Reenberg, 2007). Esse fenômeno altera a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas, afetando a conectividade da paisagem, a biodiversidade e a disponibilidade de recursos naturais. Em regiões semiáridas, tais impactos tornam-se ainda mais críticos devido à elevada fragilidade ambiental, marcada pela limitação hídrica, irregularidade climática e vulnerabilidade dos solos, fatores que intensificam os processos de degradação ambiental e comprometem a resiliência ecológica (Souza *et al.,* 2021).

Nesse cenário, a análise das mudanças na cobertura e uso da terra associada aos padrões de fragmentação da paisagem configura-se como ferramenta essencial para o planejamento territorial sustentável, especialmente em municípios vulneráveis às pressões antrópicas e à

DOI: 10.51189/vii-coninters/81079

expansão desordenada das atividades econômicas (Aquino *et al.,* 2018; Araujo *et al.,* 2023). Além de evidenciar a dinâmica espacial das transformações ambientais, esses estudos contribuem para a compreensão dos impactos das atividades produtivas sobre os ecossistemas e subsidiam estratégias de conservação e ordenamento territorial.

O avanço das geotecnologias, particularmente do sensoriamento remoto e do geoprocessamento, tem ampliado significativamente a capacidade de monitoramento ambiental em diferentes escalas espaciais e temporais. Ferramentas como o Projeto MapBiomas possibilitam o acesso a séries históricas de cobertura e uso da terra, favorecendo análises multitemporais mais precisas e contribuindo para a produção de informações estratégicas voltadas à gestão ambiental e à formulação de políticas públicas (Zhang *et al*., 2020).

No município de Jandaíra-RN, inserido no semiárido potiguar, observa-se a intensificação de atividades como agricultura irrigada, exploração de caieiras e expansão de empreendimentos eólicos, que vêm promovendo alterações expressivas na cobertura e uso da terra. Essas transformações têm contribuído para a reorganização da paisagem e para a modificação da dinâmica ecológica local, evidenciando a crescente influência das atividades antrópicas sobre os ecossistemas da região (Vital *et al.,* 2023; Silva *et al.,* 2017).

Frente a esse cenário, o presente estudo tem como objetivo analisar as mudanças na configuração da paisagem no município de Jandaíra-RN entre os anos de 2013 e 2023, com ênfase nos processos de fragmentação. Pretende-se, assim, compreender os padrões de reorganização territorial e suas implicações para a conservação ambiental e o ordenamento do território em áreas semiáridas. Reconhece-se, ainda, o potencial das geotecnologias como instrumentos de apoio ao planejamento, embora os avanços técnicos nem sempre se convertam em ações efetivas no espaço local.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O município de Jandaíra/RN localiza-se na Mesorregião Central Potiguar, no estado do Rio Grande do Norte, inserido na região Nordeste do Brasil. O município abrange uma área de 442,754km², fazendo divisa com os municípios de Caiçara do Norte e Galinhos ao norte, Lajes e Pedra Preta ao sul, Parazinho e João Câmara a leste e Pedro Avelino a oeste (Figura 1).

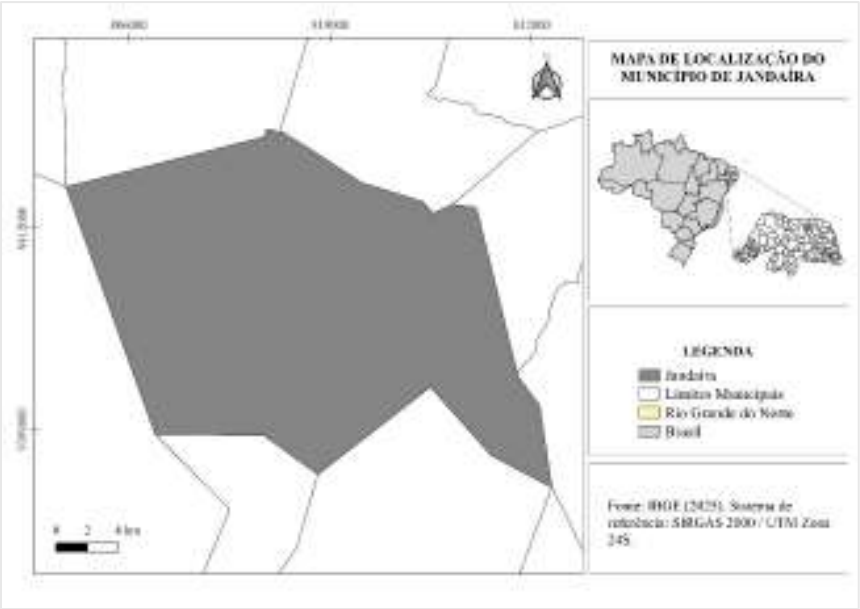


Figura 1 – Mapa de localização do Município de Jandaíra/RN.
Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do IBGE (2025).

DOI: 10.51189/vii-coninters/81079

2.2 Análise de dados

Para a análise da fragmentação da paisagem, foram utilizados dados da Coleção 9 do Projeto MapBiomas (2023), obtidos por meio da plataforma Google Earth Engine, referentes aos anos de 2013 e 2023. As informações de cobertura e uso da terra possuem resolução espacial de 30 metros e foram processadas no software de Sistema de Informação Geográfica QGIS 3.34.6 (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2024), adotando a legenda oficial e o padrão cromático disponibilizados pelo Projeto MapBiomas. Os arquivos raster originais, fornecidos em sistema de coordenadas geográficas, foram reprojetados para o sistema SIRGAS 2000 / UTM, fuso 24S, garantindo a acurácia dos cálculos de área e das métricas espaciais.

Com base na legenda padronizada do Projeto MapBiomas, foram identificadas as classes correspondentes à vegetação nativa presentes na área de estudo. As classes Formação Florestal e Formação Savânica foram extraídas e posteriormente agrupadas por meio da ferramenta Calculadora Raster. Na etapa de reclassificação, essas classes receberam valor 1, representando a presença de vegetação nativa, enquanto as demais classes receberam valor 0, indicando ausência de vegetação nativa. Esse procedimento possibilitou a geração de mapas binários, utilizados como base para a análise da fragmentação da paisagem e para o cálculo das métricas espaciais.

A quantificação da fragmentação foi realizada por meio do plugin LecoS – Landscape Ecology Statistics (Jung, 2022) integrado ao ambiente QGIS. Esse plugin permite a geração de métricas de Ecologia de Paisagem a partir de dados raster classificados, sendo amplamente utilizado em estudos de configuração espacial do território. Neste estudo, foram calculados os seguintes índices: Número de Fragmentos, Área média dos fragmentos, Densidade de fragmentos, Densidade de borda e Divisão da paisagem, sendo parâmetros-chave na análise de fragmentação, pois permitem avaliar alterações na estrutura da paisagem, na conectividade entre remanescentes vegetais ao longo do período analisado (McGarigal; Marks, 1995).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para Jandaíra/RN demonstram um processo de reorganização estrutural da paisagem marcado pela intensificação da fragmentação da vegetação nativa entre 2013 e 2023 (Figuras 2 e 3). O aumento do número de fragmentos, a redução da área média das manchas e o crescimento do índice de divisão da paisagem evidenciam uma dinâmica de ruptura da continuidade espacial da vegetação, fenômeno frequentemente associado ao avanço das atividades antrópicas sobre áreas naturais (Jesus *et al*., 2019).

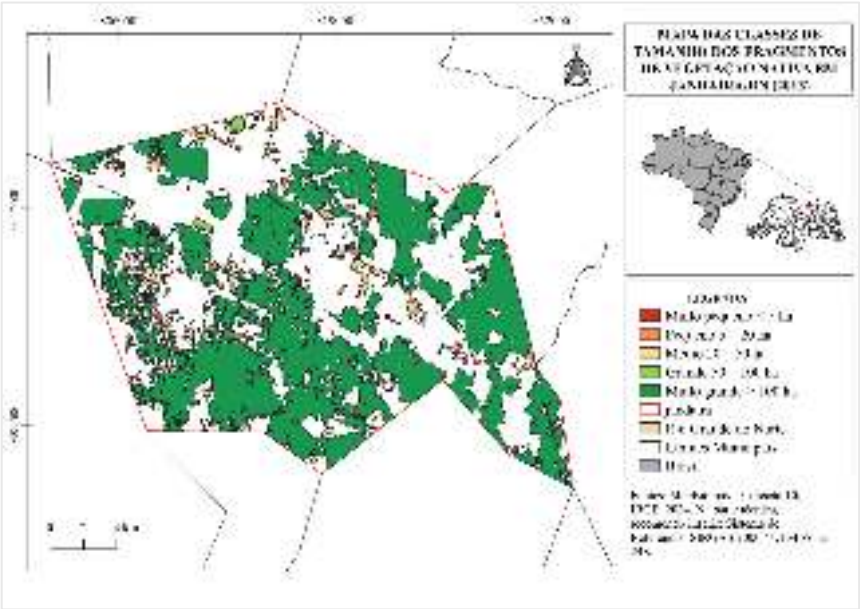


Figura 2 – Mapa de classes de tamanho dos fragmentos da vegetação nativa em Jandaíra/RN no ano de 2013.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81079

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do Projeto MapBiomas (2023) e processamento no QGIS.

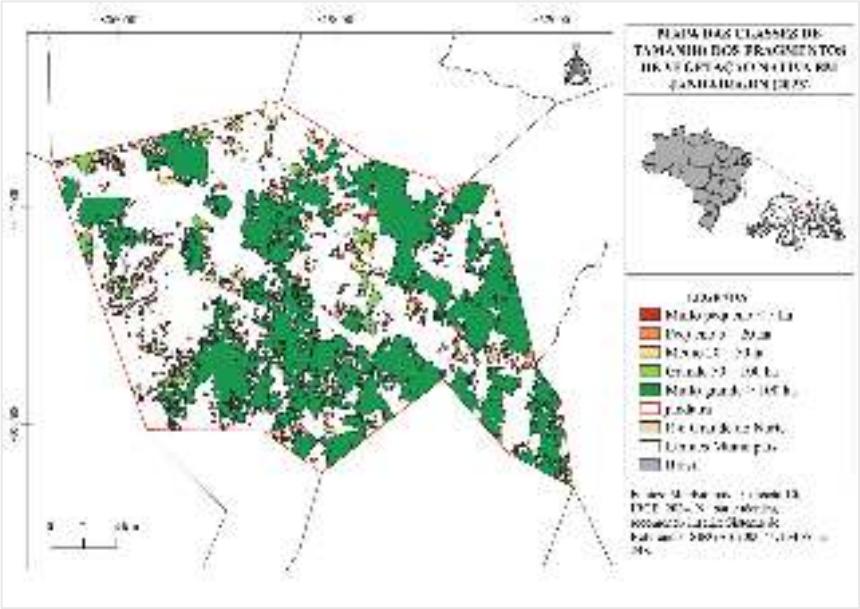


Figura 3 – Mapa de classes de tamanho dos fragmentos da vegetação nativa em Jandaíra/RN no ano de 2023.
Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do Projeto MapBiomas (2023) e processamento no QGIS.

De acordo com os dados obtidos, o número de fragmentos aumentou de 348 para 507 ao longo do período analisado (Quadro 1), o que pode indicar a subdivisão de grandes manchas contínuas em unidades menores e mais isoladas (Metzger, 2001).

Quadro 1 – Métricas da fragmentação da vegetação nativa em Jandaíra/RN nos anos de 2013 e 2023.

Métrica	Valor (2013)	Valor (2023)
Número de fragmentos (NP)	348	507
Densidade de borda (ED)	0,0046	0,0049
Densidade de fragmentos (PD)	$7{,}77 \times 10^{-7}$	$1{,}00 \times 10^{-6}$
Área média dos fragmentos	652.055,17 m²	376.968,64 m²
Divisão da paisagem (DIVISION)	0,885	0,972

Fonte: Elaborado pelos autores a partir do MapBiomas (2025).

No contexto de Jandaíra/RN, a fragmentação observada não pode ser dissociada das transformações territoriais associadas ao avanço das atividades antrópicas sobre a vegetação nativa, como a agropecuária, a extração de recursos minerais e os empreendimentos de energia renovável (Vital *et al.,* 2023; Silva *et al.,* 2017). A reorganização da matriz da paisagem altera não apenas a quantidade de vegetação remanescente, mas também o grau de permeabilidade ecológica entre os fragmentos. Segundo Fahrig (2017), a qualidade da matriz exerce influência direta sobre a conectividade funcional da paisagem, podendo intensificar ou reduzir os efeitos da fragmentação estrutural.

Essa interpretação torna-se ainda mais evidente quando observada a redução da área média dos fragmentos, que passou de 652.055,17 m² para 376.968,64 m². A diminuição do tamanho médio das manchas demonstra que a paisagem perdeu continuidade estrutural ao longo do período analisado. Resultados semelhantes foram encontrados por Antongiovanni *et al*. (2018), em estudo sobre fragmentação da vegetação no semiárido nordestino, no qual a

predominância de pequenos fragmentos foi associada à expansão das atividades agropecuárias e à reorganização da matriz da paisagem.

Nessa perspectiva, a predominância de pequenos fragmentos observada em Jandaíra/RN indica possível intensificação da heterogeneidade estrutural da paisagem (Metzger, 2001). Embora ambientes heterogêneos possam favorecer determinados processos ecológicos, a fragmentação excessiva tende a comprometer a persistência de áreas nucleares de vegetação nativa, reduzindo a continuidade dos habitats e aumentando a exposição dos remanescentes às pressões externas. Estudo desenvolvido em áreas de Caatinga aponta uma redução progressiva dos fragmentos maiores, o que está frequentemente relacionada ao aumento da vulnerabilidade ecológica da paisagem e à simplificação estrutural dos ecossistemas semiáridos (Salazar *et al.,* 2021).

No que diz respeito à densidade de borda, esta apresentou leve aumento entre 2013 e 2023, passando de 0,0046 para 0,0049. Embora a variação observada não seja expressiva, ela acompanha a tendência geral de subdivisão da vegetação nativa identificada pelas demais métricas da paisagem. Resultados semelhantes foram encontrados por Pinheiro *et al*. (2015) e Fernandes *et al*. (2022) em estudos realizados em ambientes fragmentados da Caatinga. Essas alterações podem modificar a dinâmica ecológica dos remanescentes vegetais e ampliar sua vulnerabilidade às pressões externas.

Outro resultado de grande relevância foi o aumento do índice de divisão da paisagem (DIVISION), que passou de 0,885 para 0,972. Essa métrica indica elevado grau de subdivisão da paisagem e redução da conectividade estrutural entre os remanescentes vegetais. Estudos sobre fragmentação da Caatinga apontam que valores elevados de DIVISION representam paisagens dominadas por matrizes antrópicas, nas quais os remanescentes vegetais passam a funcionar como manchas isoladas e desconectadas (Pardini *et al*. 2010).

No caso de Jandaíra/RN, o crescimento dessa métrica sugere que os fluxos ecológicos podem estar sendo progressivamente comprometidos. A elevada divisão da paisagem demonstra que a matriz antrópica passou a exercer maior dominância territorial sobre os remanescentes vegetais. Esse comportamento vem sendo observado em diferentes regiões semiáridas brasileiras e está frequentemente associado à intensificação das atividades agropecuárias, à expansão das áreas abertas e à simplificação estrutural da cobertura vegetal (Aquino *et al.,* 2018; Jesus *et al*., 2019).

Entretanto, estudos de Ecologia da Paisagem demonstram que a fragmentação da vegetação envolve processos ecológicos, territoriais e funcionais mais complexos do que a simples redução da cobertura vegetal (Forman & Godron 1986; Jaeger, 2000; Metzger, 2001). Nesse sentido, a principal contribuição do estudo está em evidenciar que a análise integrada entre geotecnologias, Ecologia da Paisagem e métricas espaciais permite compreender não apenas a quantidade de vegetação remanescente, mas também as transformações estruturais da paisagem e suas implicações para a dinâmica ambiental do semiárido brasileiro.

4 CONCLUSÃO

A análise da paisagem de Jandaíra/RN no período de 2013 a 2023 permitiu concluir que o município passa por um processo de reorganização estrutural, ditado pela fragmentação progressiva de sua vegetação nativa. Os indicadores quantitativos revelaram uma paisagem cada vez mais subdividida e dominada por uma matriz antrópica. Esse processo é evidenciado pelo aumento do número de fragmentos, pela redução de quase metade da área média das manchas e pelo elevado índice de divisão da paisagem. De modo geral, os resultados obtidos para Jandaíra/RN demonstram que a paisagem passou por alterações significativas em sua configuração espacial entre 2013 e 2023.

Do ponto de vista metodológico, o estudo demonstra que a integração entre geotecnologias e métricas espaciais cumpre o papel de diagnosticar mutações territoriais

DOI: 10.51189/vii-coninters/81079

urgentes, embora demande complementações futuras com dados funcionais de campo. Por fim, os resultados constituem um importante alerta para a gestão ambiental local. A mitigação desse isolamento ecológico, por meio do planejamento de corredores ecológicos e do zoneamento ambiental, mostra-se indispensável para garantir a resiliência da paisagem e a manutenção dos serviços ecossistêmicos em um ambiente marcado por restrições hídricas.

REFERÊNCIAS

ANTONGIOVANNI, M; VENTICINQUE, E. M.; FONSECA, C. Roberto. **Fragmentation patterns of the Caatinga drylands.** *Landscape Ecology*, 2018

AQUINO, D. N.; ROCHA NETO, O. C.; MOREIRA, M. A.; TEIXEIRA, A. S.; ANDRADE, E. M. Utilização de sensoriamento remoto para identificação de áreas em risco de degradação na região semiárida. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, n. 3, p. 420-429, 2018.

ARAUJO, L. N.; SILVA, F. K. G.; MEDEIROS, M. B. R. G.; TROVÃO, D. M. B. M. Importance of land use and rainfall in the dynamics of the Caatinga vegetation cover in Northeastern Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 45, e68870, 2023.

FAHRIG, L. Ecological responses to habitat fragmentation per se. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics,** v. 48, p. 1-23, 2017.

FERNANDES, M. M.; LIMA, A. H. S.; WANDERLEY, L. L.; FERNANDES, M. R. M. de; ARAUJO FILHO, R. N. de. Fragmentação florestal na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 32, n. 3, p. 1227-1246, jul./set. 2022. Disponível em: https://doi.org/10.5902/1980509845253.

FORMAN, R.T.T. & GODRON, M. 1986. Landscape ecology. **Wiley & Sons** Ed., New York.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha Municipal 2022**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br. Acesso em: 10 jun. 2024.

JAEGER, J. A. G. **Landscape division, splitting index, and effective mesh size: new measures of landscape fragmentation.** *Landscape Ecology*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, v. 15, n. 2, p. 115–130, 2000.

JESUS, J. B. de; SANTANA, G. M.; SOUZA, R. M.; SANTOS, C. A. dos; BARBOSA, J. C. **Fragmentação florestal em região semiárida no Nordeste do Brasil**. Pesquisa Florestal Brasileira, v. 39, p. 1–10, 2019.

JUNG, M. LecoS – Landscape Ecology Statistics (plugin QGIS), versão 3.0.1. **QGIS Python Plugins Repository**, 2022. Disponível em: < https://plugins.qgis.org/plugins/LecoS/>. Acesso em: 12 mai. 2025.

MAPBIOMAS. Coleção 9 da Série Histórica de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. 2023. Disponível em: https://mapbiomas.org. Acesso em: 10 jun. 2024.

McGARIGAL, K.; MARKS, B. J. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. **Portland: U.S. Department of Agriculture, Forest Service,** 1995.

METZGER, Jean Paul. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica,** Campinas, v. 1, n. 1-2, p. 1-9, 2001.

PARDINI R, BUENO ADA, GARDNER TA, PRADO PI, METZGER JP (2010) Beyond the Fragmentation Threshold Hypothesis: Regime Shifts in Biodiversity Across Fragmented Landscapes. **PLoS ONE 5**(10): e13666. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0013666

PINHEIRO, L. C. S. J.; GOMES, R. A. T.; JUNIOR, O. A. C.; GUIMARÃES, R. F.; OLIVEIRA, S. N. Mudanças do uso da terra e fragmentação da paisagem no município de Correntina (BA) durante 1988-2008. **R. Ra'e Ga.** Curitiba, v.35, p.169 -198 , Dez/2015.

SALAZAR, A.A.; ARELLANO, E.C.; MUÑOZ-SÁEZ, A.; MIRANDA, M.D.; OLIVEIRA DA SILVA, F.; ZIELONKA, N.B.; CROWTHER, L.P.; SILVA-FERREIRA, V.; OLIVEIRA-REBOUCAS, P.; DICKS, L.V. Restoration and Conservation of Priority Areas of Caatinga's Semi-Arid Forest Remnants Can Support Connectivity within na Agricultural Landscape. **Land** 2021, *10*, 550. https://doi.org/10.3390/ land10060550.

SILVA, Hudson Alves da et al. Threats to speleological heritage from jandaíra, rn: the importance of environmental preservation. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 8, n. 14, p. 35 - 47, apr. 2017. ISSN 2178-0463

SILVA, A. F. et al. Expansão agrícola e impactos na cobertura da terra no semiárido nordestino: uma análise temporal. **Revista Ciência Geográfica,** v. 25, n. 1, p. 33-47, 2021.

SOUZA, L. P. N.; MOURA, D. C.; BATISTA, R. F.; COSTA, C. R. G.; MARQUES, A. L. Land use and fragmentation in a dry forest in the Brazilian semiarid. **Natural Resources,** v.11, n.1, p.92-101, 2021.

TURNER, B. L.; LAMBIN, E. F.; REENBERG, A. The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. **Proceedings of the National Academy of Sciences,** v. 104, n. 52, p. 20666-20671, 2007.

VITAL LVM, DA ROCHA EP, VARELLA FKOM. 2023. Estudo dos impactos da implantação de usinas eólicas no município de Jandaíra/RN. **Revista Eletrônica de Engenharia Elétrica e Engenharia Mecânica** 5 (2): 75–85. https://doi.org/10.21708/issn27635325.v5n2.a12346.2023.

ZHANG, C. et al. Remote sensing-based monitoring of land use dynamics: challenges and perspectives for planning. **Environmental Science & Policy**, v. 114, p. 1-11, 2020.

ESG E GESTÃO DE PESSOAS: IMPACTOS NA POLÍTICA DE RECURSOS HUMANOS NAS ORGANIZAÇÕES CONTEMPORÂNEAS

MÁRCIO RODRIGUES ROCHA
Universidade Federal do Rio Grande - FURG

RESUMO

A incorporação da agenda ESG (*Environmental, Social and Governance*) ao cotidiano das organizações brasileiras tem reconfigurado progressivamente as expectativas sobre a área de Recursos Humanos, atribuindo-lhe um papel que transcende a gestão operacional de pessoas e alcança a dimensão estratégica da sustentabilidade corporativa. Este trabalho analisa, a partir de revisão bibliográfica, de que maneira o pilar social do ESG reconfigura as políticas e práticas de gestão de pessoas nas organizações contemporâneas e, sobretudo, onde residem as contradições desse processo. O levantamento foi realizado em bases como *Scielo*, o Portal de Periódicos CAPES e o *Google Scholar*, contemplando produções publicadas entre 2010 e 2024. A análise da literatura identificou que, embora as empresas com melhores índices ESG no Brasil já tenham formalizado políticas voltadas à força de trabalho nas dimensões de saúde e segurança, treinamento e desenvolvimento e diversidade e oportunidade, persiste um hiato relevante entre o que está prescrito e o que efetivamente se pratica (Schleich, 2022). Pesquisas empíricas revelam que as organizações respondem de forma heterogênea às pressões por avaliações ESG, ora ajustando práticas substantivas, ora implementando mudanças apenas discursivas e simbólicas (Clementino; Perkins, 2021). Na perspectiva dos colaboradores, o bem-estar no trabalho emerge como condição central para a sustentabilidade social organizacional, mediado pela percepção de justiça, civilidade e florescimento no ambiente laboral (Abid *et al*., 2020). No campo do recrutamento e seleção, o ESG tem tensionado as organizações a promoverem diversidade cultural de forma genuína, mas enfrenta estereótipos estruturais que persistem a despeito do discurso corporativo inclusivo (Ferreira; Nunes; Batista, 2024). Conclui-se que a agenda ESG representa menos uma ruptura do que um tensionamento das lógicas organizacionais vigentes, exigindo da gestão de pessoas uma transformação que vai além da formalização de políticas e implica rever estruturas de poder e processos que organizam o trabalho nas empresas.

Palavras-chave: Sustentabilidade Organizacional; Relações de Trabalho; Isomorfismo Institucional.

1 INTRODUÇÃO

Há cerca de duas décadas, o relatório *Who Cares Wins*, publicado pelo Pacto Global da ONU em 2004, sistematizou os critérios ESG como métricas de investimento responsável. O que nasceu como iniciativa voltada a investidores institucionais tornou-se, progressivamente, uma linguagem organizacional de amplo alcance, mobilizando empresas, reguladores e mercados em escala global (Schleich, 2022). No Brasil, esse movimento ganhou contornos normativos com a Resolução CVM n. 59/2021, que instituiu a obrigatoriedade do modelo

DOI: 10.51189/vii-coninters/81131

pratique ou explique para companhias abertas a partir de 2023, sinalizando que o ESG deixou de ser diferencial voluntário para se tornar expectativa institucional.

O que esse percurso revela, porém, não é apenas a expansão de uma agenda de sustentabilidade. Revela também a capacidade de um conjunto de exigências externas de remodelar, ou ao menos pressionar, a maneira como as organizações se estruturam internamente, como gerem suas pessoas e como narram essas práticas para o mundo. É justamente nessa reconfiguração interna que este trabalho se situa, com foco particular na área de Recursos Humanos, que ocupa posição estratégica na implementação do pilar social do ESG.

A questão que orienta este estudo parte de uma inquietação concreta: o avanço da agenda ESG nas políticas de gestão de pessoas representa, de fato, mudança estrutural nas relações de trabalho, ou estamos diante de um processo predominantemente simbólico, em que o discurso da sustentabilidade avança mais rápido do que as práticas que deveriam sustentá-lo? Essa pergunta ganha respaldo empírico quando se observa que Schleich (2022), ao analisar 106 empresas brasileiras pelo sistema *Refinitiv* ESG *Scores*, constatou que grande parte das organizações com melhores índices ESG já formalizou políticas relacionadas à força de trabalho, mas a prática efetiva permanece consistentemente aquém dessas políticas. O achado não é periférico: aponta para uma distância entre o que se declara e o que se faz, distância que o campo de Organizações, Mercado e Trabalho tem obrigação de examinar com rigor.

Alvares e Souza (2016) já haviam sinalizado, em revisão bibliográfica sobre sustentabilidade na gestão de pessoas, que práticas voltadas aos colaboradores como *stakeholders* internos estão positivamente associadas à imagem organizacional, à retenção de talentos e ao desempenho financeiro. Os autores alertaram, entretanto, para o caráter ainda emergente do campo e para a necessidade de produção científica que confronte o potencial dessas práticas com as condições reais em que são implementadas. Quase uma década depois, Ferreira, Nunes e Batista (2024) reafirmam esse diagnóstico ao evidenciar que muitas organizações brasileiras declaram compromisso com a diversidade em sua missão e valores, mas mantêm quadros funcionais com predomínio de pessoas brancas, sobretudo nas posições de liderança.

Há, portanto, uma tensão estrutural entre o ESG como imperativo institucional e o ESG como transformação organizacional efetiva. Essa tensão é o objeto que este trabalho se propõe a mapear, a partir de revisão da literatura, contribuindo para o debate sobre as condições sob as quais a agenda de sustentabilidade pode, de fato, reconfigurar as relações de trabalho nas organizações contemporâneas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

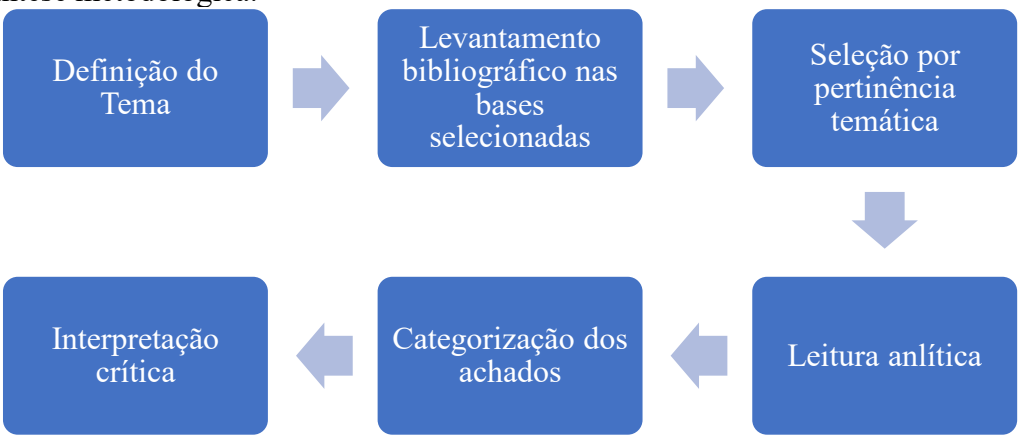
A pesquisa adota abordagem qualitativa e foi desenvolvida por meio de revisão bibliográfica exploratória de caráter não sistematizado. Essa modalidade de investigação é adequada para a compreensão inicial de fenômenos complexos e emergentes, permitindo reunir e analisar contribuições teóricas relevantes para a construção de interpretações e reflexões críticas sobre determinado tema (Marconi; Lakatos, 2021). O levantamento bibliográfico foi realizado entre março e maio de 2025 nas bases SciELO, Portal de Periódicos CAPES e Google Scholar, utilizando os descritores: ESG, gestão de pessoas e sustentabilidade, pilar social ESG Brasil, diversidade organizacional e ESG, e bem-estar no trabalho e sustentabilidade social. Foram priorizadas publicações entre 2010 e 2024 que apresentassem aderência ao objetivo do estudo. Por se tratar de uma revisão bibliográfica exploratória não sistematizada, a busca teve caráter flexível e foi orientada pela pertinência temática, não sendo adotado protocolo quantitativo de rastreamento e exclusão dos estudos.

A seleção dos trabalhos ocorreu por conveniência e pertinência temática, considerando a relevância das contribuições para a discussão da dimensão social do ESG e sua interface com

a gestão de pessoas. Foram incluídos estudos com enfoque explícito na relação entre sustentabilidade corporativa, trabalho e gestão organizacional, sendo excluídas publicações centradas exclusivamente nas dimensões financeira ou ambiental do ESG.

O corpus analítico foi composto por estudos de referência nacionais e internacionais, dentre os quais se destacam Schleich (2022), Clementino e Perkins (2021), Abid et al. (2020), Alvares e Souza (2016) e Ferreira, Nunes e Batista (2024). Fundamentada no neoinstitucionalismo organizacional de Meyer e Rowan (1977) e DiMaggio e Powell (1983), bem como nos estudos críticos em gestão de pessoas e na literatura sobre sustentabilidade social nas organizações, a análise foi conduzida de forma temática e interpretativa.

Síntese metodológica:



Fonte: Dados da pesquisa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 ESG como pressão institucional: o que muda e o que fica

Antes de qualquer análise sobre os impactos do ESG na gestão de pessoas, é necessário compreender o mecanismo pelo qual essa agenda se difunde nas organizações. DiMaggio e Powell (1983), ao sistematizarem o conceito de isomorfismo institucional, identificaram três mecanismos pelos quais as práticas se propagam em campos organizacionais: pressão coercitiva, de origem regulatória; pressão normativa, exercida por associações profissionais e pela academia; e pressão mimética, decorrente da imitação de organizações percebidas como bem-sucedidas. Os três mecanismos operam simultaneamente na difusão do ESG no contexto brasileiro, o que, por um lado, acelera a adoção formal de políticas e relatórios, mas, por outro, não garante que essas políticas sejam acompanhadas por mudanças substantivas nas práticas cotidianas de gestão.

É exatamente o que a evidência empírica mais consistente disponível para o contexto nacional confirma. Schleich (2022), ao analisar os ratings de 106 empresas brasileiras pelo sistema *Refinitiv* ESG *Scores* no período de 2015 a 2019, verificou que, entre as organizações classificadas nos níveis mais elevados de ESG, todas possuem políticas formais relacionadas à força de trabalho nas dimensões de saúde e segurança, treinamento e desenvolvimento e diversidade e oportunidade. A efetividade prática dessas políticas é, contudo, sistematicamente menor: apenas 6,2% das empresas da amostra registravam metas mensuráveis em diversidade e oportunidade, e somente 26,9% contratavam fornecedores especializados em treinamento ESG. Há política escrita; a prática fica para trás.

Clementino e Perkins (2021), a partir de estudo qualitativo com 18 empresas italianas submetidas a avaliações ESG, identificaram que as respostas corporativas a essas avaliações são muito mais heterogêneas do que a literatura até então supunha. Os autores construíram uma

tipologia de quatro categorias de resposta, conformidade passiva, conformidade ativa, resistência passiva e resistência ativa, e demonstraram que a maioria das organizações conforma-se prioritariamente ajustando sua comunicação e seus relatórios e não promovendo mudanças estruturais em processos e práticas. Mais do que isso, Meyer e Rowan (1977) verificaram que algumas empresas adotaram estratégias de *gaming* (manipulação estratégica de indicadores), melhorando seus *scores* sem alterar seu desempenho substantivo em ESG. Esse achado ressoa com a noção de *decoupling* (desacoplamento entre discurso e prática), conceito pelo qual organizações desacoplam suas estruturas formais de suas práticas cotidianas para obter legitimidade sem incorrer nos custos de uma transformação real.

Para o campo da gestão de pessoas, esses resultados têm implicações diretas. Se a conformidade dominante é simbólica, então o ESG tem produzido, sobretudo, uma reconfiguração do discurso das organizações sobre trabalho e pessoas, e não necessariamente uma transformação das relações que estruturam esse trabalho.

3.2 O pilar social e o bem-estar dos trabalhadores: entre a prescrição e a experiência

O componente social do ESG orienta as organizações a garantirem condições de trabalho que promovam saúde, segurança, equidade e florescimento humano. Essa prescrição encontra fundamento teórico na literatura sobre bem-estar organizacional, campo que tem avançado além das definições clássicas centradas em saúde e segurança para incorporar dimensões relacionais, como a percepção de justiça, a civilidade no ambiente de trabalho e a experiência de *thriving* (desenvolvimento pleno no trabalho), conceito que articula vitalidade e aprendizagem contínua como condições para o desenvolvimento humano sustentável nas organizações.

Abid *et al*. (2020), em estudo quantitativo com 804 colaboradores de diferentes setores na Ásia do Sul, testaram um modelo de mediação sequencial que demonstra como a percepção de justiça organizacional influencia o bem-estar subjetivo dos trabalhadores por meio da civilidade no trabalho e do florescimento. Os resultados indicaram que organizações que promovem tratamento equitativo geram, de forma encadeada, ambientes mais civis, onde as pessoas sentem-se respeitadas e reconhecidas, e que esse ambiente, por sua vez, fomenta o florescimento dos colaboradores, expresso por maior aprendizagem, vitalidade e satisfação com a vida. Os autores concluem que, para as organizações que aspiram à sustentabilidade social, o foco exclusivo em indicadores financeiros ou ambientais é insuficiente: a dimensão humana do trabalho exige atenção estruturada e contínua.

O que torna essa perspectiva relevante para o debate sobre ESG e gestão de pessoas é a constatação de que os mecanismos que produzem bem-estar no trabalho não são os mesmos que produzem uma boa nota em um sistema de avaliação. Ter uma política de saúde e segurança formalizada não é equivalente a construir um ambiente de trabalho justo, civil e favorável ao florescimento. Essa distância, entre o que se declara e o que os trabalhadores efetivamente experimentam, é precisamente o hiato que a agenda ESG, em sua versão mais prescritiva, ainda não conseguiu endereçar com consistência.

3.3 Diversidade e recrutamento: o ESG entre o discurso e a barreira estrutural

Dentre as dimensões do pilar social, a diversidade tem ocupado espaço crescente nas políticas formais de RH de empresas com melhores índices ESG. Schleich (2022) verificou que a totalidade das empresas classificadas nos níveis A+ a B+ no sistema *Refinitiv* possui políticas formais de diversidade e oportunidade. Essa concentração de políticas escritas contrasta, porém, com a escassez de metas mensuráveis: apenas metade das empresas com rating A+ registrava

targets (metas organizacionais) internos de diversidade, proporção que cai para cerca de 16% entre as classificadas como B+.

No plano das práticas de recrutamento e seleção, Ferreira, Nunes e Batista (2024), em pesquisa qualitativa com seis gestores de recursos humanos, identificaram que, embora algumas organizações tenham avançado na representatividade de negros e pessoas LGBT em cargos de gestão, o processo de mudança ainda é fragmentado, dependente da sensibilidade individual de líderes e não estruturado em metas organizacionais verificáveis. As autoras observam que o discurso corporativo sobre diversidade frequentemente coexiste com práticas seletivas permeadas por estereótipos de gênero e raça, dinâmica que não se dissolve pela existência de uma política formal, mas que requer intervenção ativa e sistemática nos processos de recrutamento, avaliação e promoção.

Essa tensão entre declaração e prática ganha densidade teórica quando examinada pelo isomorfismo mimético: as organizações adotam políticas de diversidade porque seus pares e concorrentes o fazem e porque isso melhora sua posição em *rankings* de sustentabilidade, não necessariamente porque promoveram uma reflexão crítica sobre as estruturas de desigualdade que atravessam suas próprias práticas de gestão. A contribuição de Alvares e Souza (2016) é oportuna aqui: ao mapearem que práticas sustentáveis voltadas aos colaboradores geram imagem organizacional positiva e vantagem competitiva, os autores revelam, inadvertidamente, que o incentivo primário para a adoção dessas práticas é reputacional, o que não garante profundidade transformativa.

O ESG, portanto, tem funcionado como indutor de diversidade, mas ainda não como catalisador de equidade. A diferença é substantiva: induzir implica ampliar visibilidade e criar políticas; catalizar implica remover as barreiras estruturais, o racismo, o sexismo, o capacitismo, que produzem as desigualdades que as políticas de diversidade pretendem corrigir. Enquanto essa distinção não for incorporada à agenda de gestão de pessoas das organizações, o ESG no campo da diversidade seguirá sendo mais símbolo do que transformação.

4 CONCLUSÃO

Ao término deste percurso analítico, é possível afirmar que o ESG representa um vetor real de transformação da gestão de pessoas nas organizações brasileiras, mas uma transformação que opera, por ora, mais fortemente na dimensão simbólica e prescritiva do que na dimensão das práticas cotidianas e das estruturas de poder que organizam o trabalho.

O que a literatura revisada demonstra, de forma consistente, é que há um hiato entre o que o ESG exige formalmente das organizações e o que essas organizações efetivamente entregam. Schleich (2022) documenta esse hiato com precisão empírica no contexto brasileiro. Clementino e Perkins (2021) revelam os mecanismos pelos quais ele é produzido e sustentado: o *gaming*, o *decoupling*, a conformidade que ajusta discursos sem alterar práticas. Abid *et al*. (2020) sinalizam que o bem-estar dos trabalhadores, condição central da sustentabilidade social, não emerge de políticas escritas, mas de ambientes organizacionais que praticam, de fato, justiça, civilidade e reconhecimento. E Ferreira, Nunes e Batista (2024) mostram que, no recrutamento e na seleção, os estereótipos estruturais persistem mesmo nas organizações que se declaram comprometidas com a diversidade.

O argumento que se consolida não é o de que o ESG falha. É que sua versão predominantemente instrumental, voltada à melhoria de *scores* e à gestão de reputação, é insuficiente para promover a transformação que o mundo do trabalho requer. Há uma agenda ESG que serve à legitimação corporativa, e há uma agenda ESG que pode, se levada a sério, reconfigurar as relações laborais. A diferença entre elas não está nos documentos: está nas escolhas que as organizações fazem quando nenhum auditor ou índice está avaliando.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81131

Como limitação, este estudo está circunscrito à literatura disponível, sem dados primários que permitam verificar diretamente as percepções de trabalhadores e gestores sobre as transformações em curso. Pesquisas futuras que combinem análise de relatórios ESG com investigação de campo junto a diferentes níveis hierárquicos das organizações, e que se debrulem especialmente sobre organizações de pequeno e médio porte, ainda pouco contempladas na literatura nacional, poderão revelar dimensões que a revisão bibliográfica, por sua natureza, não alcança.

REFERÊNCIAS

ABID, Ghulam; AHMED, Saira; ELAHI, Natasha Saman; ILYAS, Sehrish. Antecedents and mechanism of employee well-being for social sustainability: a sequential mediation. **Sustainable Production and Consumption**, v. 24, p. 79-89, 2020. DOI: 10.1016/j.spc.2020.06.011.

ALVARES, Karen Pereira; SOUZA, Irineu Manoel de. Sustentabilidade na gestão de pessoas: práticas e contribuições às organizações. **Revista Gestão Organizacional**, v. 9, n. 2, p. 24-38, 2016. DOI: 10.22277/rgo.v9i2.3285.

CLEMENTINO, Ester; PERKINS, Richard. How do companies respond to environmental, social and governance (ESG) ratings? Evidence from Italy. **Journal of Business Ethics**, v. 171, n. 2, p. 379-397, 2021. DOI: 10.1007/s10551-020-04441-4.

CVM – COMISSÃO DE VALORES MOBILIÁRIOS. Resolução CVM n. 59, de 22 de dezembro de 2021. Brasília: CVM, 2021. Disponível em: http://conteudo.cvm.gov.br/legislacao/resolucoes/resol059.html. Acesso em: 25 abril de 2025.

DIMAGGIO, Paul J.; POWELL, Walter W. The iron cage revisited: institutional isomorphism and collective rationality in organizations. **American Sociological Review**, v. 48, n. 2, p. 147-160, 1983. DOI: 10.2307/2095101.

FERREIRA, Cláudia Aparecida Avelar; NUNES, Simone Costa; BATISTA, Renata Cristina Gomes. O papel da gestão de pessoas na sustentabilidade das empresas: recrutamento e seleção. In: **XII SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE GESTÃO DE PROJETOS, INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE (SINGEP-CIK)**, 2024, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: UNINOVE, 2024.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Metodologia Científica. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2021.

MEYER, John W.; ROWAN, Brian. Institutionalized organizations: formal structure as myth and ceremony. **American Journal of Sociology**, v. 83, n. 2, p. 340-363, 1977. DOI: 10.1086/226550

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS; PACTO GLOBAL. *Who Cares Wins: Connecting Financial Markets to a Changing World*. New York: ONU, 2004. Disponível em: https://www.unglobalcompact.org. Acesso em: 05 abril 2025.

SCHLEICH, Melissa Velasco. Quais são as políticas e práticas em recursos humanos mais utilizadas pelas empresas com melhores índices ESG no Brasil? **RAE – Revista de Administração de Empresas**, v. 62, n. 5, e2021-0370, 2022. DOI: 10.1590/S0034-759020220511.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

INOVAÇÃO EM GOVERNANÇA VERDE: PLANO MUNICIPAL DE ARBORIZAÇÃO URBANA (PMAU) DE UBERLÂNDIA-MG

PATRÍCIA SARAMAGO DE OLIVEIRA; STHER MACHADO

Introdução: O avanço da urbanização e os impactos das mudanças climáticas têm intensificado problemas ambientais nas cidades brasileiras, especialmente relacionados às ilhas de calor, impermeabilização do solo, perda de biodiversidade e redução da qualidade ambiental urbana. Nesse contexto, a arborização urbana vem sendo reconhecida como infraestrutura verde estratégica para promoção da sustentabilidade, conforto térmico e resiliência climática. O município de Uberlândia/MG iniciou a implementação do Plano Municipal de Arborização Urbana (PMAU) como instrumento técnico de planejamento ambiental integrado. **Objetivo**: apresentar as estratégias técnico-operacionais adotadas na implementação do Plano Municipal de Arborização Urbana (PMAU) de Uberlândia/MG, com enfoque na governança ambiental, planejamento urbano sustentável, adaptação climática e modernização da gestão da floresta urbana. **Metodologia:** O trabalho foi desenvolvido a partir de levantamento técnico-operacional das ações municipais, análise das diretrizes do PMAU, regulamentações ambientais locais, planejamento territorial urbano e integração de ferramentas de geoprocessamento, inventário arbóreo e educação ambiental. Também foram considerados os processos de modernização digital da gestão ambiental e participação comunitária. **Relato de experiência:** Entre as principais ações executadas e em desenvolvimento destacam-se: regulamentação técnica do manejo arbóreo; início do inventário arbóreo quali-quantitativo georreferenciado; identificação de áreas com déficit de arborização e ilhas de calor; fortalecimento da produção de mudas nativas do Cerrado; implantação de protocolos digitais ambientais; desenvolvimento de chatbot para atendimento ao cidadão; campanhas educativas; criação da Versão Cidadã do PMAU; além da capacitação técnica por meio do I Curso de Poda e Supressão do município. O projeto prevê ainda implantação de corredores verdes, mapas arbóreos inteligentes e ampliação de áreas permeáveis. **Conclusão:** O PMAU de Uberlândia demonstra potencial para consolidar a arborização urbana como política pública estruturante, integrando sustentabilidade, tecnologia, participação cidadã e adaptação climática, contribuindo para construção de cidades mais resilientes, saudáveis e ambientalmente inteligentes.

Palavras-chave: **SUSTENTABILIDADE; CIDADES RESILIENTES; GOVERNANÇA AMBIENTAL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/81216

AÇÕES PEDAGÓGICAS PARA A CONSCIENTIZAÇÃO SOBRE A GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

ROGER SOARES JESUS DE MELLO, ANA PAULA FREITAS DE LIMA; CÁSSIA STEFANINI VIEIRA; PRISCILA BORGES DALBEM GASPAR;

RESUMO

Este trabalho apresenta o relato de experiência do projeto interdisciplinar "Semana EcoAtiva", desenvolvido na ETEC José Miguel Soares, localizada no município de Itapevi, São Paulo. O projeto foi realizado no ano de 2025, especificamente entre os dias 02 e 06 de junho; o evento pedagógico foi planejado e executado em comemoração à Semana do Meio Ambiente. A iniciativa buscou integrar de forma transversal e orgânica as disciplinas de Língua Portuguesa, Biologia, Geografia e Projeto Integrador com a temática socioambiental contemporânea, elegendo como foco central o descarte correto de resíduos sólidos, a economia circular e a sustentabilidade global. Por meio de uma metodologia ativa de aprendizagem baseada em projetos, que envolveu o protagonismo estudantil, o corpo discente investigou temas complexos distribuídos em oito eixos temáticos estratégicos, que abrangeram desde o ciclo das cadeias produtivas e a logística reversa até a engenharia de contenção dos aterros sanitários e estudos de caso de concessionárias de saneamento. Para expressar os conhecimentos adquiridos, os estudantes produziram múltiplos gêneros textuais e mídias digitais, tais como infográficos analíticos, artigos de opinião, reportagens investigativas, *podcasts*, cartilhas e poemas. O cronograma do evento contou com uma palestra de abertura proferida pelo Secretário Municipal do Meio Ambiente, além de cine-debates e orientações técnicas. O projeto culminou em uma Feira Ambiental de ampla exposição comunitária, apresentações de maquetes interativas tridimensionais, dinâmicas de conscientização e um desfile temático de moda sustentável focado no reaproveitamento criativo de papéis e plásticos. Os resultados qualitativos indicam que a fusão sinérgica entre as competências comunicativas linguísticas e a educação ecológica atua como uma ferramenta altamente transformadora da realidade local. Portanto, a ação foi eficaz para estimular de forma prática o protagonismo juvenil, a responsabilidade pós-consumo e a formação cidadã consciente diante dos graves impactos gerados pelos resíduos na sociedade contemporânea.

Palavras-chave: Coleta seletiva; Economia circular; Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A sociedade contemporânea enfrenta severos desafios associados ao crescimento demográfico urbano e ao consequente aumento na geração de resíduos sólidos. O descarte inadequado de materiais e a mentalidade baseada no consumo linear configuram vetores significativos de degradação ambiental, contaminação de recursos hídricos, proliferação de vetores de doenças e agravamento da crise climática global (Carson, 2010; Krenak, 2019; Sachs, 2002). Diante desse cenário, a inserção da Educação Ambiental no ecossistema escolar consolida-se como um imperativo legal e ético, conforme preconizado por diretrizes pedagógicas consolidadas que enfatizam a necessidade de práticas contínuas e transversais em todas as modalidades de ensino, assegurando a interdisciplinaridade em componentes curriculares da base comum (Dias, 2001; Loureiro, 2004).

DOI: 10.51189/vii-coninters/81252

No âmbito da Educação Profissional e Tecnológica (EPT), a articulação entre o conhecimento técnico e a sensibilidade social ganha contornos ainda mais estratégicos (Benevides, 2007; Sen, 2010). As Escolas Técnicas Estaduais (ETECs) possuem o papel fundamental de capacitar profissionais que não apenas dominem competências operacionais, mas que também atuem como agentes transformadores e promotores do desenvolvimento sustentável em suas comunidades (Jacobi, 2003). Sob essa premissa, a ETEC José Miguel Soares, em Itapevi, idealizou o projeto "Semana EcoAtiva" durante o ano letivo de 2025 (Etec José Miguel Soares, 2025a).

O diferencial metodológico da proposta residiu no seu caráter eminentemente interdisciplinar, estabelecendo uma ponte direta entre a área de códigos e linguagens, especificamente o componente curricular de Língua Portuguesa e as ciências da natureza e da gestão (Fazenda, 2002). A justificativa pedagógica ancora-se no princípio de que a conscientização ecológica efetiva não ocorre de forma puramente teórica ou abstrata; ela demanda o aprimoramento das capacidades de leitura, análise de dados, argumentação e expressão dos discentes (Sato; Carvalho, 2005). Ao utilizar gêneros textuais variados e novas mídias para comunicar soluções ambientais, os alunos tornam-se produtores ativos de conhecimento científico, técnico e cultural (Moran, 2015).

Dessa forma, o objetivo principal deste resumo expandido é relatar e analisar criticamente o planejamento, a execução e os desdobramentos pedagógicos da "Semana EcoAtiva" (Etec José Miguel Soares, 2025b). O foco do projeto centrou-se em fomentar discussões críticas acerca da preservação ambiental, destrinchando as etapas cruciais que envolvem a destinação final de resíduos e a transição para modelos econômicos ecologicamente viáveis (Brasil, 2010; Carvalhal, 2021).

2 RELATO DE CASO/EXPERIÊNCIA

A execução do projeto "Semana EcoAtiva" ocorreu ao longo de uma jornada intensiva de atividades cronometradas entre 02 e 06 de junho de 2025. A fim de garantir o aprofundamento teórico e a diversidade prática, a coordenação pedagógica e o corpo docente estruturaram as ações combinando os saberes escolares a roteiros institucionais predefinidos (Etec José Miguel Soares, 2025b). O projeto foi dividido em oito grandes eixos temáticos compartilhados entre as turmas da instituição, integrando transversalmente as competências de Língua Portuguesa às ciências socioambientais:

1. Ciclo da Cadeia Produtiva e Logística Reversa: Focado na compreensão macroeconômica dos produtos e alinhado aos preceitos legais de responsabilidade compartilhada pós-consumo (Brasil, 2010). Os estudantes mapearam as etapas fabris e comerciais por meio da criação de infográficos visuais, redigiram artigos de divulgação científica contextualizando a sustentabilidade e realizaram estudos de caso focados em corporações reais que operam com sistemas eficientes de logística reversa. Adicionalmente, produziram *podcasts* gravados a partir de entrevistas com profissionais da área.

2. Consequências do Descarte Incorreto: Destinado a evidenciar os riscos humanos e ecológicos da má gestão dos resíduos, remetendo aos alertas históricos da literatura sobre os impactos severos da ação antrópica na natureza (Carson, 2010). Os alunos elaboraram reportagens investigativas densas cobrindo impactos na saúde pública, exibiram minidocumentários com depoimentos reais e expressaram a urgência do tema por vias artísticas, desenvolvendo contos literários, crônicas narrativas, poemas e composições musicais autorais.

3. Os 5Rs (Repensar, Reduzir, Reutilizar, Reciclar, Recusar): Concentrado na indução de mudanças comportamentais cotidianas e no engajamento sistêmico individual (Carvalhal, 2021). Foram confeccionados guias práticos em formato de cartilhas, campanhas publicitárias com *slogans* e cartazes de conscientização, histórias em quadrinhos abordando dilemas de consumo e vídeos tutoriais de passo a passo.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81252

4. Coleta Seletiva e seus Benefícios: Abordou a importância da triagem correta na origem e sua íntima correlação com a cidadania ativa e a sustentabilidade social (Jacobi, 2003). A produção estudantil envolveu a redação de manuais técnicos de instruções, artigos de opinião debatendo os ganhos econômicos municipais e jogos educativos interativos. Um ponto de destaque foi a realização de entrevistas gravadas com catadores de materiais recicláveis, valorizando a dimensão social e profissional dessa categoria.

5. Tempo de Vida dos Resíduos: Eixo científico focou na durabilidade dos materiais descartados estimulando a reflexão crítica fundamentada na educação ambiental emancipatória (Loureiro, 2004). Os alunos criaram linhas do tempo infográficas demonstrando os séculos necessários para a degradação de plástico, vidro e metal, amparados por textos expositivos sobre processos químicos e físicos de decomposição. Foram também conduzidos experimentos em laboratório e publicados *posts* em redes sociais para rápida divulgação informativa.

6. Economia Circular do Lixo: Propôs alternativas ao modelo linear de extração e descarte, tangenciando soluções voltadas ao ecodesenvolvimento (Sachs, 2002). Os discentes redigiram ensaios teóricos demonstrando como subprodutos tornam-se matérias-primas, desenharam fluxogramas comparativos detalhados, publicaram reportagens sobre *startups* e projetos inovadores de *upcycling* e realizaram debates em plenária.

7. Gestão de Resíduos (Estudo de Caso EcoUrbis): Análise técnico-profissional da infraestrutura operacional urbana, valendo-se do uso das novas mídias e metodologias ativas para a difusão do conhecimento (Moran, 2015). Com base no exame de relatórios institucionais da empresa concessionária EcoUrbis e em diálogos diretos com engenheiros e técnicos do setor, as turmas realizaram visitas virtuais imersivas em formato de Tour 360° pelas instalações de triagem e produziram peças noticiosas jornalísticas.

8. Aterro Sanitário: Investigação da engenharia de contenção de rejeitos finais sob uma perspectiva metodológica voltada à superação de desafios socioambientais (Sato; Carvalho, 2005). Os alunos debruçaram-se sobre textos descritivos, artigos técnicos e uma visita *in loco* no aterro sanitário da cidade de Itapevi/SP gerenciado pela empresa Orizon para compreender as camadas de impermeabilização do solo, sistemas de captação de chorume e queima de biogás. Este eixo subsidiou debates sobre alternativas de aterramento e impulsionou a construção física de maquetes estruturais realistas.

O cronograma operacional da semana foi executado de forma rigorosa para cobrir todas as frentes de apresentação e divulgação planejadas pela comunidade escolar (Etec José Miguel Soares, 2025a):

Segunda-feira (02/06): A abertura oficial ocorreu às 9h20 com a palestra do Secretário Municipal do Meio Ambiente, Paulo Rogério de Almeida, situando os desafios ambientais locais. Às 10h, iniciou-se a exposição dos alunos dos 1°s anos, que apresentaram suas maquetes ecológicas para sensibilização da comunidade interna. Posteriormente, às 11h30, o auditório da escola sediou um desfile de moda sustentável organizado pelos alunos dos 2°s anos, evidenciando alto teor de criatividade por meio da confecção de vestimentas completas a partir de papéis reaproveitados de livros descartados e plásticos recicláveis.

Terça-feira (03/06): Focada no aprofundamento institucional, contou com uma palestra técnica ministrada por especialistas convidados da Secretaria do Meio Ambiente às 10h20, gerando discussões conceituais com os estudantes sobre políticas públicas e sustentabilidade municipal.

Quarta-feira (04/06): Dedicada à linguagem audiovisual, os professores presentes na escola neste dia gerenciaram sessões de cine-debate com a exibição de filmes e documentários focados na crise climática e na gestão global do lixo, sedimentando o aprendizado por meio de análises críticas dirigidas.

Quinta-feira (05/06): Marcou o ápice acadêmico do projeto com a realização da Feira Ambiental, iniciada às 9h20. Os alunos dos 3°s anos distribuíram-se pelas salas de aula para

DOI: 10.51189/vii-coninters/81252

atuar como palestrantes e expositores, utilizando *displays* digitais e cartazes para demonstrar suas pesquisas teóricas e soluções sustentáveis. Cada banca discente realizou apresentações rotativas com duração estimada de 15 a 20 minutos por grupo de ouvintes.

Na sexta-feira (06/06), o encerramento formal do evento teve início às 8h, no auditório institucional, com a apresentação de um desfile de moda sustentável, desenvolvido a partir da utilização de materiais recicláveis: tecidos reutilizados, plásticos e papéis. A atividade mobilizou toda a comunidade escolar e promoveu uma saudável integração entre as séries, despertando grande envolvimento e espírito colaborativo entre os alunos.

A organização do desfile ocorreu por série, sendo que cada turma ficou responsável por definir um tema, selecionar os materiais que seriam utilizados e, a partir disso, elaborar o *design* das peças apresentadas. Além da criação das roupas, também foi solicitado que os estudantes desenvolvessem um contexto explicativo para ser recitado durante o desfile, justificando a escolha do tema e dos insumos utilizados, reforçando a proposta de conscientização ambiental do projeto. Em consonância com a filosofia ecológica que norteou toda a iniciativa, a etapa final consistiu na desmontagem das estruturas e na triagem dos materiais utilizados, realizada de forma coordenada pelas equipes de alunos designadas. A ação garantiu a organização, limpeza e destinação correta dos resíduos e insumos empregados nos espaços comuns da escola.

3 DISCUSSÃO

A análise dos resultados coletados na "Semana EcoAtiva" revela que a integração curricular pretendida atingiu elevados níveis de eficiência pedagógica. A literatura especializada em Educação Ambiental aponta que as ações escolares frequentemente falham em limitar-se a abordagens puramente teóricas ou pontuais. O desenho metodológico deste projeto tendeu a superar essa limitação ao transformar os estudantes em pesquisadores e comunicadores ativos. A conexão estabelecida com as bases curriculares do componente curricular de Língua Portuguesa mostrou-se o eixo catalisador do engajamento estudantil. Ao exigir que dados técnicos sobre logística reversa, tempo de decomposição e engenharia sanitária fossem convertidos em infográficos, *podcasts*, reportagens investigativas, ensaios teóricos e manuais de instrução, os docentes forçaram o exercício prático da transposição didática e da apropriação conceitual. O domínio de diferentes gêneros textuais e mídias demonstrou que o letramento científico avança de forma sólida quando associado a problemas tangíveis da realidade social dos discentes.

A fundamentação teórica que norteou as pesquisas baseada em alertas clássicos sobre os impactos ecológicos de ações humanas, como as reflexões de Rachel Carson em *Primavera Silenciosa*, e em premissas contemporâneas de engajamento sistêmico e individual, como as propostas por André Carvalhal serviu de estofo argumentativo para as produções escritas e debates em sala. Essa base literária de alto valor crítico permitiu aos estudantes qualificar suas falas durante a Feira Ambiental e as sabatinas com a comunidade. Observou-se, ademais, uma clara gradação de maturidade nas produções conforme o nível modular das turmas. Enquanto as turmas de 1° ano concentraram seus esforços na materialização tridimensional de conceitos por meio de maquetes físicas, os alunos de 2° ano acionaram competências de expressão corporal, estética e reaproveitamento de materiais na passarela de moda. Já as turmas de 3° ano demonstraram aptidão técnica sênior ao debater arranjos de economia circular e destrinchar estudos operacionais complexos de concessionárias de saneamento básico, comprovando a consolidação das habilidades profissionais requeridas pelo nível de ensino. O envolvimento prático até a etapa final de desmontagem e limpeza reforçou a internalização dos conceitos éticos de responsabilidade pós-consumo partilhada. Como demostrado nas figuras abaixo, as apresentações dos alunos aconteceram em diversos formatos.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81252

Imagem 1: Apresentação do seminário sobre tempo de vida dos resíduos;

fonte: autores, 2026.

Imagem 2: Apresentação do Seminário a vida natural:

fonte: autores, 2026.

4 CONCLUSÃO

A realização da "Semana EcoAtiva" na ETEC José Miguel Soares consolidou-se como uma experiência pedagógica de elevado impacto formativo para a comunidade escolar de Itapevi. O projeto demonstrou com sucesso a viabilidade de romper o isolamento tradicional das disciplinas escolares, provando que temas de alta relevância técnica e ecológica, como a gestão de resíduos e a transição para a economia circular, podem impulsionar o refinamento de competências de comunicação, leitura crítica e argumentação em Língua Portuguesa.

A diversidade das entregas acadêmicas e artísticas englobando desde a construção de maquetes técnicas e *designs* sustentáveis até a formulação de mídias digitais jornalísticas evidenciou o protagonismo e o alto grau de motivação dos estudantes quando desafiados por metodologias de aprendizagem baseadas em projetos práticos. Em suma, o fomento à

consciência ambiental crítica promovido ao longo das atividades atingiu seu escopo formativo, capacitando o corpo discente a atuar como polos difusores de práticas sustentáveis e consolidando o papel da escola pública como agente dinâmico de transformação socioespacial local.

REFERÊNCIAS

BENEVIDES, M. V. **Cidadania e Direitos Humanos**. São Paulo: Ática, 2007.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2010.

CARSON, R. **Primavera Silenciosa.** São Paulo: Gaia, 2010.

CARVALHAL, A. **Como salvar o futuro: Ações para o presente**. Rio de Janeiro: Rosa dos Tempos, 2021.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental: princípios e práticas.** São Paulo: Gaia, 2001.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa.** Campinas: Papirus, 2002.

JACOBI, P. R. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade.** Cadernos de Pesquisa, n. 118, p. 189-205, mar. 2003.

KRENAK, A. **Ideias para adiar o fim do mundo.** São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

LOUREIRO, C. F. B. **Trajetória e fundamentos da educação ambiental.** São Paulo: Cortez, 2004.

MORAN, J. **Mudando a educação com metodologias ativas**. Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens. v. 2, p. 15-33, 2015.

SACHS, I. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

SEN, A. **Desenvolvimento como liberdade**. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81252

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

CIRURGIAS MINIMAMENTE INVASIVAS E A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

PEDRO STACIARINI SILVEIRA RODRIGUES; CAROLINA DE LUCCA BOAINAIN HAUY; ANA SOFIA SANTOS SOUZA; PEDRO AUGUSTO STELLA GRIZOTTO;

Introdução: As cirurgias minimamente invasivas (CMI) são aquelas que buscam máxima preservação anatômica e mínima agressão ao corpo. Comparadas às cirurgias abertas tradicionais, oferecem uma menor taxa de complicações, menos dor no pós-operatório e uma recuperação significativamente mais rápida. Além dos benefícios clínicos, sugerem menor impacto ambiental pela possibilidade de reduzir o consumo de insumos e a geração de resíduos. Assim, torna-se relevante discutir o potencial das CMI em contribuir para a sustentabilidade ambiental dos serviços de saúde. **Objetivo:** Discutir, à luz da literatura recente, como as CMI podem protagonizar uma cirurgia ambientalmente mais sustentável. **Metodologia:** Revisão integrativa da literatura, realizada nas bases PubMed e SciELO com publicações entre 2021 e 2026. A busca utilizou os descritores “cirurgia minimamente invasiva” (CMI) e “sustentabilidade ambiental”, priorizando revisões sistemáticas, *scoping reviews*, posicionamentos de sociedades cirúrgicas e estudos focados em Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) e grandes coortes para sintetizar as evidências atuais sobre pegada de carbono, gestão de resíduos e intervenções sustentáveis. **Resultados:** Embora as CMI apresentem maior pegada de carbono intraoperatória pelo alto consumo energético, ao reduzirem tempo de internação, complicações e custos, demonstram potencial de mitigação ambiental que ultrapassa o ato operatório. A ACV quantifica o impacto ambiental de um produto ou serviço "do berço ao túmulo". Ao aplicar essa métrica ao centro cirúrgico, observa-se que o impacto intraoperatório representa apenas uma parcela do custo ambiental total. Ao diminuir drasticamente a necessidade de internação, medicamentos e insumos intensivos, as CMI diminuem a dependência de recursos hospitalares, como ventilação mecânica, medicamentos e insumos intensivos. Assim, o maior custo do ato operatório pode ser compensado pela eficiência da jornada global do paciente, consolidando as CMI como capazes de transitar de uma prática de alta carga ambiental para um sistema de maior sustentabilidade. **Conclusão:** Embora hoje as CMI possam ter maior impacto intraoperatório, a combinação dos seus benefícios clínicos com intervenções estruturadas em materiais, energia e gestão de resíduos coloca a cirurgia minimamente invasiva como forte candidata a modelo de cirurgia sustentável no futuro, dependendo, sobretudo, da convergência entre inovação tecnológica, responsabilidade da indústria e políticas ambientais hospitalares rigorosas.

Palavras-chave: **CIRURGIA MINIMAMENTE INVASIVA; PEGADA DE CARBONO; SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/81304

SUSTAINABLE VALUE DYNAMICS AND WILLINGNESS TO PAY: A MIXED-METHODS ANALYSIS IN THE CONTEXT OF CIRCULAR ECONOMY SMES

LUCIO MARQUES PEÇANHA; JOÃO JOSÉ DE MATOS FERREIRA

ABSTRACT

The shift in mindset often takes longer to occur in emerging countries, where necessity frequently leads to delays in the development of satisfactory policies. With changes in organizational practices, abandoning the linear economy perspective (take–make–dispose) and focusing on the circular economy (CE), many large companies are already working to align their practices with this new perspective. This study, however, focuses on Brazilian small and medium-sized enterprises (SMEs), which are underexplored in this scenario. For them, CE represents a strategic force, which is especially important in emerging economies where efficiency in the use of available resources is decisive for survival. This study sheds light on the strategic alignment between the sustainable value propositions formulated by managers of Brazilian SMEs and also on consumers' Willingness to Pay (WTP). The methodology follows a mixed-methods study. We adopted a convergent mixed-methods design. The first qualitative phase used interviews with managers of 13 SMEs, subjected to content analysis. The second phase involved a questionnaire applied to 110 consumers of companies operating in CE. We analyzed the responses using structural equation modeling (PLS-SEM). The results demonstrated that engagement in circular purchasing is a robust predictor of WTP. Furthermore, our analysis showed that gender significantly moderates this relationship, with the female audience demonstrating greater attention to environmental costs, while family income did not act as a moderator for choices related to CE products and services, demystifying circular consumption as an elitist niche. We conclude that Brazilian circular SMEs have their resilience based on the activation of social capital and horizontal support ecosystems to compensate for the cultural stigma surrounding R-products (reused, recycled, and repurposed) and the fragility of institutional support in the Brazilian context.

Keywords: Consumer behavior; Gender moderation; Social capital

1 INTRODUCTION

The exhaustion of the linear economic model, based on the "extract, produce, discard" paradigm, has driven a profound reconfiguration in contemporary management strategies. In this scenario, the Circular Economy (CE) develops not only as a response to environmental pressures but as an indispensable strategic imperative for resilience and competitiveness (Kjærsgaard et al., 2025). The transition to circular models aligns directly with the UN Sustainable Development Goals (SDGs), specifically SDG 12 (Responsible Consumption and Production), SDG 11 (Sustainable Cities and Communities), and SDG 13 (Climate Action). Although corporate discourse is often dominated by large organizations, it is Small and Medium-sized Enterprises (SMEs) that underpin the base of the global economy, facing unique challenges — such as resource scarcity and technological barriers — when operationalizing Circular Business Models (CBMs) (Narula et al., 2023; Sulaiman & Khezri, 2025).

The theoretical foundation of this study corroborates the need to close resource loops and promote symbiosis between innovation and sustainability (Sulaiman & Khezri, 2025).

DOI: 10.51189/vii-coninters/81354

However, a critical gap persists between the consumer's declared pro-environmental intention and their effective purchasing behavior (intention-behaviour gap), where positive attitudes fail to translate into financial transactions (Rausch & Kopplin, 2021). The strategic relevance of this research ("So What?") lies in the fact that market validation is the supreme determinant for the financial survival of circular SMEs. Without the circular value proposition being perceived as intrinsically attractive and economically efficient, the concept of a "closed loop" remains a technical aspiration without commercial viability.

This study analyzes the nexus between the circular value proposition of urban Brazilian SMEs and consumers' Willingness to Pay (WTP), examining how attitudinal engagement converts into economic value. The research is guided by two central questions: (RQ1) How do SMEs operationalize these models given resource constraints? (RQ2) What is the degree of alignment between the sustainable offering and the financial reward offered by the customer? To answer these questions, the investigation is structured under a rigorous methodological framework detailed below.

2 MATERIAL E MÉTODOS

The research adopted a Convergent Mixed-Methods Design, an essential approach to integrate the "supply narrative" (managers) with the "demand validation" (consumers). This integration allows for robust meta-inference, capturing the tensions between business model structuring and market perception of value.

The exploratory phase focused on the supply side, involving 13 managers of Brazilian SMEs operating with sustainable practices. Data collection occurred between January and February 2026 (period documented according to the source context). The company selection criterion was convenience, whereby companies had to have a maximum of 10 employees and operate in an urban context. Data processing followed Bardin's (2011) Content Analysis, complemented by the Gioia et al. (2013) systematic approach to ensure inductive rigor and traceability, connecting raw evidence to high-level theoretical categories.

To validate the demand perspective, a sample of 110 Brazilian consumers was used. Statistical analysis was conducted using Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) in SmartPLS 4 software. Figure 1 presents the conceptual model for hypothesis testing. The model tested the unidimensional construct of Circular Purchase Engagement (CPE) as a predictor of Willingness to Pay (WTP), in addition to evaluating demographic moderating effects.

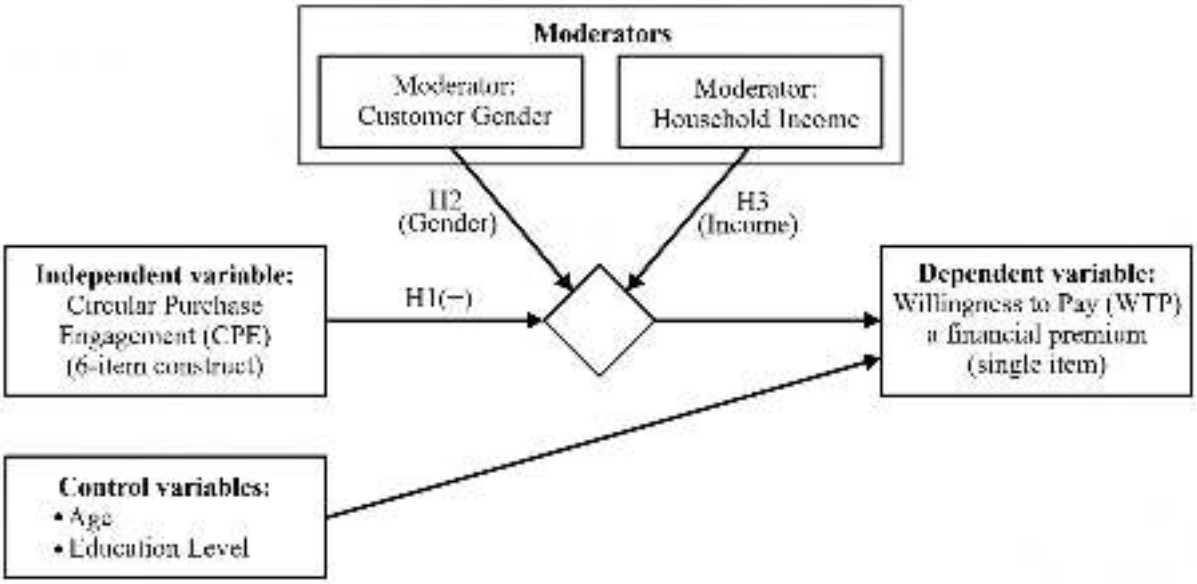


Figure 1. Conceptual model: circular SMEs value propositions and WTP

To ensure the robustness of the quantitative findings, we initially used Cronbach's Alpha and Composite Reliability (CR), with values above 0.70 (CPE presented α = 0.925 and CR = 0.941), ensuring internal consistency. We also adopted the Average Variance Extracted (AVE) with a value of 0.727 (above the 0.50 threshold), confirming convergent validity, and the HTMT (Heterotrait-Monotrait Ratio), which presented a value of 0.809, below the conservative threshold of 0.85, attesting to discriminant validity. The triangulation of these methods allows us to elucidate disparities between the firm's value promise and the customer's transactional perception, providing a systemic view of the circular ecosystem.

3 RESULTS AND DISCUSSION

The circular transition in Brazilian SMEs reveals a highly complex scenario, where the challenge lies in transposing "symbolic value" into "transactional value". In the first phase of the study, we analyzed the supply side. The managers' profile highlighted a dichotomy between "Legacy Circularity" (mature companies, such as Interviewee J's, with 38 years of operation) and "Survival Circularity" (new entrepreneurs driven by unemployment or subsistence needs). A critical finding refers to Interviewee K, who acts as a "B2B Bridge" (Business-to-Business). Her high level of education allows her to offer environmental licensing and consulting, differentiating her model from the predominantly artisanal B2C approach of managers with basic education. Table 1 presents the adopted coding matrix and empirical evidence from the study.

Table 1: Coding Matrix and Empirical Evidence

Category	Códigos de Análise	Evidência (Citações Chave)
1. Value Proposition	Reuso e Extensão de Vida; Transformação de Resíduos.	"Resgatamos móveis que seriam descartados" (L); "Uso sucata de ferro para arte" (D).
2. Motivations	Economic Need; Environmental Values; Identity.	"Need for livelihood" (C); "Not sending waste to landfills" (A).
3. Operational Barriers	Cultural Prejudice; Financial Constraint; Logistics.	"Prejudice against second-hand clothes" (B); "Lack of financial support" (C).
4. Support Networks	Informal Networks; Social Capital; Community.	"Waste pickers and the population strengthen us" (J); "Customers who spread the word" (B).
5. Customer Reaction	Symbolic Engagement; Price Orientation.	"They love it and hire us for that reason" (A); "Few seek the sustainable side, most look at the price" (L).

CE in SMEs is often driven by financial pragmatism. "Necessity entrepreneurship" shapes the adoption of the model, where resource efficiency is an economic resilience strategy. From the data obtained from the companies, we were able to move forward to analyze the demand side in the second phase of the study. Figure 2 demonstrates the final model of the analysis, as well as the explanatory power of this model..

DOI: 10.51189/vii-coninters/81354

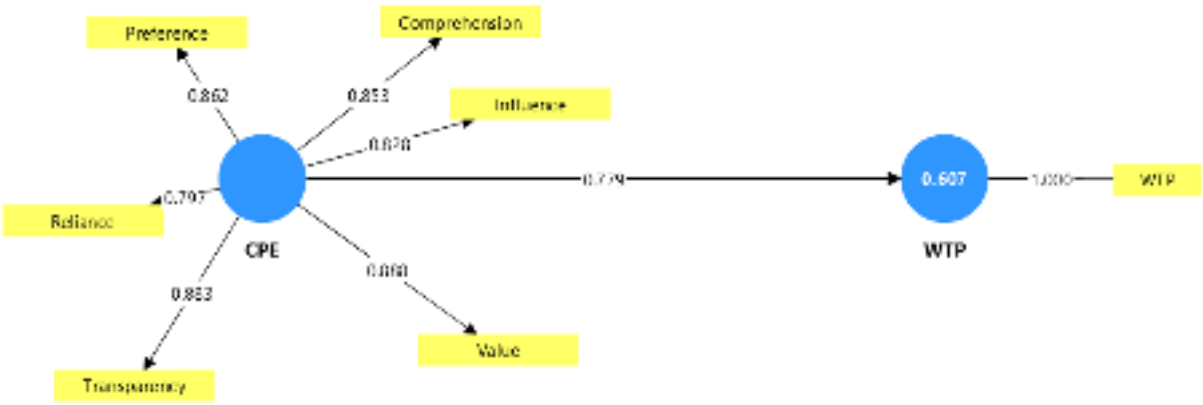


Figure 2. Structural model of the analysis

The quantitative data confirm that attitudinal engagement is the driver of financial willingness, with CPE explaining 60.7% of the variance in WTP ($R^2 = 0.607$). The result of the hypothesis test is presented in Table 2.

Table 2. Hypothesis test result..

Hypothesis	Relationship	Coefficient (β)	t-value	p-value	Result
H1	CPE → WTP	0,779	17,447	< 0,001	Suportada
H2	Moderation Gender (M-F)	-0,243*	-	0,013	Suportada
H3	Moderation Income (L-H)	-0,024	-	0,729	Rejeitada

** Difference between coefficients; indicates superior effect in the female audience.*

The acceptance of H2 corroborates that the female audience better internalizes socio-environmental costs, presenting lower transactional resistance. Crucially, the rejection of H3 (Income) underlines that circularity is not an elitist niche. Circular consumption at the base of the pyramid is driven by resilience and the search for economic advantages, democratizing the transition (Jedrzejczak et al., 2025; Toth-Peter et al., 2025).

From the two studies, it was possible to integrate the findings. Table 3 reveals the central tension between symbolic valuation and the cultural stigma of reuse.

Table 3: Joint Display (Quali-Quantitative Integration)

Analytical Dimension	Qualitative Findings	Quantitative Findings	Meta-Inference
Strength of Engagement	Valuation of reuse vs. price barrier and stigma	H1 Supported (Strong impact of CPE on WTP)	The behavior gap persists; symbolic engagement is undermined by the stigma of "used" goods
Gender Factor	Female leadership and deep engagement	H2 Supported (Superior effect in women)	The female market is the most fertile segment for circular value co-creation
Income Factor	Circularity driven by survival and	H3 Rejected (Cross-cutting by income)	Circularity is driven by economic

	pragmatism		resilience, not just ecological altruism
Ecosystem	Institutional fragility and lack of public support	Dominant contextual variable in interviews	Social capital and informal networks replace the absence of the State in sustaining the model

The interpretation of these data elucidates that, faced with institutional fragility, SMEs anchor themselves in informal relational mechanisms to overcome logistical and financial barriers. The success of the model depends on the manager's ability to convert social capital into market legitimacy, circumventing cultural prejudices (Ranta et al., 2018).

4 CONCLUSION

A singular conclusion is that our findings demystify the circular economy as a strategy restricted to luxury niches, positioning it as a cross-cutting resilience tool for SMEs. The evidence answers the research questions by demonstrating that, although SMEs successfully operationalize CE under conditions of scarcity, the financial sustainability of the model requires overcoming the cultural stigma of reuse.

We can highlight three discoveries from this study. First, we identified that attitudinal engagement (CPE) is a robust predictor of WTP, but its conversion is moderated by gender and perception of quality, not by income. Second, we demonstrated that circularity acts as a survival strategy, democratizing access to goods at the base of the pyramid through financial pragmatism. Third, we pointed out that cultural legitimacy, i.e., the deconstruction of the stigma surrounding recovered products, is the next critical step for systemic scalability.

This study is limited by cross-sectional data and social desirability bias in WTP responses. A future agenda is proposed focusing on longitudinal studies and the analysis of multilateral ecosystems, integrating the role of public authorities and NGOs in structuring incentive policies that reduce transaction costs for circular SMEs.

REFERENCES

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.

DE ANGELIS, R. Circular economy business models as resilient complex adaptive systems. **Business Strategy and the Environment**, v. 31, n. 5, p. 2245-2255, 2022.

FRISHAMMAR, J.; PARIDA, V. Circular business model transformation: A roadmap for incumbent firms. **California Management Review**, v. 61, p. 5–29, 2019.

GIOIA, D. A.; CORLEY, K. G.; HAMILTON, A. L. Seeking Qualitative Rigor in Inductive Research: Notes on the Gioia Methodology. **Organizational Research Methods**, v. 16, n. 1, p. 15–31, 2013.

HAIR, J. F. et al. **Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) Using SmartPLS 4**. [S.l.]: SmartPLS Press, 2021.

JEDRZEJCZAK, S. et al. An Integrative Model for Resilience Through Circular Business Models: Insights Using a Multilevel Perspective. **Business Strategy and the Environment**, v. 35, n. 2, p. 2633-2653, 2025.

KJÆRSGAARD, S. et al. The need for changes in how we consume: sustainable management and the rational use of resources. **Journal of Cleaner Production**, 2025.

LAUKKANEN, M.; TURA, N. Sustainable value propositions and customer perceived value: Clothing library case. **Journal of Cleaner Production**, v. 378, 134321, 2022.

NARULA, S. et al. Putting digital technologies at the forefront of Industry 5.0 for the implementation of a circular economy in manufacturing industries. **IEEE Transactions on Engineering Management**, v. 71, p. 3363-3374, 2023.

RANTA, V.; AARIKKA-STENROOS, L.; MÄKINEN, S. J. Creating value in the circular economy: A structured multiple-case analysis of business models. **Journal of Cleaner Production**, v. 201, p. 988-1000, 2018.

RAUSCH, T. M.; KOPPLIN, C. S. Bridge the gap: Consumers' purchase intention and behavior regarding sustainable clothing. **Journal of Cleaner Production**, v. 278, 123882, 2021.

REIM, W.; TABARES, S.; PARIDA, V. Small and medium-sized enterprises and the circular economy: Leveraging ecosystem strategies for circular business model implementation. **Organization & Environment**, v. 38, n. 2, p. 257-283, 2025.

SULAIMAN, A. M.; KHEZRI, M. Circular-AI symbiosis: Exploring the integration of AI in entrepreneurship to advance the circular economy ecosystem. **The International Journal of Entrepreneurship and Innovation**, 2025.

TEECE, D. J. Business models, business strategy and innovation. **Long Range Planning**, v. 43, n. 2-3, p. 172-194, 2010.

TOTH-PETER, A. et al. Are Retail Consumers Willing to Pay for All Circular Products? A Study on Consumer Perception of the Circular Economy in Retail. **Business Strategy and the Environment**, v. 34, n. 5, p. 6111-6134, 2025.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81354

EDUCAÇÃO ALIMENTAR E NUTRICIONAL NO QUILOMBO DE SIBAÚMA MACAXEIRA E SUSTENTABILIDADE SOCIAL

WILANEIDE DA SILVA CAMPOS; MARCIA LARISSA DA SILVA; ISABEL CRISTINA AMARO; SEVERINO FERNANDES DA SILVA NETO

Introdução: A partir de 1º de janeiro de 2026, a Lei nº 15.226 de 2025 elevou de 30% para 45% o percentual mínimo de recursos do Programa Nacional de Alimentação Escolar PNAE destinados à compra da agricultura familiar, priorizando comunidades tradicionais. A Educação Alimentar e Nutricional EAN é eixo obrigatório do PNAE, mas sua efetivação exige metodologias territorializadas. O Quilombo de Sibaúma, Tibau do Sul RN, tem na macaxeira um alimento símbolo de resistência e soberania alimentar. **Objetivo:** Relatar a experiência de integração da EAN, mediada pela macaxeira, como estratégia de sustentabilidade social e operacionalização da Lei 15.226 de 2025 no Quilombo de Sibaúma RN. **Relato de caso/experiência:** Intervenção pedagógica desenvolvida entre março e maio de 2026 na Escola Municipal Padre Armando de Paiva com 22 estudantes do Ensino Fundamental II, docentes, agricultores e cozinheiras, por iniciativa própria da equipe escolar. As ações incluíram integração curricular com a macaxeira como tema gerador, duas visitas pedagógicas a agricultores locais em áreas de arisco, solo arenoso e seco, e paú, solo de várzea úmido, para aprendizagem sobre manejo agroecológico diferenciado, e duas oficinas com mestras da comunidade para preparo de bolos de macaxeira. Como resultado, as receitas foram inseridas no cardápio duas vezes no mês, sendo uma vez o bolo de macaxeira e uma vez a torta de macaxeira com carne de sol, com aumento de 60% na aceitação e articulação para compra de 40kg por mês dos agricultores locais. Identificou-se que o município adquire macaxeira de outras cidades devido a entraves dos agricultores quilombolas para regularização documental exigida pelo PNAE. **Conclusão:** A EAN mediada pela macaxeira mostrou-se estratégia efetiva de sustentabilidade social e valorização cultural. A experiência revelou que a principal barreira para cumprimento da meta de 45% não é produtiva, mas burocrática, pela ausência de regularização dos agricultores. Projetos de EAN em territórios tradicionais devem ser indissociáveis de assistência técnica para regularização documental, convertendo-se em tecnologia social para segurança alimentar e geração de renda.

Palavras-chave: **AGRICULTURA FAMILIAR; CULTURA QUILOMBOLA; PNAE**

DOI: 10.51189/vii-coninters/81402

FRAGMENTAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA E CONECTIVIDADE ECOLÓGICA EM CARNAUBAIS-RN POR MEIO DE MÉTRICAS DA PAISAGEM

SUEDNA KELLY ANDRADE LOPES; ALFREDO MARCELO GRIGIO; KAMILA BARBOSA DOS SANTOS

RESUMO

A forma como o território é ocupado impacta diretamente os modos de vida locais e a disponibilidade dos recursos naturais. No semiárido brasileiro, a alta variabilidade pluviométrica e a dependência da agropecuária intensificam a vulnerabilidade socioambiental, tornando o planejamento territorial indispensável. Diante disso, o uso de geotecnologias e da Ecologia da Paisagem surge como estratégia fundamental para monitorar as transformações na cobertura vegetal. O presente estudo teve como objetivo analisar as mudanças na fragmentação da vegetação nativa no município de Carnaubais-RN, entre os anos de 2015 e 2023. A metodologia consistiu no processamento de dados espaciais no software QGIS (versão 3.34.6), utilizando a base de dados multitemporal do projeto MapBiomas (Coleção 9). As métricas de paisagem foram calculadas por meio do plugin *Landscape Ecology Statistics* (LecoS). Os resultados revelaram um processo contínuo de fragmentação da paisagem no período analisado: o número de fragmentos aumentou de 333 para 363, enquanto o tamanho médio dos fragmentos reduziu de 86,21 ha para 79,60 ha. O maior fragmento individual também sofreu redução, passando de 26.327,25 ha para 25.755,30 ha. Adicionalmente, o Tamanho Efetivo da Malha diminuiu de 24.151,42 ha para 22.965,80 ha, evidenciando a perda de conectividade estrutural na paisagem, enquanto o Índice de Coesão manteve-se estável em 9,97, indicando baixa coesão ecológica. Conclui-se que a vegetação nativa de Carnaubais-RN enfrenta um cenário de crescente vulnerabilidade, que pode estar associada à pressão antrópica no uso do solo. A acessibilidade a essas informações geoespaciais qualifica a gestão ambiental pública, fornecendo subsídios técnicos para o ordenamento territorial sustentável e para a conservação da Caatinga na região.

Palavras-chave: Caatinga; Geoprocessamento; Ecologia de Paisagem.

1 INTRODUÇÃO

A ocupação e o uso do território refletem diretamente as relações sociais, econômicas e ambientais estabelecidas pelas populações ao longo do tempo, influenciando tanto a dinâmica dos ecossistemas quanto a qualidade de vida das comunidades locais. Nesse sentido, Santos (2006) compreende o espaço geográfico como resultado das ações humanas sobre a natureza, marcado por conflitos de interesse, desigualdades e diferentes formas de apropriação do território. Quando esse processo ocorre sem planejamento adequado, intensificam-se problemas socioambientais relacionados à degradação dos recursos naturais, à perda da cobertura vegetal e à fragmentação da paisagem.

No semiárido brasileiro, essas transformações tornam-se ainda mais sensíveis devido às limitações ambientais características da região, como a irregularidade pluviométrica, a baixa disponibilidade hídrica e o uso desordenado dos recursos naturais atividades associadas às pressões antrópicas, condições que ampliam a vulnerabilidade socioambiental e comprometem a conservação dos ecossistemas da Caatinga (Martins *et al*. 2024). Compreender o semiárido

DOI: 10.51189/vii-coninters/81413

exige analisar de forma integrada os aspectos naturais, históricos e socioeconômicos que moldam a ocupação territorial e influenciam as dinâmicas da paisagem (Cunha e Souza 2024).

Nesse contexto, o projeto MapBiomas destaca-se por disponibilizar uma base de dados multitemporal que permite identificar padrões de ocupação, expansão antrópica e alterações na vegetação em diferentes escalas espaciais e temporais (MapBiomas, 2025). Associadas às métricas de Ecologia da Paisagem, essas ferramentas contribuem para a análise da conectividade ecológica, da fragmentação da vegetação nativa e da pressão exercida sobre os ecossistemas, fornecendo subsídios técnicos importantes para o ordenamento territorial e para a formulação de políticas públicas ambientais (Araújo, 2019).

Inserido no baixo curso da Bacia Hidrográfica Piancó-Piranhas-Açu, o município de Carnaubais-RN apresenta características típicas do semiárido nordestino, como vegetação adaptada à seca, irregularidade climática e economia fortemente vinculada às atividades agropecuárias e extração de petróleo e gás, dinâmicas territoriais que podem provocar alterações na configuração espacial da vegetação nativa, tornando necessária a ampliação de estudos voltados à compreensão dos processos de fragmentação da paisagem e suas implicações ambientais (IDEMA, 2008).

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo analisar as mudanças na fragmentação da vegetação nativa no município de Carnaubais-RN entre os anos de 2015 e 2023, utilizando métricas de Ecologia da Paisagem utilizando dados do MapBiomas. Espera-se que os resultados contribuam para o fortalecimento do planejamento ambiental, da gestão territorial e das estratégias de conservação da Caatinga no semiárido brasileiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O município de Carnaubais-RN está localizado na mesorregião Oeste Potiguar, inserido no baixo curso da Bacia Hidrográfica Piancó-Piranhas-Açu, no estado do Rio Grande do Norte. Possui área territorial aproximada de 517,7 km² e população estimada em 9.714 habitantes, conforme dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2025). Limita-se ao norte com os municípios de Porto do Mangue, ao sul com Assú, a leste com Serra do Mel e a oeste com Alto do Rodrigues e Pendências (Figura 1).

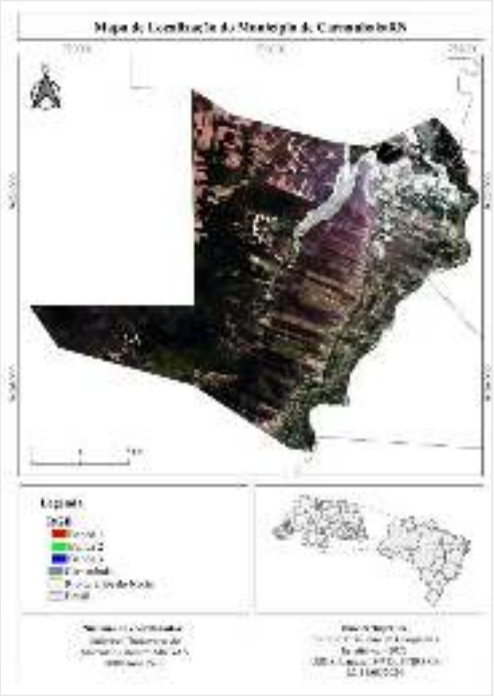


Figura 1: Mapa de Localização do município de Carnaubais-RN.
Fonte: Elaborado pelos autores com base em imagens do Landsat 8-9 e nos dados do IBGE (2025)

DOI: 10.51189/vii-coninters/81413

A dinâmica econômica do município está associada principalmente às atividades agropecuárias e à extração de petróleo e gás, fatores que influenciam a configuração da paisagem do município. Carnaubais-RN apresenta clima quente e seco, com baixa umidade relativa e chuvas irregulares ao longo do ano e sua vegetação é composta por caatinga hiperxerófila, cenquanto o relevo é predominantemente plano, com pequenas ondulações, e os solos, em sua maioria, são rasos e pedregosos (IDEMA, 2008).

2.2 Processamento de dados

O estudo foi desenvolvido a partir da integração de técnicas de geoprocessamento, sensoriamento remoto e métricas de Ecologia da Paisagem, com o objetivo de analisar as mudanças na fragmentação da vegetação nativa no município de Carnaubais-RN entre os anos de 2015 e 2023. A escolha do recorte temporal entre 2015 e 2023 fundamentou-se na necessidade de compreender as transformações mais recentes da paisagem no contexto do semiárido potiguar, considerando o avanço das atividades antrópicas e as mudanças no uso da terra observadas na última década (Dantas, 2024). Esse intervalo temporal permitiu identificar padrões contemporâneos de fragmentação da vegetação nativa, além de garantir maior consistência analítica na comparação multitemporal dos dados disponibilizados pelo Projeto MapBiomas.

Os dados de cobertura e uso da terra foram obtidos a partir da Coleção 9 do Projeto MapBiomas (2024), plataforma que disponibiliza séries históricas anuais de classificação da cobertura terrestre para todo o território brasileiro. As informações espaciais foram processadas no software QGIS versão 3.34.6 (QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2024), amplamente utilizado para organização das bases cartográficas, manipulação dos dados raster, elaboração dos mapas temáticos e execução das análises espaciais.

Inicialmente, todas as camadas foram reprojetadas para o sistema de coordenadas SIRGAS 2000 / UTM Zona 24S, visando garantir padronização cartográfica, compatibilidade entre os dados espaciais e maior precisão nos cálculos de área e distância. Posteriormente, as classes relacionadas à vegetação nativa foram extraídas e agrupadas por meio da ferramenta Calculadora Raster, permitindo a geração de mapas binários voltados especificamente à análise da fragmentação da paisagem.

Para a quantificação da configuração espacial da vegetação, foram aplicadas métricas de Ecologia da Paisagem utilizando o plugin LecoS – Landscape Ecology Statistics (Jung, 2022), integrado ao ambiente QGIS. Esse complemento possibilita a obtenção automatizada de indicadores estruturais da paisagem a partir de dados raster classificados.

As métricas selecionadas para análise foram: Número de Fragmentos (NP), Densidade de Fragmentos (PD), Maior Fragmento da Paisagem (LPI), Tamanho Médio dos Fragmentos (MPS), Tamanho Efetivo da Malha (MESH) e Índice de Coesão (COHESION), indicadores amplamente utilizados em estudos de fragmentação e conectividade ecológica (McGarigal; Marks, 1995). Essas métricas permitiram avaliar alterações na estrutura da paisagem, na conectividade entre remanescentes vegetais e no grau de fragmentação da cobertura nativa ao longo do período analisado.

As informações quantitativas geradas foram exportadas em formato .csv e organizadas no Microsoft Excel© para subsidiar a elaboração de tabelas e análises comparativas multitemporais. A interpretação dos resultados considerou a dinâmica territorial do semiárido, associando as alterações observadas na paisagem às pressões antrópicas e às mudanças no uso e ocupação do solo no município.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise multitemporal da vegetação nativa no município de Carnaubais-RN, entre os anos de 2015 e 2023, evidenciou mudanças relevantes na configuração espacial da paisagem,

demonstrando um processo gradual de fragmentação dos remanescentes vegetais (Tabela 1). A comparação entre os dois períodos permitiu identificar alterações estruturais associadas às dinâmicas de uso e ocupação do solo no semiárido potiguar, especialmente em áreas influenciadas pelas atividades agropecuárias e pela expansão antrópica.

Tabela 1: Indicadores de Fragmentação da Vegetação Nativa no Município de Carnaubais-RN (2015 e 2023).

Indicadores	2015	2023
Número de Fragmentos	333	363
Densidade de Fragmentos	1,16 fragmentos/ha	1,26 fragmentos/ha
Maior Fragmento	26.327,25 ha	25.755,30 ha
Tamanho Médio dos Fragmentos	86,21 ha	79,60 ha
Tamanho Efetivo da Malha	24.151,42 ha	22.965,80 ha
Índice de Coesão	9,97	9,97

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do MapBiomas (2023) e nos cálculos realizados no plugin LecoS - Landscape Ecology Statistics (QGIS).

Os resultados demonstraram aumento no número de fragmentos da vegetação nativa, passando de 333 para 363 entre os anos analisados. Paralelamente, observou-se redução no tamanho médio dos fragmentos, de 86,21 ha para 79,60 ha, bem como diminuição da área do maior fragmento individual, que passou de 26.327,25 ha para 25.755,30 ha. Esses padrões indicam um processo contínuo de subdivisão da paisagem, caracterizado pela fragmentação progressiva da cobertura vegetal nativa e pela redução da conectividade entre os remanescentes da Caatinga.

A Figura 2 evidencia espacialmente essa dinâmica, permitindo observar a maior dispersão dos fragmentos vegetais em 2023 em comparação ao cenário de 2015. As alterações identificadas podem sugerir uma associação com mudanças no uso da terra, cenário relacionadas à expansão das atividades antrópicas e à reorganização das áreas produtivas do município, fatores recorrentes em diferentes áreas do semiárido nordestino (Dantas, 2024).

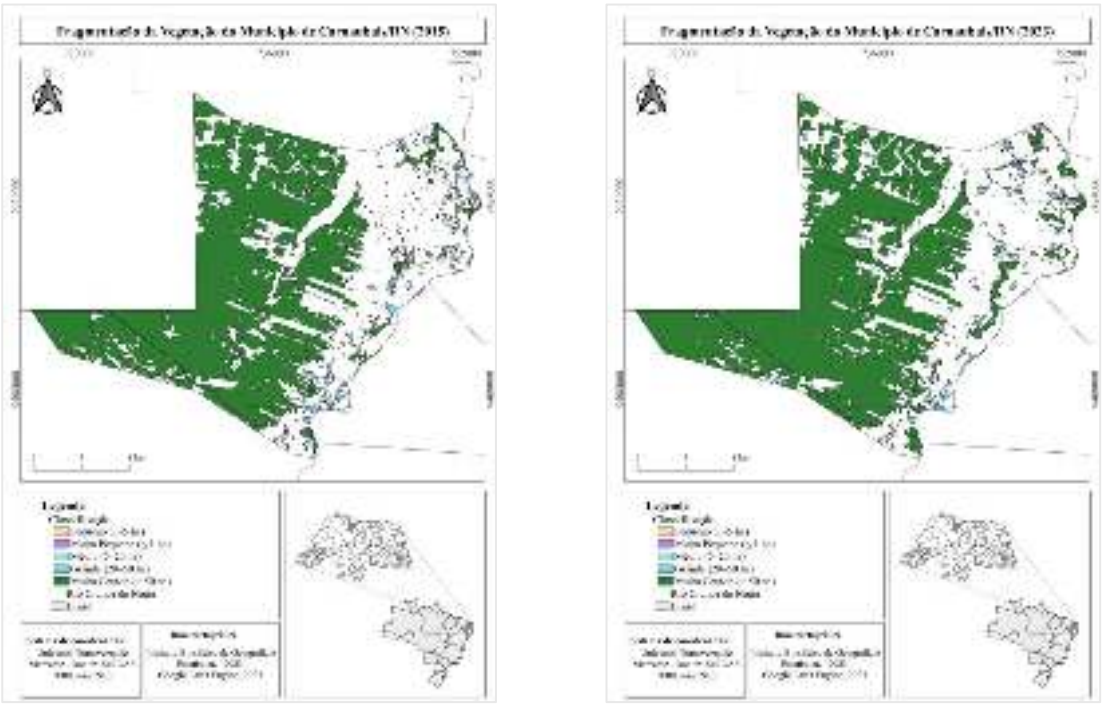


Figura 2: Fragmentação da Vegetação Nativa no Município de Carnaubais-RN nos anos de 2015 e 2023.
Fonte: IBGE (2024); Google Earth Engine, (2023); plugin LecoS - Landscape Ecology Statistics, elaboração própria.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81413

Os resultados obtidos corroboram estudos realizados em outras regiões da Caatinga. Júnior *et al*. (2017), ao analisarem a bacia do baixo rio São Francisco, em Sergipe, identificaram intensa subdivisão da vegetação nativa, marcada pela predominância de fragmentos pequenos e irregulares. De forma semelhante, Batista *et al.* (2024), em estudo realizado na região do Açude Jatobá, na Paraíba, observaram predominância de manchas inferiores a 4 ha, reforçando a tendência regional de redução do porte médio dos remanescentes vegetais no semiárido brasileiro.

Além do aumento do número de manchas, verificou-se redução do Tamanho Efetivo da Malha, indicador relacionado à conectividade estrutural da paisagem, que apresentou diminuição de 24.151,42 ha para 22.965,80 ha. Esse comportamento evidencia o enfraquecimento da conectividade ecológica entre os fragmentos vegetais, dificultando fluxos ecológicos importantes para a manutenção da biodiversidade e da estabilidade ambiental.

O Índice de Coesão manteve-se estável em 9,97 durante o período analisado, indicando a permanência de um cenário de baixa conectividade estrutural da paisagem, padrões dessa natureza são característicos de ambientes submetidos a intensas pressões antrópicas e processos contínuos de fragmentação que comprometem a integridade ecológica (Saito *et al.* 2016; Ribeiro *et al.,* 2009).

Dessa forma, os resultados evidenciam que a paisagem de Carnaubais-RN vem passando por um processo gradual de reorganização espacial, marcado pela redução da conectividade ecológica e pelo aumento da fragmentação da vegetação nativa, reforçando a necessidade de estratégias voltadas ao planejamento territorial e à conservação ambiental no semiárido potiguar.

4 CONCLUSÃO

O estudo evidenciou um cenário de intensificação da fragmentação da vegetação nativa no município de Carnaubais-RN entre os anos de 2015 e 2023, caracterizado pelo aumento do número de fragmentos, redução do tamanho médio das manchas vegetais e diminuição da conectividade estrutural da paisagem. As métricas de Ecologia da Paisagem demonstraram que os remanescentes de Caatinga vêm sofrendo um processo contínuo de subdivisão espacial, associado às transformações no uso e ocupação do solo e às pressões antrópicas presentes no território.

Os resultados sugerem que houve uma redução da integridade ecológica dos remanescentes vegetais e o aumento da vulnerabilidade ambiental do município. Esse processo pode comprometer importantes funções ecossistêmicas, afetando a conservação da biodiversidade, a estabilidade ambiental e a disponibilidade de recursos naturais em uma região já marcada pelas limitações climáticas do semiárido.

Nesse contexto, o uso integrado de geotecnologias, dados multitemporais do MapBiomas e métricas de Ecologia da Paisagem mostrou-se eficiente para compreender as dinâmicas territoriais e monitorar as alterações ambientais em escala municipal. Além de ampliar a interpretação dos processos de transformação da paisagem, essas ferramentas fornecem subsídios técnicos importantes para o planejamento ambiental, o ordenamento territorial e a formulação de estratégias voltadas à conservação da Caatinga.

Assim, destaca-se a importância de fortalecer políticas públicas e ações de gestão territorial que conciliem desenvolvimento econômico e conservação ambiental, considerando as particularidades socioambientais do semiárido brasileiro e a necessidade de manutenção da conectividade ecológica da paisagem.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, J. P. R. de; GRIGIO, A. M.; PEREIRA NETO, M. C. Análise multitemporal de uso e ocupação do solo (1977–2018) e identificação de impactos ambientais negativos no município de Assú/RN**. Revista Brasileira de Geografia Física,** Recife, v. 12, n. 4, p. 1538–1553, 2019.

BATISTA, S. M.; PESSOA, M. M. L.; OLIVEIRA, C. H. S.; LEITE, A. P.; MENDONÇA, I. F. C.; SILVA, E. P. S.; SILVA, S. G. D.; NOBREGA, M. A. L. Geotecnologias da avaliação da fragmentação da caatinga: o caso do Açude Jatobá, Patos-PB. **Agropecuária Científica no Semiárido,** Patos-PB, v. 20, n. 2, p. 115–118, 2024.

CUNHA, T. A.; SOUZA, E. A. Evolução espaço-temporal do uso e ocupação da terra no município de Santaluz–BA (2001–2021). **Revista Geotemas**, Mossoró: Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN, v. 14, n. 2, p. 65–78, 2024.

DANTAS, A. J. Histórico espaço-temporal socioambiental do município de Carnaubais, RN. 2024. 54 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – **Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA**, Mossoró, 2024.

GOOGLE. **Google Earth Pro** (versão desktop). Disponível em < https://www.google.com/earth/versions/ >Acesso em: 10 out 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de Dados Estatísticos (BDE**). Disponível em < https://www.ibge.gov.br/> Acesso em: 10 mai. 2025.

IDEMA. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do RN. **Perfil geoambiental do município de Carnaubais.** Natal, 2008.

JUNG, M. LecoS – Landscape Ecology Statistics (plugin QGIS), versão 3.0.1. **QGIS Python Plugins Repository,** 2022. Disponível em: < https://plugins.qgis.org/plugins/LecoS/>. Acesso em: 12 mai. 2025.

JÚNIOR, E. M. S., FERRARI, S. F., BELTRÃO-MENDES, R., BITENCURTI, D. P., & CARVALHO, T. M. DE. (2017). Mapeamento e caracterização dos fragmentos florestais na bacia hidrográfica do baixo rio São Francisco, Sergipe. **REVISTA GEOGRÁFICA ACADÊMICA**, *11*(1), 104–128.

MARTINS, A. L.; OLIVEIRA, M. C.; LOPES, G. A.; SOUZA, M. F. Mapeamento da cobertura da terra no período seco nos Sertões Cearenses utilizando técnicas de aprendizado de máquina. **Revista de Geomorfologia**, v. 5, n. 1, p. 112–128, 2024.

MAPBIOMAS. Coleção 9 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil. **Projeto MapBiomas** – Brasil. Disponível em: < https://mapbiomas.org> Acesso em 06 jul. 2025.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Portland: **U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station,** 1995. 122 p.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS Geographic Information **System. Open Source Geospatial Foundation Project**. Versão 3.34.6. Disponível em < https://qgis.org/>

RIBEIRO, M. C.; METZGER, J. P.; MARTENSEN, A. C.; PONZONI, F. J.; HIROTA, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1141–1153, 2009.

SAITO, N. S.; MOREIRA, M. A.; SANTOS, A. R.; EUGENIO, F. C.; FIGUEIREDO, A. C. Geotecnologia e ecologia da paisagem no monitoramento da fragmentação florestal**. Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 2, p. 201-210, 2016. DOI: 10.1590/2179-8087.119814.

SANTOS, M. A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo: **EdUSP,** 2006.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

GESTÃO DE RISCOS NA DEFESA CIVIL: UMA ANÁLISE METODOLÓGICA DA GOVERNANÇA E DAS RESPONSABILIDADES INSTITUCIONAIS POR MEIO DA MATRIZ RACI

BARBARA KRYSTTAL MOTTA ALMEIDA REIS; ; GABRIEL GUY LÉGER

Introdução: A crescente ocorrência de eventos extremos e desastres naturais, intensificada pelas mudanças climáticas, pela expansão urbana desordenada e pelo aumento da vulnerabilidade social, exige dos órgãos públicos instrumentos mais eficazes de gestão de riscos. Nesse contexto, a Defesa Civil desempenha papel estratégico na prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação diante de desastres. Contudo, a sobreposição de funções e a indefinição de responsabilidades podem comprometer a efetividade das ações institucionais, tornando necessária a adoção de mecanismos que fortaleçam a governança e a coordenação entre os atores envolvidos. **Objetivo:** Analisar a aplicação da gestão de riscos na Defesa Civil sob a perspectiva da governança pública, utilizando a Matriz RACI como instrumento de apoio à definição de competências, distribuição de responsabilidades e fortalecimento da coordenação institucional. **Metodologia:** Trata-se de pesquisa ex post facto, de natureza exploratória e abordagem quali-quantitativa. O estudo foi desenvolvido por meio de revisão bibliográfica, análise documental e construção de modelo analítico aplicado ao contexto da gestão de desastres, com foco na organização das responsabilidades institucionais. **Resultados:** Os achados demonstram que a utilização da Matriz RACI contribui para a clarificação de papéis e responsabilidades, reduzindo ambiguidades organizacionais e conflitos de atribuições. Além disso, favorece a integração entre instituições, fortalece os mecanismos de governança e controle e aprimora os processos decisórios relacionados à gestão de riscos e desastres. **Conclusão:** A Matriz RACI apresenta potencial como ferramenta de apoio à gestão pública de riscos na Defesa Civil, promovendo maior eficiência organizacional, fortalecimento da accountability e melhoria da capacidade preventiva e responsiva das instituições. Sua aplicação contribui para a efetividade das ações governamentais e para o aprimoramento da governança no ciclo de gestão de desastres.

Palavras-chave: **DEFESA CIVIL; GESTÃO DE RISCOS; GOVERNANÇA PÚBLICA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/81492

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

USO DE INDICADORES COMPOSTOS NA GESTÃO SUSTENTÁVEL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

ISABELA DA SILVA COSTA

Introdução: Proteger recursos hídricos exige olhar para além dos rios, integrando as dimensões ambientais, sociais e territoriais. Nesse cenário, os indicadores compostos se destacam ao sintetizar dados complexos em diagnósticos práticos para a gestão de bacias hidrográficas. Além dos dados técnicos, a integração entre conhecimento científico, informações locais e participação de diferentes atores sociais torna-se fundamental para compreender a realidade das áreas estudadas, identificar prioridades e propor medidas de conservação personalizadas para o contexto territorial. **Objetivo:** Relatar a experiência de utilização de indicadores compostos em estudos voltados à conservação de ecossistemas de água doce, destacando sua contribuição para a definição de prioridades e estratégias de gestão sustentável em bacias hidrográficas brasileiras. **Relato de experiência:** O trabalho foi desenvolvido a partir da participação em projetos de levantamento e sistematização de dados ambientais aplicados em bacias hidrográficas, incluindo estudos realizados no município de Campinas (SP) e na bacia do rio Araguaia. Durante as atividades, foram integradas informações relacionadas à qualidade da água, biodiversidade, conectividade dos rios, uso do solo e pressões antrópicas, organizadas em indicadores compostos utilizados como ponto de partida para os diagnósticos ambientais. Foi observado que o uso desses indicadores facilita a visualização de áreas prioritárias para conservação, recuperação e monitoramento. Entretanto, também ficou evidente que os dados secundários, isoladamente, não são suficientes para compreender toda a dinâmica da bacia. A realização de oficinas participativas, diálogos com especialistas, gestores públicos, comunidades locais e povos indígenas contribuiu para complementar lacunas de informação e ampliar o conhecimento sobre os territórios estudados. Esse processo auxiliou na identificação de demandas regionais, conflitos ambientais e áreas mais vulneráveis, permitindo direcionar recomendações mais coerentes com a realidade local e com os princípios da sustentabilidade ambiental. **Conclusão:** Os indicadores compostos se mostraram ferramentas de alto potencial para a gestão sustentável de bacias hidrográficas, especialmente quando associados à participação social e à integração de diferentes fontes de conhecimento. A combinação entre dados ambientais, governança e conhecimento territorial contribui para diagnósticos mais consistentes e para a definição de estratégias de conservação mais eficazes e alinhadas às necessidades locais.

Palavras-chave: **GOVERNANÇA PARTICIPATIVA; RECURSOS HÍDRICOS; TOMADA DE DECISÃO MULTICRITÉRIO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/81542

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

DESAFIOS METODOLÓGICOS NA INTEGRAÇÃO DE DADOS SECUNDÁRIOS PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS

ISABELA DA SILVA COSTA

Introdução: Os ambientes de água doce estão entre os ecossistemas mais biodiversos do planeta, mas também entre os mais impactados pelas atividades humanas. Expansão urbana, poluição da água, barramentos e introdução de espécies exóticas são alguns dos principais desafios enfrentados por esses ecossistemas. Nesse sentido, o monitoramento da biodiversidade torna-se uma ferramenta fundamental para subsidiar estratégias de conservação e apoiar decisões para a gestão sustentável dos recursos hídricos. Apesar disso, a obtenção de dados ambientais confiáveis ainda representa um desafio, especialmente em estudos que dependem de informações secundárias disponíveis em bases públicas. **Objetivo:** Discutir principais desafios metodológicos encontrados ao levantar e cruzar dados de biodiversidade em bacias hidrográficas brasileiras. **Relato de experiência:** O presente trabalho foi desenvolvido a partir da experiência em projetos voltados à avaliação da saúde de ecossistemas de água doce, utilizando dados secundários provenientes de diferentes bases pública, sendo elas a Lista Vermelha da IUCN, o Sistema de Informação sobre a Biodiversidade Brasileira (SiBBr), a plataforma *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF), a base do Instituto Hórus e relatórios ambientais disponibilizados por órgãos públicos. Durante o levantamento, foram observadas dificuldades relacionadas à ausência de padronização entre as bases, registros duplicados e baixa disponibilidade de informações para determinados grupos biológicos. Também foi identificado maior concentração de informações em áreas urbanizadas ou próximas a centros de pesquisa, enquanto regiões periféricas apresentaram lacunas de registros georreferenciado de ocorrência de espécies. Outro desafio identificado foi a limitação de dados sobre espécies invasoras e espécies ameaçadas, comprometendo análises mais detalhadas da integridade ecológica dos ambientes aquáticos. **Conclusão:** O uso de bases públicas possui grande potencial para subsidiar estudos ambientais e apoiar a gestão sustentável de bacias hidrográficas, especialmente em regiões com pouca disponibilidade de monitoramento primário. Entretanto, os desafios relacionados à qualidade, atualização e integração dos dados ainda representam um obstáculo importante para avaliações mais detalhadas da biodiversidade e para o planejamento sustentável dos recursos hídricos. Assim, torna-se fundamental ampliar investimentos em monitoramento ambiental e fortalecer a produção de dados abertos e padronizados no Brasil.

Palavras-chave: **CONSERVAÇÃO DE ÁGUA DOCE; MONITORAMENTO AMBIENTAL; BASES DE DADOS**

DOI: 10.51189/vii-coninters/81543

RACISMO AMBIENTAL, SUSTENTABILIDADE SOCIAL E PRIVAÇÃO DE LIBERDADE: UMA TRILHA PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS NA EJA PRISIONAL DO DISTRITO FEDERAL

HELENA CRISTINA ARAGÃO DE SÁ MARTINS; WAGDO DA SILVA MARTINS

RESUMO

Quando reduzida a gestos individuais — fechar a torneira, separar resíduos ou economizar energia —, a sustentabilidade tende a ocultar as raízes estruturais da crise ambiental. Nesse ponto, o racismo ambiental ganha força analítica, pois evidencia a exposição desproporcional de populações negras, periféricas e pobres aos danos ecológicos, quadro ainda mais grave em contextos de privação de liberdade. Este artigo relata a construção e a análise de uma trilha pedagógica interdisciplinar elaborada para estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA) em unidades prisionais do Distrito Federal (DF). O racismo ambiental orienta a discussão sobre saneamento básico, poluição atmosférica, saúde coletiva, sustentabilidade social e direitos humanos no Ensino de Ciências da Natureza. Organizado em oito unidades, o percurso mobiliza conteúdos como ciclo da água, resíduos sólidos, queimadas, material particulado, ilhas de calor, vetores de doenças, cadeia alimentar e contaminação ambiental, articulando-os a situações concretas do DF e Entorno. Entre elas, destacam-se o antigo Lixão da Estrutural, a desigualdade no acesso ao saneamento em áreas periféricas e episódios de fumaça e fuligem associados a queimadas em áreas próximas ao Complexo Penitenciário da Papuda. A proposta foi construída para realidades marcadas pela limitação de recursos digitais e pelo uso de atividades indiretas impressas, recurso frequente na EJA prisional diante de suspensões de aulas relacionadas à segurança institucional e aos dias de visita. A análise indica que a trilha se afasta de abordagens moralizantes, ao tratar a degradação ambiental como efeito de decisões políticas, econômicas e territoriais. O material também aproxima conceitos científicos da experiência concreta dos estudantes e favorece uma leitura crítica das desigualdades socioambientais. Com isso, a proposta contribui para uma educação científica socialmente situada e demonstra que água tratada, saneamento básico, ar respirável e proteção climática constituem direitos humanos fundamentais, inclusive em contextos de encarceramento.

Palavras-chave: Direitos Humanos; Justiça territorial; EJA prisional.

1 INTRODUÇÃO

Com frequência, o discurso sobre sustentabilidade é reduzido a recomendações comportamentais, como economizar água, reciclar embalagens ou diminuir o consumo de plástico. Embora necessárias, essas práticas não dão conta da complexidade dos problemas ambientais contemporâneos. Quando aparecem isoladas, essas recomendações silenciam decisões políticas e econômicas que degradam territórios e ocultam uma evidência central: saneamento precário, poluição, enchentes, calor extremo e contaminação hídrica não atingem todos os grupos sociais da mesma forma. Como demonstram Layrargues e Lima (2014), a educação ambiental brasileira se organiza em diferentes macrotendências, entre elas a conservacionista, a pragmática e a crítica. Nesse cenário, o desafio está em superar abordagens que privatizam o problema ambiental e despolitizam suas causas.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81567

Nesse ponto, o conceito de racismo ambiental torna-se decisivo. Herculano (2006) o define como a exposição desproporcional de grupos raciais e étnicos a riscos ambientais, resultante de decisões institucionais que protegem determinados territórios e sacrificam outros. Na prática, essa lógica empurra populações negras, indígenas, ribeirinhas, periféricas e trabalhadores precarizados para territórios onde o saneamento chega de modo insuficiente, o ar é mais poluído, o calor se intensifica e os rios acumulam contaminações (Bullard, 2001; Acselrad, 2002). Os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística tornam essa desigualdade ainda mais visível: enquanto 65% da população branca tem acesso a esgoto tratado, entre negros esse percentual cai para 40% (IBGE, 2022). A diferença de 25 pontos percentuais não expressa mero acaso estatístico, mas a persistência de uma injustiça territorial racializada.

Na Educação de Jovens e Adultos (EJA), esse debate ganha densidade própria. Muitos estudantes dessa modalidade são trabalhadores, moradores de periferias e sujeitos que conhecem de perto a falta de água, o lixo acumulado e o esgoto a céu aberto. São experiências que o Ensino de Ciências pode ajudar a interpretar, sem reduzi-las a problemas individuais. No caso da EJA prisional, a discussão adquire contornos ainda mais específicos: a pessoa privada de liberdade não escolhe o território onde permanece nem pode se afastar, por decisão própria, de episódios de fumaça, fuligem, calor, poeira ou baixa qualidade do ar. Freire (1987) lembra que a leitura do mundo precede a leitura da palavra; por isso, o racismo ambiental pode operar como tema gerador capaz de articular conhecimento científico, território, saúde e direitos. Arroyo (2017), por sua vez, adverte que os sujeitos da EJA não são "alunos em atraso", mas cidadãos com trajetórias marcadas por exclusões e saberes próprios, os quais precisam ser reconhecidos como ponto de partida do currículo. Convém registrar, contudo, que a Política Nacional de Educação Ambiental, instituída pela Lei nº 9.795/1999, ainda encontra limites diante da escassez de materiais didáticos acessíveis, territorializados e adequados à EJA, especialmente em contextos de privação de liberdade. A lacuna permanece.

Diante disso, este trabalho tem como objetivo analisar a construção de uma trilha pedagógica interdisciplinar destinada à EJA em contexto prisional no DF, tomando o racismo ambiental como eixo articulador entre Ensino de Ciências, sustentabilidade social, saneamento básico e direitos humanos. A proposta responde à lacuna de materiais impressos, territorializados e adequados à rotina prisional, ao aproximar conteúdos científicos de problemas socioambientais concretos do DF e Entorno.

2 RELATO DE CASO/EXPERIÊNCIA

A construção da trilha partiu de um pressuposto ético e político: não basta pedir aos estudantes que "cuidem do meio ambiente"; é necessário oferecer ferramentas para que compreendam por que o descaso com o saneamento, a poluição e o calor extremo costuma recair sobre os mesmos grupos sociais. Nos estudos sobre justiça ambiental nos Estados Unidos, Bullard (2001) mostrou que a raça é fator decisivo para compreender a distribuição desigual dos riscos ambientais. No Brasil, Acselrad (2002) mostra que a espoliação urbana e a seletividade dos investimentos em infraestrutura não decorrem do acaso; expressam uma lógica que concentra passivos ambientais nas periferias habitadas por populações negras e pobres. Herculano (2006) sintetiza esse fenômeno ao definir o racismo ambiental como exposição desproporcional de grupos raciais e étnicos a riscos ambientais, decorrente de decisões institucionais que favorecem determinados territórios em detrimento de outros.

A proposta, portanto, não se apoia em uma pedagogia do medo ou da culpa. Layrargues e Lima (2014) distinguem a vertente crítica da educação ambiental das abordagens conservacionistas e pragmáticas, justamente porque a perspectiva crítica recusa a moralização individual e focaliza as estruturas de poder que produzem a degradação. Loureiro (2005) acrescenta que a educação ambiental crítica está comprometida com a transformação social e

com a construção de uma cidadania ativa. As Diretrizes Nacionais para a Educação em Direitos Humanos caminham na mesma direção ao afirmar que os direitos humanos devem atravessar as práticas educativas, inclusive aquelas voltadas à sustentabilidade (Brasil, 2012). Ao adotar essa perspectiva, a trilha se distancia tanto do ecologismo ingênuo quanto do alarmismo vazio.

A experiência relatada resulta de pesquisa documental e bibliográfica, da qual derivou um caderno pedagógico organizado em oito etapas sequenciais, com diagnóstico inicial e final. Os resultados discutidos derivam da análise documental do material produzido; não decorrem de aplicação empírica prévia com estudantes. Para sua construção, foram considerados referenciais sobre EJA, Educação Ambiental crítica, abordagem CTS, direitos humanos, legislação ambiental e sanitária, além de materiais pedagógicos voltados ao Ensino de Ciências em contextos com restrição de recursos. O desenho das atividades inspira-se nos princípios freirianos do diálogo, da autonomia e do tema gerador. O território vivido pelo estudante — a rua, o bairro, a falta de esgoto, a enchente recorrente, a água de qualidade duvidosa, a poeira, a fumaça ou a fuligem que alcança espaços de moradia ou confinamento — torna-se ponto de partida legítimo para a construção do conhecimento científico. O percurso foi desenvolvido para a EJA ofertada em unidades prisionais do DF, sem perder o diálogo com escolas periféricas e municípios do Entorno. Nesses contextos, o acesso a recursos digitais é restrito, e o material impresso pode constituir a principal mediação pedagógica disponível. Por essa razão, o caderno foi concebido em preto e branco, com fonte ampliada, linguagem acessível e possibilidade de uso em aulas indiretas ou em situações de baixa conectividade. Sua organização modular dialoga com a rotina prisional, marcada por interrupções, restrições de horário, controle de circulação e dependência de materiais impressos para continuidade pedagógica.

A noção de justiça curricular, formulada por Arroyo (2006) e reforçada por Gomes (2007) no debate sobre relações étnico-raciais, orienta a seleção dos conteúdos. Mais do que acrescentar um tópico sobre racismo ambiental ao currículo existente, o desafio é reorganizar o ensino para que experiências, saberes e vivências ecológicas dos estudantes se tornem eixos estruturantes da aprendizagem. Para resguardar a dimensão ética, a primeira trilha funciona como diagnóstico inicial silencioso e sigiloso: o estudante avalia sua percepção sobre riscos e infraestrutura sem constrangimento nem exposição pública.

A arquitetura do material organiza conceitos da área de Ciências da Natureza em quatro blocos interdisciplinares, articulados a diferentes dimensões do racismo ambiental. O Quadro 1 sintetiza essa estrutura.

Quadro 1 – Matriz de articulação teórico-científica do percurso

Bloco temático	Conteúdos científicos mobilizados	Articulação com o racismo ambiental
Água e saneamento	Ciclo hidrológico urbano; lixiviação; decomposição química; geração de chorume; potabilidade; doenças de veiculação hídrica; permeabilidade do solo.	Evidencia que a contaminação da água e a ausência de esgotamento sanitário atingem prioritariamente territórios periféricos. Os dados do IBGE (2022) sobre saneamento por raça são mobilizados como evidência da injustiça ambiental e permitem diálogo com municípios do Entorno do DF.
Solo e resíduos	Descarte de resíduos sólidos; oxidação; persistência de metais pesados; toxicologia ambiental; chorume; contaminação do lençol freático.	Discute a localização de lixões e aterros nas vizinhanças de territórios vulnerabilizados. O antigo Lixão da Estrutural (DF) é tomado como estudo de caso para tratar solo, água, catadores, resíduos e justiça territorial.
Ar, fumaça e clima	Combustão; material particulado; fuligem; sistema respiratório; retenção de	Analisa como queimadas, poeira, baixa umidade e ausência de áreas verdes afetam a saúde respiratória, com atenção a episódios de fumaça e fuligem em

DOI: 10.51189/vii-coninters/81567

	calor; ilhas de calor; poluição atmosférica.	áreas próximas ao Complexo Penitenciário da Papuda.
Saúde ambiental	Vetores; doenças de veiculação hídrica; exposição aguda e crônica; sistemas do corpo humano; saúde coletiva.	Relaciona doenças respiratórias, gastrointestinais e infecciosas à negligência estatal em saneamento, drenagem urbana, controle de resíduos, prevenção de queimadas e garantia de condições ambientais dignas (Breilh, 2003; Laurell, 1982).

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O percurso combina situações-problema, imagens, mapas, infográficos, perguntas diagnósticas, escalas de percepção, dados secundários, experimentos seguros de baixo custo, textos breves, mapas afetivos e discussão sobre canais de reivindicação de direitos, entre eles Disque 100, Ministério Público, Defensoria Pública e órgãos ambientais. As atividades evitam uma sequência meramente expositiva ao aproximar conceitos científicos de casos concretos: Lixão da Estrutural, saneamento desigual no Entorno, queimadas próximas à Papuda, fuligem, calor extremo, ausência de áreas verdes e poluição do ar. Entre as situações-problema mobilizadas, destacam-se a análise do chorume e da contaminação do solo no antigo Lixão da Estrutural, bem como a discussão sobre fumaça, fuligem e material particulado em episódios de queimadas nas proximidades do Complexo Penitenciário da Papuda. Em uma das atividades, por exemplo, o estudante é levado a relacionar fonte poluidora, via de exposição, sistema do corpo afetado e direito público violado. Movimentos sociais, como a Articulação Semiárido Brasileiro (ASA), responsável pelo Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), e o Movimento dos Atingidos por Barragens (MAB), permanecem como exemplos de resistência e construção coletiva de alternativas. Ainda assim, o eixo do material prioriza a realidade do DF e de seus territórios periféricos e prisionais.

Cada trilha mantém uma estrutura recorrente: abertura dialógica, desenvolvimento conceitual, pausas para reflexão, casos para análise, atividades diversificadas, glossário, síntese e espaço para anotações. Essa recorrência é intencional. Longe de empobrecer o material, a previsibilidade organizacional ajuda o estudante a se localizar, retomar informações e estudar com maior autonomia, sobretudo em contextos de escolarização interrompida, atividades indiretas impressas ou acesso limitado à mediação docente contínua

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise da trilha, a sustentabilidade não aparece como simples conjunto de boas práticas individuais, mas como campo de disputa política e territorial. Ao mobilizar situações concretas do DF — como o histórico do Lixão da Estrutural, as desigualdades de saneamento no Entorno e a exposição à fumaça decorrente de queimadas próximas ao Complexo Penitenciário da Papuda —, o material aproxima os conteúdos científicos da realidade social dos estudantes da EJA prisional. A proposta desloca o foco da culpabilização individual para a compreensão das desigualdades estruturais que definem quem convive com esgoto a céu aberto, ar poluído, lixo acumulado e maior vulnerabilidade sanitária.

Os dados do IBGE (2022), ao evidenciarem a desigualdade racial no acesso ao esgotamento sanitário, dialogam com a história do Lixão da Estrutural, que por décadas recebeu grande parte dos resíduos do DF enquanto regiões populares próximas conviviam com seus efeitos sociais, sanitários e ambientais. Não se trata apenas de falha técnica ou insuficiência orçamentária, mas de uma decisão política que desloca os passivos ambientais para territórios vulnerabilizados. Layrargues e Lima (2014) permitem compreender esse deslocamento como expressão da macrotendência crítica da educação ambiental: o problema não reside na suposta "falta de consciência" dos moradores, mas na ausência de políticas públicas estruturais. A Lei nº 9.795/1999, nessa leitura, ganha uma interpretação mais exigente: não basta informar sobre reciclagem; é necessário discutir as desigualdades que organizam o espaço urbano. Essa leitura

também se aproxima do Marco Legal do Saneamento Básico, atualizado pela Lei nº 14.026/2020, cujas metas de universalização evidenciam a distância entre a previsão legal e os territórios onde a ausência de água tratada e esgotamento sanitário permanece racial e socialmente desigual.

A territorialização do ensino transforma conceitos abstratos em ferramentas de leitura concreta da realidade. O ciclo da água, muitas vezes apresentado nos livros como diagrama estático, passa a ser lido a partir da contaminação do lençol freático, da ausência de coleta e tratamento de esgoto e das desigualdades de saneamento entre o DF e o Entorno. O material particulado deixa de ser apenas definição para se tornar a fumaça que atravessa bairros periféricos, rodovias, áreas de Cerrado seco e, em determinadas situações, os muros das unidades prisionais. As ilhas de calor, conceito meteorológico que poderia parecer distante, ganham materialidade na ausência de árvores, na profusão de asfalto, nos pátios pouco sombreados e em espaços onde o conforto térmico raramente é tratado como direito. Freire (1987) tinha razão ao afirmar que a leitura do mundo antecede a leitura da palavra: reconhecer as injustiças inscritas no território dá sentido à aprendizagem científica. Santos e Mortimer (2000) complementam essa compreensão ao mostrar que a abordagem Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) rompe com a falsa neutralidade do saber científico e revela escolhas políticas embutidas nas soluções técnicas.

A trilha demonstra, ainda, que não existe sustentabilidade efetiva sem sustentabilidade social. Gestão da água, destinação dos resíduos, qualidade do ar e proteção contra queimadas precisam ser pensadas junto ao acesso equitativo a saneamento, moradia digna, saúde pública, educação e participação cidadã. No contexto prisional, essa questão torna-se ainda mais sensível, pois a exposição à fumaça, à fuligem, ao calor, à poeira e à baixa ventilação não é vivida como escolha individual, mas como condição imposta pelo confinamento. Schlosberg e Collins (2014) cunham o conceito de justiça climática para designar a transição da justiça ambiental para o enfrentamento das mudanças climáticas; o material incorpora essa perspectiva ao mostrar que calor extremo, enchentes, poluição atmosférica e insegurança hídrica recaem de modo desigual sobre os territórios. Populações pobres, negras, periféricas e privadas de liberdade — embora tenham contribuído menos para o aquecimento global — tendem a sofrer de maneira mais intensa suas consequências. Breilh (2003) e Laurell (1982) já haviam demonstrado que a saúde é socialmente determinada; a trilha leva essa compreensão para atividades concretas. Ao final do percurso, espera-se que os estudantes compreendam as causas da injustiça ambiental e reconheçam canais legítimos para denunciá-la e reivindicar direitos, com segurança e sem exposição indevida.

4 CONCLUSÃO

O percurso “Racismo Ambiental: Ciência, Território e Justiça” demonstra a possibilidade de ensinar Ciências na EJA prisional de maneira crítica, contextualizada e eticamente comprometida, sem depender de recursos digitais sofisticados. A opção pelo material impresso não aparece como limitação, mas como escolha pedagógica situada, capaz de respeitar as condições concretas do cárcere e de dialogar com territórios periféricos do DF e Entorno.

A contribuição mais original da proposta está no deslocamento do eixo da educação ambiental: de uma abordagem individualizante e moralizante para uma leitura estrutural das desigualdades territoriais. Os conteúdos científicos — ciclo da água, solo, poluição atmosférica, ilhas de calor, material particulado e vetores de doenças — deixam de ser abstrações escolares e se tornam chaves interpretativas das injustiças vividas ou reconhecidas pelos estudantes. A água contaminada, o antigo Lixão da Estrutural, a fumaça das queimadas, a fuligem que alcança espaços de confinamento, o calor persistente e a ausência de saneamento passam a ser compreendidos como efeitos de decisões políticas, e não como fatalidade ou falta de cuidado.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81567

Há, porém, um limite importante: este relato analisa a construção do material, e não sua aplicação empírica sistemática. Futuras pesquisas poderão avaliar os efeitos formativos da trilha em diferentes contextos da EJA, como unidades prisionais, escolas do campo e periferias urbanas, bem como sua adequação a variados níveis de letramento. Ainda assim, a análise documental sustenta uma afirmação central: ensinar Ciências a partir do racismo ambiental permite mostrar que água limpa, solo saudável, ar respirável, saneamento básico e proteção climática não são privilégios; são direitos humanos fundamentais. Uma sustentabilidade que silencie essa dimensão dificilmente poderá ser chamada de sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, Henri. Justiça ambiental e construção social do risco. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 5, p. 49-60, 2002. DOI: https://doi.org/10.5380/dma.v5i0.22116. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/made/article/view/22116. Acesso em: 30 maio 2026.

ARROYO, Miguel G. **Educação de Jovens e Adultos: um campo de direitos e de responsabilidade pública**. In: SOARES, Leôncio (Org.). Dialogando com a Educação de Jovens e Adultos. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

ARROYO, Miguel G**. Passageiros da noite: do trabalho para a EJA: itinerários pelo direito a uma vida justa**. Petrópolis: Vozes, 2017.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 28 abr. 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 30 maio 2026.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Resolução CNE/CP nº 1, de 30 de maio de 2012**. Estabelece Diretrizes Nacionais para a Educação em Direitos Humanos. Brasília: MEC/CNE, 2012. Disponível em: https://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rcp001_12.pdf. Acesso em: 30 maio 2026.

BRASIL. **Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020**. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera dispositivos legais correlatos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 16 jul. 2020. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm. Acesso em: 30 maio 2026.

BREILH, Jaime. **Epidemiología crítica: ciencia emancipadora e interculturalidad**. Buenos Aires: Lugar Editorial, 2003.

BULLARD, Robert D. **Environmental justice in the 21st century: race still matters**. Phylon, Atlanta, v. 49, n. 3/4, p. 151-171, 2001. DOI: https://doi.org/10.2307/3132626.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GOMES, Nilma Lino. **Indagações sobre currículo: diversidade e currículo**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2007. Disponível em: https://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/Ensfund/indag4.pdf. Acesso em: 30 maio 2026.

HADDAD, Sérgio; DI PIERRO, Maria Clara. Escolarização de jovens e adultos. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 14, p. 108-130, 2000. DOI: https://doi.org/10.1590/S1413-24782000000200008.

HERCULANO, Selene. **Racismo ambiental, o que é isso?** Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2006. Disponível em: https://www.professores.uff.br/seleneherculano/wp-content/uploads/sites/149/2017/09/Racismo_3_ambiental.pdf. Acesso em: 30 maio 2026.

IBGE. **Censo Demográfico 2022: rede de esgoto alcança 62,5% da população, mas desigualdades regionais e por cor e raça persistem**. Agência IBGE Notícias, Rio de Janeiro, 23 fev. 2024. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/39237-censo-2022-rede-de-esgoto-alcanca-62-5-da-populacao-mas-desigualdades-regionais-e-por-cor-e-raca-persistem. Acesso em: 30 maio 2026.

LAURELL, Asa Cristina. A saúde-doença como processo social. **Revista Latinoamericana de Salud**, México, n. 2, p. 7-25, 1982. Disponível em: https://digitalrepository.unm.edu/lasm_pt/180. Acesso em: 30 maio 2026.

LAYRARGUES, Philippe Pomier; LIMA, Gustavo Ferreira da Costa. **As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira**. Ambiente & Sociedade, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 23-40, 2014. DOI: https://doi.org/10.1590/1809-44220003500.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. **Educação ambiental crítica: contribuições e desafios**. In: BRASIL. Vamos cuidar do Brasil: conceitos e práticas em educação ambiental na escola. Brasília: Ministério da Educação; Ministério do Meio Ambiente; UNESCO, 2007. p. 65-72.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2000. DOI: https://doi.org/10.1590/1983-21172000020202.

SCHLOSBERG, David; COLLINS, Lisette B. From environmental to climate justice: climate change and the discourse of environmental justice. **WIREs Climate Change**, v. 5, n. 3, p. 359-374, 2014. DOI: https://doi.org/10.1002/wcc.275.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

SUSTENTABILIDADE NO AMBIENTE ESCOLAR: EXPERIÊNCIA DE DIAGNÓSTICO OBSERVACIONAL E PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS EM COLÉGIO NO NORDESTE DO BRASIL

PRISCILA CAROLINA BASTOS BASÍLIO DOS SANTOS

Introdução: A sustentabilidade contemporânea ultrapassa a aplicação de normas técnicas, consolidando-se como um princípio ético dependente do desenvolvimento de uma sólida consciência ambiental. A Educação Básica representa o estágio ideal para a formação desta postura crítica e preventiva, contudo, intervenções eficazes exigem a superação de pressupostos abstratos por meio da análise da realidade concreta das instituições de ensino. **Objetivo:** Este estudo tem como objetivo apresentar um diagnóstico observacional focado nas práticas sustentáveis e na percepção de riscos ambientais no cotidiano de uma instituição escolar. **Relato de caso/experiência:** A vivência prática baseou-se em uma experiência de diagnóstico observacional não participante, de caráter qualitativo e descritivo. A atividade foi realizada em uma instituição de ensino particular de grande porte, situada no Nordeste de Pernambuco, cujo nome foi omitido para fins de proteção à privacidade em cumprimento aos preceitos éticos. A unidade integra redes globais de excelência ecológica e possui certificações socioambientais internacionais, cujas nomenclaturas também foram preservadas para salvaguardar o anonimato institucional. Durante o período de monitoramento de campo, acompanharam-se indicadores operacionais, socioambientais e de percepção de riscos, divididos em três eixos principais: o gerenciamento de resíduos sólidos, os padrões de consumo de recursos naturais e a integração transversal de temáticas ecológicas no cotidiano escolar. As observações de campo revelaram uma dicotomia latente entre o conteúdo programático teórico e a vivência prática institucional. Detectaram-se vulnerabilidades operacionais significativas na gestão e segregação de resíduos, além de oportunidades latentes para otimizar o consumo de água e energia. Paralelamente, identificou-se que os educandos demonstram interesse genuíno pelas causas ecológicas, porém carecem de estímulos estruturados que convertam a empatia em hábitos cotidianos e na percepção imediata de riscos ambientais. **Conclusão:** Conclui-se que o diagnóstico observacional foi efetivamente consolidado e expôs de forma clara os gargalos operacionais da instituição, evidenciando que a sustentabilidade prática urge por sistematização pedagógica. Diante dos dados finalizados e dos riscos concretos detectados, recomenda-se, como desdobramento e caminho futuro ideal, a posterior implementação de um projeto piloto, configurando uma proposta metodológica desenhada para expandir a transição da teoria à efetiva consciência ambiental continuada na Educação Básica.

Palavras-chave: **CONSCIÊNCIA AMBIENTAL; DIAGNÓSTICO OBSERVACIONAL; EDUCAÇÃO BÁSICA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/81575

CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E INVESTIMENTOS SOCIALMENTE RESPONSÁVEIS: O PAPEL DA IMPORTAÇÃO LEGAL DE AVES EXÓTICAS NO BRASIL

KARINA SHIBA MARCHIORI

RESUMO

A conservação da biodiversidade exige estratégias capazes de conciliar proteção ambiental, bem-estar animal, biossegurança e sustentabilidade econômica. Nesse contexto, a importação legal de aves exóticas representa uma alternativa regulamentada para a manutenção da diversidade genética em populações mantidas sob cuidados humanos, contribuindo para a redução da pressão sobre populações silvestres e para o combate ao tráfico ilegal de fauna. Além disso, os procedimentos sanitários e documentais envolvidos estão alinhados aos princípios dos Investimentos Socialmente Responsáveis (SRI) e aos critérios ESG. O relato de experiência foi do criadouro licenciado Kencanto, município de Araraquara, SP, cuja licença de importação foi expedida de 2013 a 2025. O processo ocorreu em conformidade com a legislação nacional e internacional aplicável ao comércio de fauna silvestre. Inicialmente foram obtidas as autorizações necessárias junto aos órgãos competentes dos países exportadores e importadores, incluindo as licenças exigidas pela Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Fauna e Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção (CITES). Antes do embarque, as aves permaneceram em quarentenários credenciados na Europa, no caso, em Portugal, onde foram submetidas a exames laboratoriais obrigatórios e protocolos de biossegurança no quarentenário contratado. Após a chegada ao Brasil, os animais foram encaminhados à Estação Quarentenária de Cananeia (EQC), permanecendo sob observação clínica e sanitária durante o período regulamentar, inspecionados por médico-veterinário do MAPA por 21 dias. A experiência demonstrou que a importação legal e sanitariamente controlada de aves exóticas constitui uma ferramenta importante para a conservação ex situ, promovendo a manutenção da variabilidade genética, a prevenção da disseminação de enfermidades e o fortalecimento de práticas sustentáveis alinhadas aos princípios ESG e à conservação da biodiversidade.

Palavras-chave: conservação ex situ; biossegurança animal; comércio internacional de fauna

1 INTRODUÇÃO

A perda acelerada da biodiversidade constitui um dos principais desafios ambientais do século XXI. A redução de habitats naturais, a exploração inadequada dos recursos biológicos, as mudanças climáticas e o tráfico de animais silvestres têm contribuído significativamente para o declínio de diversas espécies em escala global. Diante desse cenário, estratégias de conservação que integrem sustentabilidade econômica, responsabilidade ambiental e bem-estar animal tornam-se fundamentais para a preservação da fauna.

Entre essas estratégias, a conservação ex situ desempenha papel relevante ao permitir a manutenção de populações animais fora de seus ambientes naturais, contribuindo para a preservação genética de espécies e para programas de reprodução controlada. No caso das aves ornamentais e dos psitacídeos, a renovação genética dos planteis legalizados é essencial para evitar problemas associados à consanguinidade e à redução da variabilidade genética.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81586

Paralelamente, a crescente valorização dos critérios ambientais, sociais e de governança, conhecidos pela sigla ESG (Environmental, Social and Governance), tem ampliado a discussão sobre investimentos socialmente responsáveis. Nesse contexto, atividades econômicas desenvolvidas de forma legal, transparente e ambientalmente responsável são reconhecidas como instrumentos capazes de gerar benefícios ambientais e sociais.

A importação legal de aves exóticas, quando realizada sob rigoroso controle sanitário e documental, representa uma importante ferramenta para o fortalecimento da conservação ex situ. O processo envolve licenciamento internacional, rastreabilidade, monitoramento sanitário e cumprimento de protocolos de biossegurança destinados à proteção da fauna e da avicultura nacional.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo relatar a experiência do processo de importação legal de aves exóticas para o Brasil, destacando sua relação com a conservação da biodiversidade e com os princípios dos investimentos socialmente responsáveis**.**

2 RELATO DE EXPERIENCIA

O relato refere-se ao processo de importação licenciada de aves exóticas destinadas à renovação genética de plantéis mantidos em cativeiro legalizado no Brasil.

Inicialmente, foram identificados criadouros internacionais devidamente autorizados e reconhecidos pelos órgãos ambientais dos respectivos países. A seleção priorizou estabelecimentos com histórico comprovado de manejo responsável, rastreabilidade genética e cumprimento das exigências sanitárias internacionais.

Após a definição dos espécimes, iniciou-se a tramitação documental necessária para o comércio internacional. O processo envolveu a emissão das licenças de exportação e importação previstas pela Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Fauna e Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção (CITES), além da obtenção dos certificados sanitários exigidos pelas autoridades veterinárias competentes.

Antes do embarque internacional, as aves permaneceram em instalações quarentenárias credenciadas na Europa, em Portugal, por 21 dias. Durante esse período, foram submetidas a avaliações clínicas, exames laboratoriais e monitoramento sanitário contínuo. Entre os principais procedimentos realizados destacam-se as análises voltadas para a detecção de enfermidades de relevância sanitária para a avicultura mundial, incluindo Influenza Aviária e Doença de Newcastle.

Concluído o período quarentenário e após a emissão dos certificados sanitários internacionais, os animais foram transportados via aérea para o Brasil mediante cumprimento dos requisitos de transporte e bem-estar animal previstos na legislação vigente.

Ao chegarem ao território nacional, as aves foram encaminhadas para a Estação Quarentenária de Cananeia, onde permaneceram sob observação veterinária especializada durante o período regulamentar de quarentena de 21 dias até a liberação delas. Nesse intervalo, foram realizados monitoramentos clínicos, avaliações comportamentais e procedimentos laboratoriais complementares destinados à confirmação da condição sanitária dos animais.

Somente após a conclusão satisfatória de todas as etapas sanitárias e documentais ocorreu a liberação dos espécimes para seu destino final, criadouro Kencanto, garantindo elevado nível de segurança sanitária e conformidade legal.

3 DISCUSSÃO

A importação legal de aves exóticas apresenta relevância significativa para a conservação da biodiversidade quando conduzida dentro dos parâmetros legais e sanitários estabelecidos pelos organismos nacionais e internacionais.

Um dos principais benefícios observados refere-se à ampliação da diversidade genética dos plantéis mantidos em cativeiro. A introdução de novas linhagens reduz os riscos associados

DOI: 10.51189/vii-coninters/81586

à consanguinidade, favorecendo a manutenção do vigor biológico e do potencial reprodutivo das populações manejadas.

Outro aspecto relevante está relacionado ao combate ao tráfico de fauna silvestre. A existência de mecanismos legais de aquisição reduz a demanda por animais capturados ilegalmente na natureza, contribuindo para a proteção das populações selvagens e para a redução dos impactos ecológicos associados ao comércio clandestino internacional.

Sob a perspectiva sanitária, os protocolos quarentenários internacionais e nacionais representam uma importante barreira de proteção contra a introdução de agentes patogênicos capazes de comprometer tanto a fauna silvestre quanto a avicultura comercial. A realização de exames laboratoriais, inspeções clínicas e monitoramento contínuo reduz significativamente os riscos epidemiológicos.

A experiência relatada também demonstra alinhamento com os princípios ESG. No componente ambiental, observa-se a contribuição para a conservação da biodiversidade e para a redução da pressão sobre populações naturais. No componente social, destacam-se as ações voltadas ao bem-estar animal, à educação ambiental e à promoção da legalidade no comércio de fauna. No aspecto de governança, evidencia-se o cumprimento rigoroso das normas nacionais e internacionais, garantindo transparência, rastreabilidade e responsabilidade institucional.

Figura 1. Documento de importação de fauna CITES do criadouro de Portugal e do Brasil, criadouro Kencanto

DOI: 10.51189/vii-coninters/81586

ISSN: 2675-813X

Figura 2. Termo deferido de fiscalização sanitária do MAPA no desembarque das aves importadas do criadouro Kencanto para o Brasil rumo a EQC para quarentena.

Figura 3. Exames obrigatórios realizados no quarentenário em Portugal

DOI: 10.51189/vii-coninters/81586

Figura 4. Liberação das aves após quarentena no EQC para transporte ao criadouro Kencanto.

Apesar dos benefícios observados, o processo apresenta desafios importantes, incluindo elevados custos operacionais tanto de deslocamento quanto de aquisição das aves dos criadouros, muitas das vezes em outros países da União Europeia até Portugal, exigências burocráticas complexas dos dois governos do Brasil e de Portugal (apesar da mesma língua) e necessidade de constante atualização regulatória, principalmente do Brasil. Ainda assim, esses fatores constituem mecanismos essenciais para assegurar a proteção ambiental e sanitária envolvida no comércio internacional de fauna.

4 CONCLUSÃO

A importação legal de aves exóticas, realizada sob controle sanitário e documental rigoroso, constitui uma ferramenta relevante para a conservação da biodiversidade e para o fortalecimento da conservação ex situ.

O cumprimento dos protocolos internacionais e nacionais garante elevados padrões de biossegurança, rastreabilidade e bem-estar animal, reduzindo os riscos associados à disseminação de enfermidades e ao comércio ilegal de fauna.

Além de contribuir para a manutenção da diversidade genética em populações manejadas, a prática apresenta consonância com os princípios dos investimentos socialmente responsáveis e dos critérios ESG, promovendo responsabilidade ambiental, governança e sustentabilidade.

Dessa forma, a experiência relatada evidencia que a importação licenciada de aves exóticas pode representar um importante instrumento de conservação da biodiversidade quando conduzida de maneira ética, legal e tecnicamente fundamentada.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. R. N.; LIMA, J. R. F.; ARAÚJO, H. F. P. The live bird trade in Brazil and its conservation implications. Human Ecology Review, v. 20, n. 1, p. 69-81, 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Estação Quarentenária de Cananeia. Brasília: MAPA, 2026.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. Convenção sobre Comércio Internacional das Espécies da Flora e Fauna Selvagens em Perigo de Extinção (CITES). Brasília: MMA, 2026.

CITES. Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. Geneva: CITES Secretariat, 2025.

IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Gland: IUCN, 2025.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Finance for Nature: Responsible Investment and Biodiversity Conservation. Nairobi: UNEP, 2024.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81586

ANÁLISE DA DINÂMICA HIDROLÓGICA, EXPANSÃO SUPERFICIAL E DO LAG PLUVIOMÉTRICO NO ENTORNO DE PELOTAS E CANAL SÃO GONÇALO VIA GOOGLE EARTH ENGINE

ALFREDO REINALDO PREIGSCHADT FILHO; DOUGLAS FACCO STEFANELLO; GABRIEL GOMES MUNIZ; RENATHA REHBEIN DA SILVA

RESUMO

A bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos apresenta alta suscetibilidade natural a flutuações hídricas devido à sua configuração geográfica de planície costeira baixa. Recentemente, a região Sul do Brasil enfrentou severos extremos hidroclimáticos induzidos pela transição entre os fenômenos La Niña e El Niño. Diante desse cenário, este estudo teve como objetivo geral monitorar a variação espaço-temporal e a amplitude de expansão do espelho d'água no entorno hídrico de Pelotas e do Canal São Gonçalo entre 2019 e 2025, identificando o tempo de resposta hidrológica (lag) do sistema face à precipitação regional acumulada. A metodologia baseou-se no processamento digital de imagens em nuvem na plataforma Google Earth Engine, utilizando dados de reflectância de superfície do sensor MultiSpectral Instrument da constelação Sentinel-2 e estimativas de chuva diária do modelo CHIRPS. O Índice de Água por Diferença Normalizada (NDWI) foi aplicado para segmentar e extrair as superfícies líquidas abertas. A engenharia de dados gerou uma matriz consolidada com 448 observações válidas, sobre as quais foi aplicado o teste de Coeficiente de Correlação Linear de Pearson (r) e a padronização por Z-score. Os resultados da análise espacial revelaram uma expansão de 65,12% na área inundada, saltando de 157,68 km² na estiagem severa de 2023 para 260,36 km² na cheia histórica de 2024. O indicador Z-score de +2,32 classificou as inundações de 2024 como uma anomalia extrema severa. A análise de correlação cruzada identificou uma associação linear positiva fraca para o médio prazo (r = 0,220 no Lag 12), revelando que o sistema possui uma forte inércia hidrodinâmica e atinge um efeito de saturação da planície de inundação em eventos pluviais que superam o limiar crítico de 40 mm. Conclui-se que o monitoramento orbital contínuo contorna a escassez de dados fluviométricos tradicionais, embora a ausência de variáveis como o regime de ventos locais configure uma limitação do modelo. Perspectivas futuras apontam para a inclusão de forçantes atmosféricas e algoritmos não-lineares de inteligência artificial.

Palavras-chave: Anomalia Hidrológica; Estatística Espaço - Temporal; Sensoriamento Remoto.

1 INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica da Lagoa dos Patos, localizada no estado do Rio Grande do Sul, constitui um dos complexos lagunares estuarinos mais extensos e dinâmicos da América do Sul. Na porção meridional desse sistema, o município de Pelotas e o Canal São Gonçalo desempenham um papel hidrográfico crítico, atuando como zonas de jusante e calhas terminais reguladoras do fluxo hídrico transfronteiriço entre a Lagoa dos Patos e a Lagoa Mirim (MORAES et al., 2021; PARFITT et al., 2024). Devido a essa configuração geográfica de planície costeira baixa e baixa declividade declive-dependente, a região apresenta uma

DOI: 10.51189/vii-coninters/81590

suscetibilidade natural a flutuações severas em seus corpos d'água superficiais. Esse cenário torna o monitoramento contínuo dessa dinâmica essencial para a compreensão dos regimes de cheias e vazantes que moldam a paisagem local e impactam as comunidades ribeirinhas (STUMPF et al., 2023).

Nos últimos anos, as mudanças climáticas globais intensificaram de forma sinérgica a frequência e a magnitude de eventos meteorológicos extremos na região Sul do Brasil, alternando períodos de estiagens severas com episódios de precipitação pluviométrica histórica. Esse comportamento bimodal e anômalo ficou evidente na transição entre o ano de 2023, fortemente marcado por déficits hídricos associados ao encerramento de um ciclo de La Niña, e o primeiro semestre de 2024, quando o estado foi atingido por um desastre hidroclimático sem precedentes históricos impulsionado pelo fenômeno El Niño e pelo bloqueio atmosférico subadjacent (CPTEC/INPE, 2024; ROCHA et al., 2025). Tais oscilações impõem uma pressão sem precedentes sobre a morfometria dos ecossistemas aquáticos e as infraestruturas urbanas periféricas, demandando ferramentas de alta resolução temporal capazes de quantificar com precisão a real magnitude da expansão e retração dessas superfícies líquidas.

A justificativa para a abordagem deste problema reside na necessidade de superar as limitações crônicas dos métodos tradicionais de monitoramento hidrológico in situ, os quais frequentemente sofrem com a escassez de estações fluviométricas ativas e com a descontinuidade de dados de nível na metade sul do estado (SOUZA & ANDRADE, 2024). Autores como McFeeters (1996), Gorelick et al. (2017) e Tamiminia et al. (2020) apontam que a integração de sensores orbitais de alta resolução, como a constelação Sentinel-2 (MSI), associada ao processamento digital em macroescala na plataforma Google Earth Engine (GEE), confere uma precisão espacial inédita para o mapeamento automatizado de espelhos d'água através de índices espectrais como o NDWI. Ademais, investigar a correlação estatística cruzada e defasada (lag hidrológico) entre a precipitação regional e a resposta física desses corpos d'água preenche uma lacuna crítica na literatura local, gerando subsídios empíricos necessários para calibrar modelos de previsão de inundação e subsidiar os planos de contingência territorial da Defesa Civil (BRITO et al., 2025).

Diante do cenário exposto, o objetivo geral deste estudo realizado consiste em monitorar a variação espaço-temporal e a amplitude de expansão do espelho d'água no entorno hídrico de Pelotas e do Canal São Gonçalo entre os anos de 2019 e 2025, identificando de forma precisa o tempo de resposta hidrológica (lag) do sistema face aos volumes de precipitação regional acumulada.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no entorno hídrico do município de Pelotas, focado no Canal São Gonçalo; uma hidrovia natural de extrema importância que conecta a Lagoa dos Patos à Lagoa Mirim. O recorte geográfico principal (Região de Interesse - ROI) foi delimitado por um polígono envolvente entre as coordenadas de longitude 52,42 W a 52,12 W e latitude 31,84 S a 31,69 S.Visando capturar a assinatura pluviométrica da bacia de contribuição imediata que drena em direção a essa calha terminal, estabeleceu-se uma zona de amortecimento (buffer) de 50 km de raio ao redor da ROI para a extração exclusiva dos dados de precipitação regional. Essa estratégia de ampliação da área de captação pluvial para análise de lags hidrológicos em áreas de jusante é amplamente respaldada pela literatura hidrológica em bacias de planície (BRITO et al., 2025; PARFITT et al., 2024).

DOI: 10.51189/vii-coninters/81590

A manipulação, filtragem e álgebra computacional de dados espaciais foram realizadas integralmente via computação em nuvem na plataforma Google Earth Engine (GEE), cuja eficiência em macroescala é descrita por Gorelick et al. (2017) e Tamiminia et al. (2020). A arquitetura metodológica baseou-se na integração de duas coleções de dados de escala planetária:

- Sentinel-2 (COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED): Dados de reflectância de superfície (Nível-2A) obtidos pelo sensor MultiSpectral Instrument (MSI), com resolução espacial nominal de 10 metros para as bandas visíveis e do infravermelho próximo (NIR). O recorte temporal selecionado compreendeu o período de janeiro de 2019 a dezembro de 2025.
- CHIRPS Daily (UCSB-CHG/CHIRPS/DAILY): O modelo Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station Data foi empregado para estimar a precipitação diária. Possui resolução espacial de 0,05° (~5,5 km) e combina dados de satélite com estações meteorológicas terrestres, apresentando alta confiabilidade para o Sul do Brasil (FUNK et al., 2015; SOUZA & ANDRADE, 2024).

Para mitigar os efeitos de interferências atmosféricas na leitura óptica, implementou-se um algoritmo de mascaramento de nuvens bitwise aplicado sobre a banda de qualidade estatística QA60 da constelação Sentinel-2, removendo pixels opacos e cirrus. Na sequência, calculou-se o Índice de Água por Diferença Normalizada (NDWI), conforme proposto por McFeeters (1996), utilizando o quociente espectral entre a banda do Verde B3 e do Infravermelho Próximo B8, expresso por:

$$NDWI = \frac{Verde - NIR}{Verde + NIR}$$

A segmentação automatizada do espelho d'água foi executada aplicando o limiar empírico clássico NDWI > 0 para isolar as superfícies líquidas abertas, seguindo recomendações de adequação metodológica para ambientes costeiros (STUMPF et al., 2023). A área inundada real em quilômetros quadrados (km²) foi calculada multiplicando a máscara binária resultante pela área matemática nominal do pixel "(ee.Image.pixelArea())", parametrizando a redução espacial "(reduceRegion)" com escala de 50 metros para otimização de memória do servidor. Para eliminar ruídos provenientes de imagens geradas em condições de órbita incompleta ou com severa obstrução de nuvens remanescentes, descartaram-se registros cuja área líquida mapeada fosse inferior a 15 km²

Para cada imagem orbital validada do Sentinel-2, o algoritmo realizou uma varredura retrospectiva automatizada sobre a série temporal diária do CHIRPS. Foram delimitadas três janelas de tempo móveis (defasagens ou lags) baseadas na soma acumulada da precipitação regional média antes da captura do satélite:

- Lag 0 (Simultâneo): Acumulado de chuva de 0 a 3 dias anteriores à data da imagem, representando o impacto imediato.
- Lag 6 (Curto a Médio Prazo): Acumulado de chuva de 6 a 9 dias anteriores à data da imagem.
- Lag 12 (Médio a Longo Prazo): Acumulado de chuva de 12 a 18 dias anteriores à data da imagem.Esse arranjo de engenharia de dados gerou uma matriz final consolidada contendo 784 amostras temporais emparelhadas.

A partir desse banco de dados, aplicou-se o teste de Coeficiente de Correlação Linear de Pearson (r) no ambiente Excel para avaliar o grau de associação e a significância da resposta da área do espelho d'água frente a cada intervalo de antecedência pluviométrica, obedecendo aos critérios de linearidade e homogeneidade estatística para séries temporais hídricas (BRITO et al., 2025).

DOI: 10.51189/vii-coninters/81590

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise quantitativa baseada no processamento digital de imagens orbital permitiu mensurar com precisão a magnitude superficial dos eventos hidroclimáticos extremos que atingiram a metade sul do Rio Grande do Sul. O mapeamento espacial discriminou uma variação expressiva na cobertura hídrica da planície estuarina de Pelotas e do Canal São Gonçalo ao comparar os cenários climáticos opostos de 2023 e 2024. Para contextualizar a severidade estatística desses eventos dentro da série histórica de 784 amostras, calculou-se o indicador de padronização *Z-score* para cada extremo, conforme sintetizado na Tabela 1.

Tabela 1 – Comparativo espacial e análise de anomalia padronizada (Z-score) nos extremos hidroclimáticos

Anomalia Padronizada				
Evento Climático	Ano de Referênci a	enômeno Atuante	Área de espelho d' Água (Km²)	Z-Score
Estiagem	2023	La Niña	157,68	+ 0,51
Inundação	2024	El Niño	260,36	+ 2,32

Os resultados numéricos revelam uma expansão absoluta de 102,68 km² na superfície líquida exposta, o que representa um acréscimo de 65,12% na área inundada em um intervalo inferior a doze meses. O comportamento de transição corrobora as observações de Rocha et al. (2025) sobre o desastre hidroclimático ocorrido no estado, evidenciando como a alternância abrupta entre os fenômenos de macroescala La Niña e El Niño impõe severas modificações na morfometria dos corpos d'água superficiais (CPTEC/INPE, 2024).

A interpretação do Z-score traz revelações fundamentais sobre a natureza física do sistema hídrico. O valor de +0,51 obtido para a estiagem de 2023, apesar de representar um cenário visual de seca nas margens, situa-se estatisticamente próximo à média histórica da série 129,10 km². Isso ocorre porque o Canal São Gonçalo, por ser uma calha de drenagem de macroescala conectada a grandes reservatórios lacustres (Lagoas dos Patos e Mirim), mantém uma cota basal de amortecimento que impede o seu completo esvaziamento superficial mesmo sob forte estiagem meteorológica (MORAES et al., 2021).Por outro lado, o Z-score de 2,32 alcançado durante a cheia de 2024 classifica o evento hidrológico como uma anomalia extrema severa, posicionando-se a mais de dois desvios padrão acima da média histórica. De acordo com os critérios de distribuição estatística para séries temporais hídricas (BRITO et al., 2025), um Z-score superior a 2,0 indica um evento de baixíssima probabilidade de ocorrência (ponto fora da curva), o que materializa o caráter sem precedentes das inundações de 2024 na região de Pelotas.

Para compreender os mecanismos propulsores dessa variação sob uma perspectiva temporal ampla, a matriz consolidada de 448 observações foi submetida ao teste de correlação linear de Pearson (r) focando no comportamento de médio prazo (Lag 12), conforme ilustrado na imagem a seguir

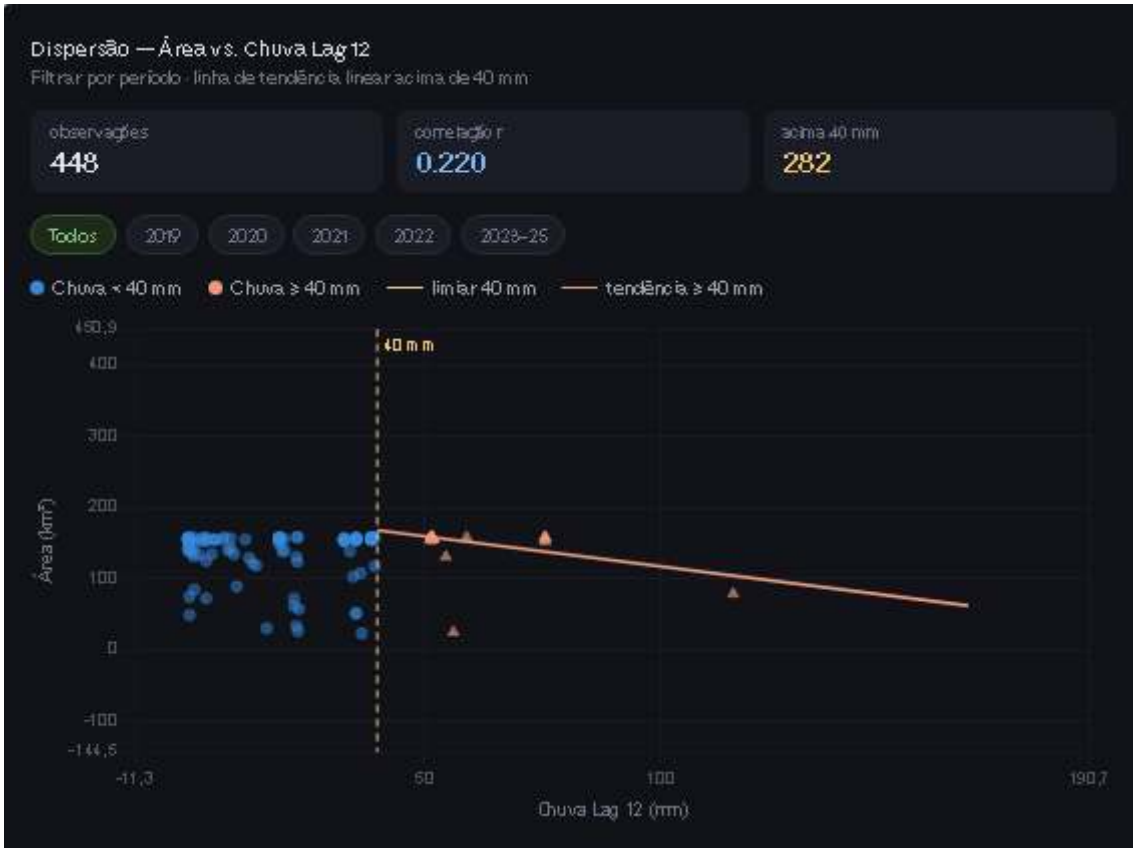


Figura 1 - Gráfico de dispersão linear entre a área do espelho d'água km² e a precipitação regional acumulada no Lag 12 (mm) com segregação por limiar de 40 mm (Do Autor)

Diferenciando-se das análises preliminares de curto prazo, o coeficiente de correlação global para o Lag 12 revelou uma associação positiva fraca (r = 0,220), conforme observado na figura 1. Esse resultado indica que o volume de chuva acumulado entre 12 e 18 dias anteriores possui papel ativo na expansão do espelho d'água, caracterizando o tempo médio necessário para que a precipitação caída sobre a bacia hidrográfica se converta em escoamento superficial e atinja a calha principal em Pelotas (PARFITT et al., 2024).Um desdobramento analítico importante apresentado na Figura ocorre ao isolar os dados a partir do limiar de 40 mm de chuva acumulada com 282 observações situadas nesta zona de transição. A linha de tendência específica para eventos de alta precipitação (40 mm) exibe uma inclinação descendente. Esse padrão aponta para um efeito de saturação da planície de inundação: após o sistema atingir sua capacidade máxima de retenção hídrica nas margens decorrente de pulsos pluviométricos subsequentes, a área do espelho d'água tende a estabilizar ou decrescer ligeiramente na calha imageada devido ao escoamento acelerado em direção ao estuário da Lagoa dos Patos (SOUZA & ANDRADE, 2024).

A distribuição contínua desses pulsos pluviais e a resposta geométrica da lâmina d'água ao longo do horizonte temporal de estudo (2019–2025) podem ser visualizadas na modelagem cruzada da figura 2

.

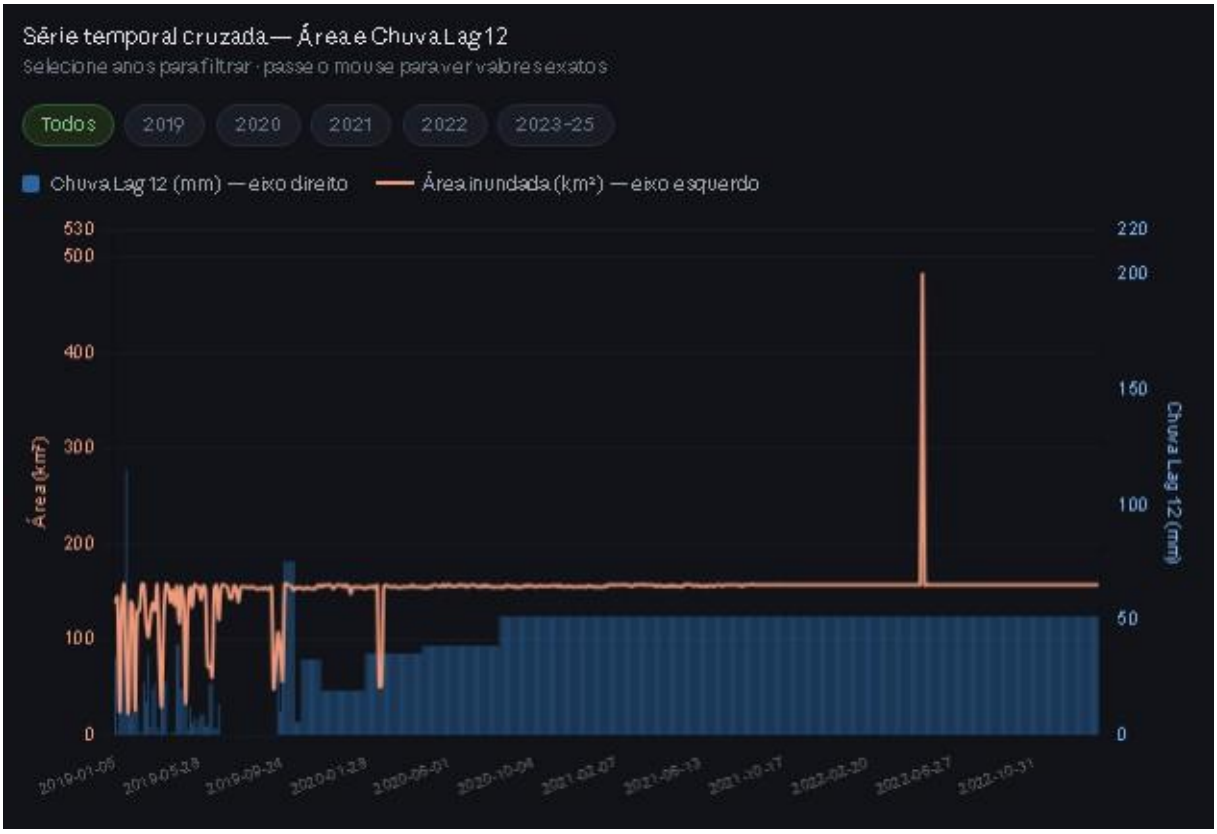


Figura 2 - Série temporal cruzada evidenciando os volumes diários de chuva regional (mm) e as oscilações da área inundada km² (Do autor)

O comportamento histórico exposto na Figura reforça a estabilidade basal do Canal São Gonçalo ao longo dos anos de neutralidade, interrompida por picos abruptos de inundação (extrapolando o patamar dos 200 km² que coincidem com janelas de forte perturbação atmosférica. Essa característica de amortecimento confirma que modelos preditivos baseados estritamente em regressões lineares simples possuem limitações para cenários costeiros baixos (SOUZA & ANDRADE, 2024).Como principal vantagem metodológica, o emprego do sensor Sentinel-2 acoplado à plataforma Google Earth Engine e estruturado em painéis interativos provou ser uma ferramenta de alta acurácia para a gestão de crises climáticas, superando falhas locais de monitoramento fluviométrico tradicional (TAMIMINIA et al., 2020). Como limitação, ressalta-se que futuras modelagens devem integrar o vetor de ventos locais para explicar a dispersão residual do modelo.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo cumpriu seu objetivo ao mapear de forma automatizada e quantificar com alta precisão a dinâmica espacial do espelho d'água na planície estuarina de Pelotas e no Canal São Gonçalo diante de extremos hidroclimáticos recentes. A pesquisa demonstrou a ocorrência de um comportamento bimodal agudo no sistema hídrico regional, caracterizado por uma rápida transição entre a estiagem de 2023 (157,68 km²) sob o efeito do fenômeno La Niña e a cheia histórica de 2024 (260,36 km²) impulsionada pelo El Niño. Ademais, a aplicação estatística do indicador Z-score permitiu caracterizar o cenário de cheia de 2024 como uma anomalia extrema severa (Z = +2,32), situando o evento a mais de dois desvios padrão acima da normalidade histórica dentro da série consolidada de 448 registros.O estudo atingiu um patamar analítico profundo ao correlacionar a flutuação geométrica da

lâmina d'água com a precipitação acumulada em médio prazo (Lag 12), obtendo uma associação linear positiva fraca (r = 0,220). Esse resultado revelou que o sistema possui uma forte inércia hidrodinâmica de macroescala e exibe um efeito nítido de saturação da planície de inundação quando os volumes acumulados ultrapassam o limiar crítico de 40 mm. Como limitação metodológica principal, reconhece-se que a análise se restringiu às variáveis de chuva regional e sensoriamento óptico, sem integrar componentes de forçantes atmosféricas dinâmicas locais, a exemplo do regime de ventos. Por fim, as perspectivas futuras do trabalho direciona-se para a incorporação de dados vetoriais de vento (direção e velocidade) e para o desenvolvimento de algoritmos de regressão não-lineares baseados em inteligência artificial, visando aprimorar os modelos preditivos e os sistemas de alerta precoce da Defesa Civil.

REFERÊNCIA

BRITO, L. S.; LIMA, R. C.; SILVA, M. A. Sensoriamento remoto em nuvem e a modelagem de lags hidrológicos em bacias de jusante. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 30, e12, 2025.

CPTEC/INPE. **Relatório Técnico de Eventos Extremos: Climatologia do Rio Grande do Sul** em 2024. Cachoeira Paulista: INPE, 2024.

GORELICK, N. et al. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment**, v. 202, p. 18-27, 2017.

MCFEETERS, S. K. The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. **International Journal of Remote Sensing**, v. 17, n. 7, p. 1425-1432, 1996.

MORAES, F. A.; GUIMARÃES, T. L.; SOUZA, R. G. Dinâmica hidrodinâmica do Canal São Gonçalo e suas conexões lagunares. **Geografia Sul-Rio-Grandense**, v. 14, n. 2, p. 45-61, 2021.

PARFITT, H. J.; VIEIRA, E. M.; FIGUEIREDO, L. P. Conectividade hídrica entre o sistema Mirim-Patos e os impactos das cheias costeiras. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 134, p. 104-118, 2024.

ROCHA, G. M.; ALMEIDA, T. S.; MARTINS, F. R. O desastre hidroclimático de 2024 no Rio Grande do Sul: Análise retrospectiva dos pulos de inundação. **Climate and Development**, v. 17, n. 1, p. 89-105, 2025.

SOUZA, A. C.; ANDRADE, L. M. Limitações da rede hidrometeorológica tradicional e o avanço do monitoramento orbital na metade sul do RS. **Revista de Geotecnologias**, v. 14, n. 3, p. 210-226, 2024.

STUMPF, L. et al. Vulnerabilidade socioambiental de planícies costeiras baixas frente a extremos de cheia: O caso de Pelotas/RS. **Ambiente & Sociedade**, v. 26, e0142, 2023.

TAMIMINIA, H. et al. Google Earth Engine for geo-big data applications: A meta-analysis and systematic review. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 164, p. 152-170, 2020.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81590

REGULAÇÃO PRUDENCIAL COMO INSTRUMENTO DE GOVERNANÇA SUSTENTÁVEL. IMPACTOS DA RESOLUÇÃO CMN Nº 5.272 NOS REGIMES PRÓPRIOS DE PREVIDÊNCIA SOCIAL

CARLOS GUSTAVO LEITE BARBOSA DOS SANTOS

RESUMO

A governança dos Regimes Próprios de Previdência Social (RPPS) representa um dos maiores desafios da gestão pública brasileira contemporânea. Responsáveis pela gestão de recursos previdenciários de servidores públicos, os RPPS operam sob crescente pressão regulatória, fiscal e reputacional, o que torna imperativa a análise de seus mecanismos de governança sustentável. Nesse contexto, a Resolução CMN nº 5.272, de 18 de dezembro de 2025, do Conselho Monetário Nacional, inaugura um novo paradigma regulatório para a gestão de investimentos dos RPPS, ao vincular explicitamente a discricionariedade decisória ao nível de certificação institucional e ao aprofundar exigências de transparência, prestação de contas e integração de critérios ESG à gestão de riscos. Diante disso, o presente trabalho questiona: a Resolução CMN nº 5.272/2025 pode ser compreendida como um instrumento de governança sustentável capaz de institucionalizar práticas de conformidade, transparência e prestação de contas nos RPPS? O objetivo é analisar como a trajetória regulatória dos RPPS, da CMN nº 3.922/2010 à CMN nº 5.272/2025, configura uma engenharia institucional orientada à governança sustentável. Trata-se de pesquisa bibliográfica e documental, com abordagem qualitativa e contornos de revisão integrativa, combinada à análise comparativa das três resoluções CMN. Conclui-se que a Resolução CMN nº 5.272/2025 ultrapassa a função tradicional de controle prudencial e assume o papel de mecanismo de engenharia institucional voltado à governança sustentável: ao condicionar limites de alocação à certificação institucional, tornar obrigatória a transparência de impactos ESG e formalizar responsabilidades individuais, a norma induz convergência comportamental e institucionaliza padrões sustentáveis de conformidade, prestação de contas e governança corporativa nos colegiados gestores dos RPPS.

Palavras-chave: Economia Comportamental; ESG; Investimentos previdenciários.

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade empresarial tem sido crescentemente compreendida e estudada para além do ambiente corporativo privado, abarcando e trazendo benefícios também instituições públicas e fundos previdenciários, inclusive no Brasil. (Agnese *et al*., 2024; Melo et al., 2026). Nesse sentido, os Regimes Próprios de Previdência Social (RPPS), responsáveis pela gestão dos recursos previdenciários de servidores públicos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, configuram casos paradigmáticos de governança sustentável no setor público. Seu equilíbrio financeiro e atuarial, a integridade de seus processos decisórios e a transparência de suas práticas de investimento constituem dimensões essenciais da sustentabilidade e esse avanço passa pelo desenho da regulação alinhada com esse propósito. (Mukherjee *et al*., 2021; McLaughlin & Richards, 2025).

DOI: 10.51189/vii-coninters/81592

A gestão desses recursos é baseada em decisões, preferencialmente colegiadas (Brasil, 2022). Essas decisões são moldadas por estruturas organizacionais que direcionam atenção, enquadram alternativas e condicionam julgamentos sob racionalidade limitada (Simon, 1955; Kahneman, 2003). Por essa lógica, normas regulatórias não apenas impõem restrições formais: elas organizam a forma como os gestores percebem riscos, priorizam alternativas e estruturam julgamentos (Thaler & Sunstein, 2008; Nagtegaal, 2022). Em contextos colegiados, como os comitês de investimento dos RPPS, essas influências se amplificam por dinâmicas de grupo, pressões de responsabilização e busca de consenso (Janis, 1971; Grube & Killick,2023).

A Resolução CMN nº 5.272/2025 representa uma inflexão nesse cenário, ao aprofundar as exigências de governança corporativa, prestação de contas e integração de critérios ESG que vinham sendo gradualmente introduzidas desde a CMN nº 3.922/2010. Mais do que reajuste técnico de limites de alocação, a norma constitui um mecanismo de engenharia institucional que reconfigura o ambiente decisório dos RPPS, vinculando discricionariedade à capacidade certificada e tornando obrigatória a transparência sobre impactos ambientais, sociais e de governança da carteira de investimentos (Banco Central do Brasil, 2025). O presente trabalho tem como objetivo analisar em que medida essa trajetória regulatória configura uma engenharia institucional orientada à governança sustentável, com ênfase nos eixos de governança corporativa, transparência e prestação de contas, e conformidade ESG.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de pesquisa bibliográfica e documental, com abordagem qualitativa e contornos de revisão integrativa da literatura. O corpus documental compreende as Resoluções CMN nº 3.922/2010, nº 4.963/2021 e nº 5.272/2025, analisadas comparativamente segundo três critérios orientados à sustentabilidade empresarial: (i) governança corporativa e certificação institucional; (ii) transparência e prestação de contas; e (iii) conformidade e integração ESG. A análise documental é complementada por revisão da literatura em economia comportamental, desenho de políticas públicas, governança previdenciária e sustentabilidade institucional, com ênfase em publicações em periódicos de alta relevância científica. Adota-se abordagem qualitativa em perspectiva interpretativa institucional.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise comparativa das três resoluções CMN revela uma trajetória consistente de institucionalização de práticas de governança sustentável nos RPPS, evidenciada em três dimensões centrais, sintetizadas no Quadro 01.

Quadro 01: Evolução regulatória dos RPPS sob perspectiva da sustentabilidade empresarial

Critério de sustentabilidade	**CMN nº 3.922/2010**	**CMN nº 4.963/2021**	**CMN nº 5.272/2025**
Governança corporativa e certificação institucional	Princípios básicos de gestão; transparência como princípio genérico; sem exigência de certificação formalizada para os gestores	Introduz quatro níveis de governança como critério de elegibilidade; governança comprovada desbloqueia maiores percentuais de alocação em determinados ativos	Certificação como variável normativa estruturante; limites de alocação vinculados ao nível de governança comprovado; separação formal e obrigatória de responsabilidades; alçadas de decisão definidas por instância
Transparência e prestação de contas (*Accountability*)	Transparência como princípio genérico; política anual de investimentos aprovada	Adiciona "motivação" aos princípios; exige divulgação pública de custos; registro digital obrigatório de decisões;	Acrescenta "tempestividade e prudência"; responsabilização individual formalizada por

Critério de sustentabilidade	CMN nº 3.922/2010	CMN nº 4.963/2021	CMN nº 5.272/2025
	pelo órgão superior competente	definição formal de alçadas; credenciamento prévio e avaliação de prestadores de serviços	ação ou omissão; divulgação obrigatória de custos da carteira.
Conformidade e integração ESG	Compliance centrado em limites quantitativos por classe de ativo; sem referência a critérios socioambientais ou de governança	Introduz referência à sustentabilidade econômica, ambiental, social e de governança dos investimentos ("sempre que possível"); padrão ético de conduta como critério de credenciamento de prestadores	ESG integrado à gestão de riscos quando "material e relevante"; avaliação e transparência obrigatórias dos impactos ambientais, sociais e de governança da carteira de investimentos

Fonte: Resoluções CMN nº 3.922/2010, nº 4.963/2021 e nº 5.272/2025.

A dimensão da governança corporativa e certificação institucional ilustra a transição de um modelo baseado em princípios genéricos (CMN nº 3.922/2010) para um regime em que a capacidade organizacional comprovada se torna variável normativa estruturante do espaço decisório (CMN nº 5.272/2025). Ao vincular limites de alocação ao nível de certificação, a norma cria um sistema de incentivos orientado ao desenvolvimento institucional sustentável, o que Mukherjee *et al*., (2021) identificam como elemento central para a efetividade do desenho de políticas públicas.

A trajetória da transparência e *prestação de contas* revela movimento análogo: da mera menção como princípio (CMN nº 3.922/2010), passa-se à exigência de registro digital de decisões e definição formal de alçadas (CMN nº 4.963/2021), até chegar à obrigatoriedade de divulgação de impactos ESG da carteira e à responsabilização individual formalizada por ação ou omissão (CMN nº 5.272/2025). Esse percurso dialoga com a literatura sobre governança performática (Clark, 2020), que alerta para o risco de a conformidade formal sobrepor-se à adequação substantiva; tensão que permanece relevante mesmo sob a nova arquitetura regulatória.

No que tange a conformidade e à integração ESG, a evolução é ainda mais expressiva. A CMN nº 3.922/2010 opera exclusivamente com limites quantitativos por classe de ativo, sem qualquer referência a critérios socioambientais. A CMN nº 4.963/2021 introduz pela primeira vez a consideração de aspectos de sustentabilidade econômica, ambiental, social e de governança, ainda que sob a cláusula "sempre que possível". A CMN nº 5.272/2025 consolida esse avanço ao integrar a análise ESG à gestão de riscos, quando "material e relevante", e ao tornar obrigatória a avaliação e a transparência dos impactos ambientais, sociais e de governança da carteira de investimentos (Banco Central do Brasil, 2025).

Sob a lente da economia comportamental, esse conjunto de transformações pode ser interpretado como uma reconfiguração progressiva da arquitetura de escolha institucional (Thaler & Sunstein, 2008). Em contextos de alta responsabilização, como os comitês de investimento dos RPPS, esse enquadramento tende a induzir convergência comportamental, fenômeno no qual as carteiras se tornam progressivamente homogêneas não apenas por cálculo técnico, mas por dinâmica de grupo e redução de incerteza reputacional (George *et al*., 2020; Nagtegaal, 2022).

Em conjunto, as três dimensões analisadas revelam uma trajetória deliberada de institucionalização da governança sustentável nos RPPS, na qual a regulação prudencial passou a operar também como mecanismo de engenharia institucional: redistribuindo discricionariedade, formalizando responsabilidades e reorientando o ambiente cognitivo dos colegiados decisórios. Esse movimento, contudo, carrega o risco de padronização excessiva e

isomorfismo institucional (Schmidt & Stenger, 2024; Clark, 2020), o que reforça a necessidade de preservar diversidade estratégica nas futuras evoluções regulatórias.

4 CONCLUSÃO

A análise da trajetória regulatória dos RPPS revela que a Resolução CMN nº 5.272/2025 representa mais do que uma atualização prudencial: ela configura um mecanismo de engenharia institucional orientado à governança sustentável. Ao institucionalizar a certificação institucional como condição de acesso a maior discricionariedade, ao tornar obrigatória a transparência sobre impactos ESG e ao formalizar a responsabilização individual no processo decisório, a norma induz padrões sustentáveis de governança corporativa, conformidade e prestação de contas nos RPPS.

Do ponto de vista comportamental, a regulação opera como arquitetura de escolha institucional coletiva: reduz ambiguidade decisória, hierarquiza alternativas por critérios de legitimidade e favorece a convergência interpretativa nos colegiados gestores. Esse efeito contribui para maior governabilidade do sistema previdenciário, embora possa, paradoxalmente, reduzir a diversidade estratégica das carteiras e induzir isomorfismo institucional.

A principal contribuição do trabalho reside na integração entre regulação prudencial previdenciária, economia comportamental aplicada à decisão pública e governança sustentável, evidenciando que o debate sobre os RPPS precisa superar a dimensão exclusivamente financeira para incorporar uma perspectiva institucional-comportamental comprometida com a qualidade, a ética e a sustentabilidade da gestão pública. Investigações futuras devem examinar os impactos da mudança das normas no equilíbrio financeiro e atuarial dos planos.

REFERÊNCIAS

AGNESE, P.; DE MASI, F.; PORRETTA, P.; SANTOBONI, F. Sustainable or not sustainable pension fund: this is the question. The case of environmental social governance policies in the Italian pension system. **Socio-Economic Planning Sciences**, v. 94, p. 101954, 2024.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Resolução CMN nº 3.922**, de 25 de novembro de 2010. Dispõe sobre as aplicações dos recursos dos regimes próprios de previdência social instituídos pela União, Estados, Distrito Federal e Municípios. Brasília: Banco Central do Brasil, 2010.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Resolução CMN nº 4.963**, de 25 de novembro de 2021. Dispõe sobre as aplicações dos recursos dos regimes próprios de previdência social instituídos pela União, pelos Estados, pelo Distrito Federal e pelos Municípios. Brasília: Banco Central do Brasil, 2021.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Resolução CMN nº 5.272**, de 18 de dezembro de 2025. Dispõe sobre as aplicações dos recursos dos regimes próprios de previdência social – RPPSs. Brasília: Banco Central do Brasil, 2025.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Previdência. **Portaria MTP nº 1.467**, de 2 de junho de 2022. Disciplina os parâmetros e as diretrizes gerais para organização e funcionamento dos regimes próprios de previdência social dos servidores públicos da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Brasília: Ministério do Trabalho e Previdência, 2022.

CLARK, G. L. The problematic nature of UK pension fund regulation: Performing governance at the expense of innovation. **Competition & Change**, v. 26, n. 1, p. 125-142, 2020.

GEORGE, B.; BAEKGAARD, M.; DECRAMER, A.; AUDENAER, M.; GOEMINNE, S. Institutional isomorphism, negativity bias and performance information use by politicians: A survey experiment. **Public Administration**, v. 98, n. 1, p. 14-28, 2020.

GRUBE, D. C.; KILLICK, A. Groupthink, polythink and the challenges of decision-making in cabinet government. **Parliamentary Affairs**, v. 76, p. 211-231, 2023.

JANIS, I. L. Groupthink. **Psychology Today**, v. 5, n. 6, p. 43-46, 1971.

KAHNEMAN, D. A perspective on judgment and choice: Mapping bounded rationality. **American Psychologist**, v. 58, n. 9, p. 697-720, 2003.

McLAUGHLIN, P. A.; RICHARDS, T. On the design of a regulatory system. **Journal of Benefit-Cost Analysis**, v. 16, p. 139-143, 2025.

MELO, L. A. N. de; VASCONCELOS, W. E. de; SALES, A. T. ESG in global public governance: a scientometric analysis with a focus on Brazil. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, Miami, v. 20, n. 1, p. 1-18, e014240, 2026.

MUKHERJEE, I.; ÇOBAN, M. K.; BALI, A. S. Policy capacities and effective policy design: A review. **Policy Sciences**, v. 54, n. 2, p. 243-268, 2021.

NAGTEGAAL, R. **Handling heuristics: How behavioral sciences can support decision-making in the public sector**. 2022. Tese (Doutorado) – Utrecht University, Utrecht, 2022.
SCHMIDT, R.; STENGER, K. Behavioral brittleness: The case for strategic behavioral public policy. **Behavioural Public Policy**, v. 8, p. 212-237, 2024.

SIMON, H. A. A behavioral model of rational choice. **Quarterly Journal of Economics**, v. 69, n. 1, p. 99-118, 1955.

THALER, R. H.; SUNSTEIN, C. R. **Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness**. New Haven: Yale University Press, 2008.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81592

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

EFEITO DO TEMPO DE CULTIVO NA PRODUÇÃO DE METABÓLITOS SECUNDÁRIOS EM HERRERIA SALSAPARRILHA

LINCOLN DOS SANTOS DE ALMEIDA; MIRANI DA ROCHA GONÇALVES; JOANNA CONDE MAYNIÉ; ANA MARIA SOARES PEREIRA; BIANCA WALERIA BERTONI; JULIANA DA SILVA COPPEDE

Introdução: O uso de plantas medicinais reforça a relevância dos estudos voltados à identificação de compostos bioativos presentes em espécies empregadas na medicina tradicional. Nesse contexto, a *Herreria salsaparrilha* Martius, uma liana dotada de tubérculos característicos, é uma espécie utilizada popularmente como depurativa e no auxílio ao tratamento da sífilis e de afecções cutâneas, sendo popularmente conhecida por seu potencial terapêutico. **Objetivo:** Comparar a presença de diferentes classes de metabólitos secundários em H. salsaparrilha cultivada por um e dois anos no Horto de Plantas Medicinais da Farmácia da Natureza-SP. **Metodologia:** Para a investigação de flavonoides, realizou-se extração em etanol 70% sob aquecimento, seguida das reações de Shinoda, cloreto de alumínio e cloreto férrico. As saponinas foram extraídas por decocção em água destilada e avaliadas por meio do Índice de Espuma (IE). Os taninos foram obtidos por extração aquosa e analisados por testes organolépticos, complementados por reações químicas específicas para detecção de taninos hidrolisáveis e condensados, com base na formação de precipitados e alterações de coloração. **Resultados:** Nas plantas cultivadas por um ano, não foram detectados flavonoides e observaram-se apenas traços de taninos, enquanto a presença de saponinas foi confirmada pelo Índice de Espuma (IE = 333,33). Enquanto nas plantas cultivadas por dois anos, o mesmo IE foi observado, porém foram detectados traços de flavonoides e presença de taninos nas reações com acetato de cobre, acetato de chumbo e cloreto férrico, indicando predominância de taninos condensados. **Conclusão:** Os resultados sugerem que períodos mais prolongados de cultivo da "mandioquinha" *H. salsaparrilha* favorecem a biossíntese e o acúmulo de metabólitos secundários, especialmente flavonoides e taninos, sem alterar a produção de saponinas nas condições avaliadas.

Palavras-chave: **HERRERIA SALSAPARRILHA; METABÓLITOS SECUNDÁRIOS; PLANTAS MEDICINAIS**

DOI: 10.51189/vii-coninters/81602

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DE SECAS EXTREMAS NO NORDESTE BRASILEIRO E SUA RELAÇÃO COM EVENTOS EL NIÑO–OSCILAÇÃO SUL (ENOS) NO PERÍODO DE 2001 A 2025 UTILIZANDO DADOS OBSERVADOS DE PRECIPITAÇÃO

JOÃO IKARO ALVES DE MOURA SÁ; CRISTIANO PRESTRELO DE OLIVEIRA; CLAUDIO MOISES SANTOS E SILVA

RESUMO

As secas extremas configuram um dos maiores desafios hidroclimáticos no Nordeste brasileiro, reflexo da marcante irregularidade pluviométrica regional e da forte influência de fenômenos de grande escala, como o El Niño–Oscilação Sul (ENOS). Diante desse cenário, este estudo realizou uma robusta análise espaço-temporal dessas anomalias entre 2001 e 2025, investigando sua associação direta com os eventos ENOS por meio da aplicação do Índice de Precipitação Padronizada (SPI) e de registros observados de chuva. Para tanto, foram empregados dados meteorológicos em grade, estruturados de forma sistemática em séries temporais mensais e anuais. A abordagem metodológica envolveu o cálculo de médias climatológicas, a identificação de anomalias, o exame da variabilidade temporal e do ciclo sazonal, além do mapeamento de anos extremos de seca e de cheia. O processamento cartográfico e os gráficos espaciais foram desenvolvidos em ambiente Python, recorrendo a bibliotecas especializadas na manipulação e na visualização de dados climáticos e geoespaciais complexos.Os resultados revelaram uma acentuada variabilidade hidroclimática na região, com déficits pluviométricos persistentes e severos no interior semiárido, sobretudo em áreas estratégicas dos estados da Bahia, Piauí, Pernambuco, Ceará, Paraíba e Rio Grande do Norte. Os anos de 2012, 2015 e 2016 despontaram como os períodos mais críticos da série histórica analisada, exibindo volumes significativamente abaixo da média climatológica regional. Em contrapartida, os anos de 2004, 2009, 2020 e 2022 registraram os maiores aportes pluviais.Constatou-se também uma forte variabilidade sazonal, com chuvas concentradas majoritariamente entre os meses de janeiro e abril, período atrelado à atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Ademais, os dados confirmaram que episódios de El Niño intensificaram a escassez hídrica, enquanto a La Niña favoreceu condições úmidas em setores específicos. Conclui-se que a integração de índices meteorológicos, análises estatísticas e ferramentas computacionais é altamente eficaz para o monitoramento de extremos, expandindo o entendimento da dinâmica regional e subsidiando a gestão de recursos hídricos.

Palavras-chave: variabilidade pluviométrica; semiárido; teleconexões climáticas.

1 INTRODUÇÃO

A região Nordeste do Brasil (NEB) destaca-se pela acentuada vulnerabilidade a secas severas, o que a posiciona como uma das áreas mais sensíveis à variabilidade climática no território nacional (Carmo; Lima, 2020). Essa fragilidade decorre das particularidades do semiárido nordestino, cuja dinâmica envolve a forte irregularidade espaço-temporal das chuvas, altas taxas de evapotranspiração e crônicos déficits hídricos (Conti, 2005). Ademais,

DOI: 10.51189/vii-coninters/81620

o regime pluviométrico regional é condicionado por múltiplos sistemas atmosféricos — como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN) e os Distúrbios Ondulatórios de Leste —, que ditam a distribuição estacional das precipitações e contribuem para a elevada variabilidade climática da região (Hastenrath; Heller, 1977; Santos; Cunha; Ribeiro-Neto, 2019).

Essa instabilidade nas chuvas do NEB também se vincula a teleconexões climáticas de grande escala, com destaque para o fenômeno El Niño–Oscilação Sul (ENOS), um dos principais reguladores da circulação atmosférica tropical (Reboita; Santos, 2015). Durante o El Niño, perturbações na célula de Walker induzem movimentos de subsidência sobre o Nordeste, inibindo a convecção e culminando em estiagens extremas (Ramires; Armond; Salgado, 2017). Em contrapartida, episódios de La Niña costumam favorecer condições mais úmidas, embora a resposta regional dependa do comportamento térmico do Oceano Atlântico Tropical (Andreoli; Kayano, 2007). O gradiente térmico do Atlântico dita o posicionamento da ZCIT, operando como fator crucial para intensificar ou mitigar secas e extremos de precipitação na região, cuja análise depende de bases pluviométricas confiáveis (Moura; Shukla, 1981; O'Gorman, 2015; Paredes-Trejo; Barbosa; Kumar, 2017).

Nas últimas décadas, a severidade desses eventos extremos tem gerado sérios reflexos no Nordeste brasileiro, afetando a dinâmica dos recursos hídricos, a produção agrícola e os ecossistemas nativos (Correia Filho *et al*., 2018). O prolongado episódio registrado entre 2012 e 2017 evidenciou a vulnerabilidade socioambiental da região, enquanto projeções futuras sinalizam um aumento na recorrência de tais fenômenos (Andrade *et al*., 2025; Marengo *et al*., 2017). Diante desse cenário, o monitoramento hidroclimático contínuo, baseado em dados pluviométricos e no Índice de Precipitação Padronizada (SPI), mostra-se indispensável para mapear a intensidade e a frequência das secas e decifrar suas conexões com o ENOS (McKee; Doesken; Kleist, 1993; Carmo; Lima, 2020).

Diante desse cenário, a integração entre dados observados de precipitação, índices climáticos e análises espaço-temporais é fundamental para ampliar o entendimento acerca da dinâmica hidroclimática do Nordeste brasileiro. Assim, este estudo buscou responder às seguintes questões de pesquisa: QP1: Como as secas extremas variaram espacialmente e temporalmente no Nordeste brasileiro entre 2001 e 2025 a partir de dados observados de precipitação? QP2: De que maneira os eventos El Niño e La Niña influenciaram a intensidade, frequência e duração das secas no Nordeste brasileiro ao longo do período analisado?

Dessa forma, o objetivo geral deste trabalho é realizar uma análise espaço-temporal das secas extremas no Nordeste brasileiro entre 2001 e 2025, investigando sua relação com os eventos El Niño–Oscilação Sul (ENOS) por meio da utilização do Índice de Precipitação Padronizada (SPI) e de dados observados de precipitação, visando identificar padrões de variabilidade hidroclimática e eventos críticos de seca na região.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo focaliza a região Nordeste do Brasil (NEB), abrangendo aproximadamente as latitudes de 1°S a 18°S e longitudes de 32°W a 48°W, incluindo seus nove estados. A região é caracterizada por elevada variabilidade climática, fortemente influenciada por sistemas atmosféricos tropicais, o que contribui para a recorrência histórica de eventos de seca, especialmente intensos no setor semiárido.

Para a análise, foram utilizados dados observacionais de precipitação do período de 2001 a 2025, provenientes da base de dados de Xavier *et al*. (2015), devido à sua alta resolução espacial e consistência temporal. Os dados foram organizados em séries mensais e anuais e submetidos a procedimentos de filtragem, padronização e análise estatística, incluindo médias, anomalias, tendências e desvios padrão, além da identificação de extremos secos e chuvosos. A caracterização das secas foi realizada por meio do Índice de Precipitação

Padronizada (SPI), permitindo avaliar intensidade, frequência e duração dos eventos, bem como sua relação com o ENOS (El Niño e La Niña), com todo o processamento executado em Python utilizando bibliotecas como NumPy, Pandas, Xarray, Matplotlib, Cartopy e GeoPandas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção são apresentados os principais resultados da análise espaço-temporal das secas extremas no Nordeste Brasileiro entre 2001 e 2025. Inicialmente, são discutidos os indicadores estatísticos da variabilidade hidroclimática, seguidos da análise da distribuição espacial e temporal da precipitação, da identificação dos períodos secos extremos e da caracterização dos anos mais secos e mais úmidos da série, destacando a influência do fenômeno ENOS na dinâmica climática regional.

3.1 Indicadores Estatísticos da Variabilidade Hidroclimática no Nordeste Brasileiro

Ao analisar os dados compilados na Tabela 1, observa-se uma acentuada oscilação no regime hidroclimático do Nordeste brasileiro ao longo do período compreendido entre 2001 e 2025. Nesse intervalo, o ano de 2015 se destacou pelo déficit hídrico mais severo da série histórica, registrando um acumulado de apenas 798,6 mm, em contraposição à abundância pluviométrica observada em 2009, que alcançou a marca de 1383,1 mm. Com uma precipitação média anual de 1106,4 mm e um desvio padrão de 156,7 mm, os números revelam a irregularidade intrínseca às chuvas da região, característica que define o ecossistema semiárido. Tais padrões convergem com as observações de Marengo, Torres e Alves (2017), que enfatizam a marcante vulnerabilidade climática que caracteriza o Nordeste. A análise dos dados permite identificar, ainda, a estreita relação entre a distribuição das chuvas e o fenômeno El Niño–Oscilação Sul (ENOS). Verifica-se que o período de maior escassez esteve diretamente associado ao El Niño, fator que catalisou condições de seca extrema; por outro lado, os anos de maior pluviosidade alinharam-se a episódios de La Niña. Este comportamento reforça as premissas de Moura e Shukla (1981), que associam a variabilidade pluviométrica do Nordeste a complexas teleconexões oceânico-atmosféricas. Dessa maneira, o emprego desses indicadores estatísticos revela-se fundamental para decifrar a dinâmica hidroclimática regional e aprimorar o monitoramento de eventos climáticos extremos.

Tabela 1 - Indicadores Estatísticos das Secas Extremas e da Variabilidade Pluviométrica no Nordeste Brasileiro entre 2001 e 2025.

Indicador	Resultado	Classificação	Influência Climática	Impacto
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

3.2 Variabilidade Espaço-Temporal da Precipitação Associada às Secas Extremas no Nordeste Brasileiro

A análise da Figura 1 evidencia padrões espaço-temporais da precipitação no Nordeste Brasileiro entre 2001 e 2025, com maiores volumes concentrados no norte da região, especialmente no Maranhão e na faixa litorânea, sob influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), conforme Moura e Shukla (1981) e Hastenrath e Heller (1977). Em contraste, o interior do Nordeste apresenta menores índices pluviométricos, caracterizando o semiárido, como discutido por Conti (2005) e Carmo e Lima (2020). As anomalias mostram

predominância de valores negativos no centro e leste da região, indicando déficit de precipitação e maior suscetibilidade à seca, especialmente em áreas do interior da Bahia, Piauí, Pernambuco e Ceará.

Esses padrões estão associados à variabilidade do El Niño-Oscilação Sul (ENOS), que enfraquece a atuação da ZCIT e intensifica os déficits de chuva, conforme Reboita e Santos (2015) e Ramires, Armond e Salgado (2017). Em contrapartida, o norte do Maranhão apresenta anomalias positivas, relacionadas à maior disponibilidade de umidade e atuação mais intensa dos sistemas convectivos. Segundo Andreoli e Kayano (2007), além do ENOS, as condições do Atlântico Tropical também modulam a posição da ZCIT, reforçando a variabilidade climática regional.

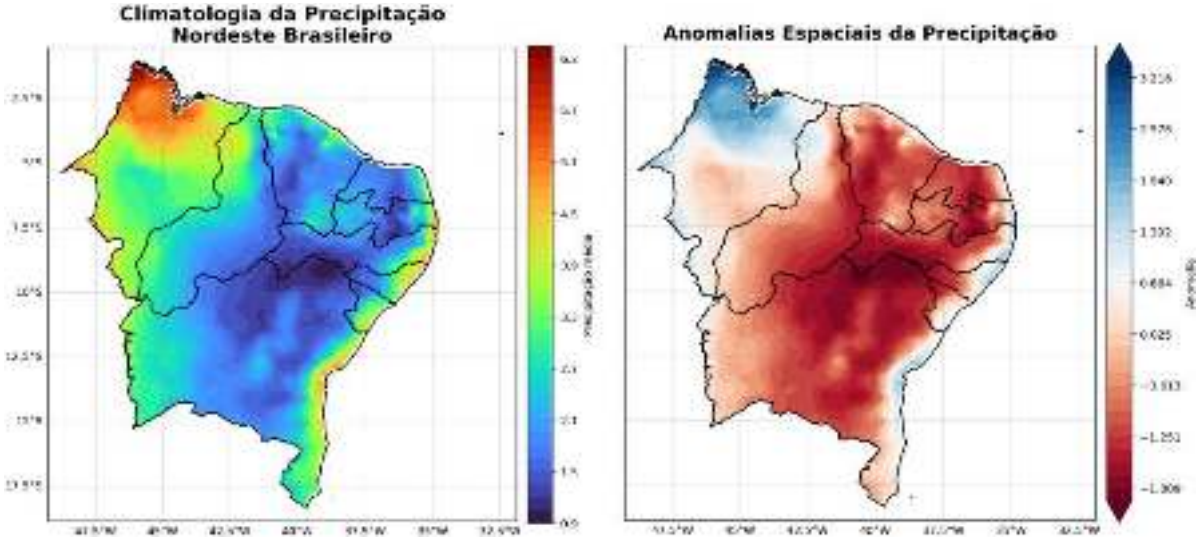


Figura 1 – Climatologia e Anomalias da Precipitação no Nordeste Brasileiro (2001-2025).

3.3 Comportamento Temporal da Precipitação e Identificação de Períodos Secos Extremos

Ao examinarmos a Figura 2, os gráficos que ilustram a variabilidade temporal e o ciclo sazonal médio lançam luz sobre a complexa dinâmica das chuvas no Nordeste entre 2001 e 2025. Observa-se uma marcante irregularidade interanual, com totais pluviométricos que oscilaram entre 798 mm e 1383 mm, estabelecendo uma média anual de 1106 mm com desvio padrão de 156,7 mm — números que evidenciam uma alta instabilidade hidroclimática. Esse cenário é perfeitamente compatível com as teses de Marengo, Torres e Alves (2017), que posicionam o Nordeste brasileiro como uma das zonas mais sensíveis às oscilações do clima na América do Sul. Enquanto os anos de 2004, 2009, 2020 e 2022 foram marcados por abundância hídrica, os períodos de 2012, 2015 e 2023 registraram volumes significativamente baixos, configurando secas severas, em linha com o que foi reportado por Andrade *et al*. (2025).

Entre 2012 e 2015 ocorreu uma das secas mais intensas das últimas décadas no Nordeste Brasileiro, associada à influência do El Niño, que reduz a atuação da ZCIT e favorece déficits pluviométricos persistentes, conforme destacado por Reboita e Santos (2015). Apesar das oscilações anuais, a tendência indica relativa estabilidade dos totais de chuva, evidenciando forte variabilidade climática regional e recorrência de secas extremas (O'Gorman, 2015). O ciclo sazonal médio mostra maior concentração das chuvas entre janeiro e abril, com pico em março, período associado à atuação mais intensa da ZCIT, comportamento também observado por Cavalcante *et al*. (2026).

DOI: 10.51189/vii-coninters/81620

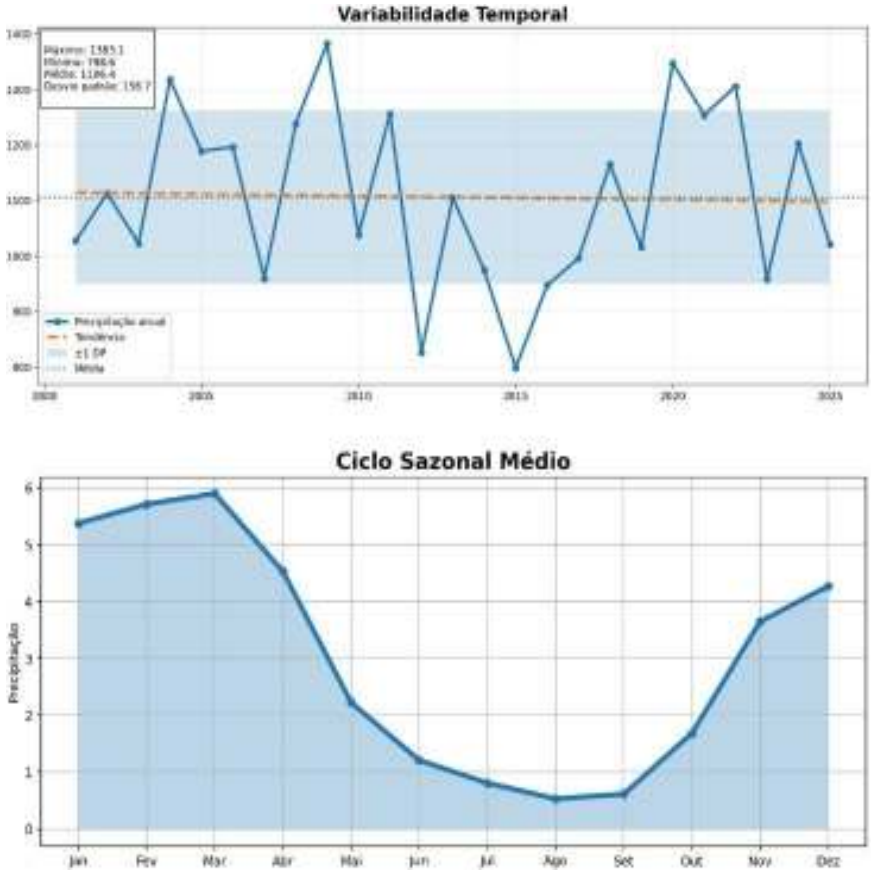


Figura 2 – Variabilidade interanual e sazonal da precipitação no Nordeste Brasileiro.

3.4 Identificação de Anos Extremos de Seca e Variabilidade Hidroclimática

Os dados apresentados na Figura 3 reforçam a tese de uma forte variabilidade hidroclimática no Nordeste Brasileiro no período de 2001 a 2025, alternando entre secas severas e anos mais pluviosos. O ranking dos anos mais secos aponta que 2015 deteve o menor índice pluviométrico anual, com aproximadamente 799 mm, seguido de perto por 2012, 2016, 2023, 2007, 2014, 2017 e 2019 — todos com volumes abaixo da média histórica. Tais conclusões corroboram as análises de Andrade *et al*. (2025) e Carmo e Lima (2020), que identificaram um agravamento das secas associado a episódios de El Niño durante a década de 2010. A recorrência de secas extremas é notória, particularmente no intervalo entre 2012 e 2016, quando a atuação do El Niño e o enfraquecimento da ZCIT favoreceram déficits persistentes de umidade. De acordo com Marengo, Torres e Alves (2017), a seca vivenciada entre 2012 e 2016 figura como uma das mais severas da história do semiárido brasileiro. O contraste é evidente ao compararmos anos secos, com acumulados abaixo de 1000 mm, a anos chuvosos, como 2004, 2009, 2020 e 2022, que superaram os 1300 mm.

Por fim, a classificação climática anual demonstra que os anos secos se concentraram majoritariamente entre 2012 e 2016, enquanto o polo úmido foi representado por 2004, 2009, 2020 e 2022. A média climatológica revela uma alternância frequente entre extremos positivos e negativos, o que valida a percepção de uma elevada variabilidade regional influenciada por fenômenos oceânico-atmosféricos, como destacado originalmente por Moura e Shukla (1981). Em suma, os dados confirmam a alta vulnerabilidade do Nordeste Brasileiro a secas extremas e sublinham a importância crítica de análises estatísticas rigorosas para o monitoramento climático da região.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81620

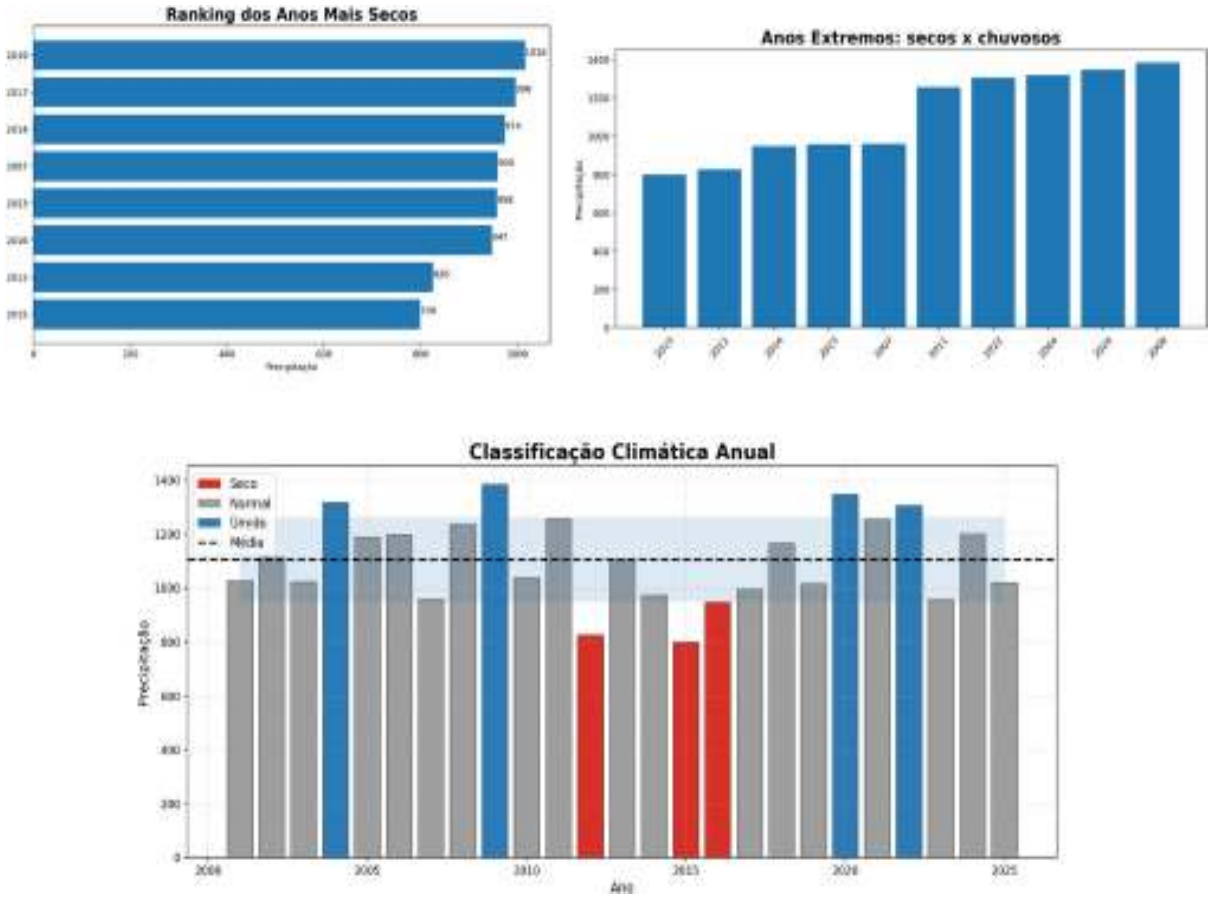


Figura 3 – Identificação dos Anos Secos, Úmidos e Classificação Climática Anual da Precipitação no Nordeste Brasileiro (2001–2025).

Os resultados permitiram responder à Questão de Pesquisa 1 (QP1), confirmando a elevada variabilidade espaço-temporal das secas extremas no Nordeste Brasileiro entre 2001 e 2025, com maior intensidade no interior do semiárido. Em relação à Questão de Pesquisa 2 (QP2), foi verificado que o El Niño reduziu as chuvas e intensificou as secas, enquanto a La Niña favoreceu condições mais úmidas, evidenciando a influência do ENOS na região.

4 CONCLUSÃO

Os resultados permitiram identificar padrões espaço-temporais das secas extremas no Nordeste Brasileiro entre 2001 e 2025, evidenciando elevada variabilidade hidroclimática. Observou-se forte irregularidade da precipitação, com déficits mais acentuados no interior do semiárido. Os anos de 2012, 2015 e 2016 destacaram-se como os mais secos, enquanto 2004, 2009, 2020 e 2022 apresentaram maiores acumulados, evidenciando o contraste entre períodos secos e úmidos. Também foi evidenciada a influência do ENOS na dinâmica das secas, com El Niño associado à redução de chuvas e intensificação da seca, e La Niña favorecendo condições mais úmidas, moduladas pela atuação da ZCIT. A aplicação do SPI mostrou-se eficiente na identificação dos eventos extremos. Como limitação, o estudo utilizou principalmente dados de precipitação, sem incorporar variáveis como temperatura, evapotranspiração e umidade do solo, embora os resultados sejam consistentes; futuros estudos podem integrar múltiplos indicadores e modelos climáticos para ampliar a compreensão da variabilidade hidroclimática na região.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. S. et al. Determinação de eventos secos e chuvosos em regiões do Nordeste brasileiro-Brasil, usando o índice de precipitação normalizada. Territorium, n. 32, p. 45-56, 2025.

ANDREOLI, R. V.; KAYANO, M. T. A importância relativa do Atlântico Tropical Sul e Pacífico Leste na variabilidade de precipitação do Nordeste do Brasil. Rev. Bras. Meteorol., v. 22, n. 1, p. 63-74, 2007.

CARMO, M. V. N. S.; LIMA, C. H. R. Caracterização espaço-temporal das secas no Nordeste a partir da análise do índice SPI. Rev. Bras. Meteorol., v. 35, n. 2, 2020.

CAVALCANTE, I. B. S. et al. Período de concentração da precipitação no Leste do Nordeste e ENOS. Cad. Geociênc., v. 21, n. 1, 2026. https://doi.org/10.9771/geocad.v21i0.31977

CONTI, J. B. A questão climática do nordeste brasileiro e os processos de desertificação. Rev. Bras. Climatol., v. 1, n. 1, p. 7-14, 2005.

CORREIA FILHO, W. L. F. et al. Diagnóstico da precipitação e EVI em dois eventos de seca no Nordeste do Brasil. Rev. Dep. Geogr., v. 35, p. 102-112, 2018.

HASTENRATH, S.; HELLER, L. Dynamics of climatic hazards in northeast Brazil. Q. J. R. Meteorol. Soc., v. 103, n. 435, p. 77-92, 1977.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil: past, present, and future. Theor. Appl. Climatol., v. 129, p. 1189-1200, 2017.

MCKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: Conf. Appl. Climatol., 1993.

MOURA, A. D.; SHUKLA, J. On the dynamics of droughts in Northeast Brazil. J. Atmos. Sci., v. 38, n. 12, p. 2653-2675, 1981.

O'GORMAN, P. A. Precipitation extremes under climate change. Curr. Clim. Change Rep., v. 1, p. 49-59, 2015.

PAREDES-TREJO, F. J.; BARBOSA, H. A.; KUMAR, T. V. L. Validating CHIRPS-based satellite precipitation estimates in Northeast Brazil. J. Arid Environ., v. 139, p. 26-40, 2017.

RAMIRES, J.; ARMOND, N. B.; SALGADO, C. M. A variabilidade pluviométrica no Cariri cearense e a influência das teleconexões ENOS e ODP. In: Simp. Bras. Geogr. Física Aplicada, 2017.

REBOITA, M. S.; SANTOS, I. A. Influência de alguns padrões de teleconexão na precipitação no Norte e Nordeste do Brasil. Rev. Bras. Climatol., v. 15, p. 28-48, 2015.

SANTOS, S. R. Q.; CUNHA, A. P. M. A.; RIBEIRO-NETO, G. G. Avaliação de dados de precipitação para o monitoramento do padrão espaço-temporal da seca no Nordeste do Brasil. Rev. Bras. Climatol., v. 25, p. 131-152, 2019.

XAVIER, A. et al. Daily gridded meteorological variables in Brazil (1980-2013). Int. J. Climatol., v. 36, p. 2644-2659, 2015.

TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO APLICADA À SUSTENTABILIDADE ECONÔMICA DE TRABALHADORES AUTÔNOMOS EM PLATAFORMAS LOCAIS

FERNANDO HENRIQUE ADOMAITIS DE CARVALHO

RESUMO

A digitalização das relações de consumo e trabalho tem ampliado as possibilidades de acesso a mercados, mas também evidencia desigualdades persistentes entre profissionais com diferentes níveis de visibilidade, reputação e domínio tecnológico. No Brasil, trabalhadores autônomos e pequenos prestadores de serviços continuam enfrentando barreiras para divulgar suas atividades, organizar agendas, estabelecer confiança com clientes e converter presença digital em geração de renda. Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo analisar como recursos de tecnologia da informação podem contribuir para a sustentabilidade econômica de trabalhadores autônomos em plataformas locais, especialmente em contextos de economia de bairro. A pesquisa caracteriza-se como exploratória e propositiva, de abordagem qualitativa, fundamentada em revisão bibliográfica narrativa e na elaboração de um modelo conceitual de plataforma local. Foram analisadas contribuições sobre transformação digital, trabalho em plataformas, inclusão produtiva, conectividade, informalidade, desenvolvimento local e economia digital. Como resultado, propõe-se um modelo composto por módulos de perfil profissional, busca geolocalizada, agenda digital, comunicação direta, reputação, avaliações, vouchers, indicadores de demanda e mecanismos de confiança. A discussão indica que tais funcionalidades podem reduzir barreiras de entrada, ampliar a visibilidade de profissionais autônomos, fortalecer relações de proximidade entre consumidores e prestadores e favorecer a circulação de renda em territórios locais. Conclui-se que plataformas locais orientadas por princípios de inclusão, simplicidade de uso, transparência e governança podem atuar como infraestrutura digital de apoio à sustentabilidade econômica popular. Entretanto, ressalta-se que seus efeitos dependem de desenho centrado no usuário, proteção de dados, capacitação digital e validação empírica futura com prestadores e consumidores.

Palavras-chave: Inclusão produtiva; Economia de bairro; Transformação digital.

1 INTRODUÇÃO

A intensificação do uso de tecnologias digitais tem alterado profundamente as formas de produzir, contratar, consumir e organizar o trabalho. A internet, os dispositivos móveis, os sistemas de busca, as plataformas digitais e os mecanismos de reputação passaram a mediar relações econômicas antes baseadas majoritariamente em indicações informais, circulação territorial e redes de confiança presenciais. Apesar desse avanço, os benefícios da digitalização não são distribuídos de maneira homogênea. O Relatório de Desenvolvimento Mundial sobre Dividendos Digitais destaca que as tecnologias digitais podem ampliar oportunidades, eficiência e prestação de serviços, mas seus resultados dependem de infraestrutura, habilidades, regulação e instituições capazes de transformar acesso tecnológico em inclusão efetiva (World Bank, 2016).

No Brasil, o tema assume relevância especial em razão da expressiva presença de trabalhadores por conta própria, informais e pequenos prestadores de serviços. Dados recentes

DOI: 10.51189/vii-coninters/81686

da PNAD Contínua indicam que o país ainda convive com elevada informalidade e com grande contingente de trabalhadores por conta própria, o que torna a geração de renda um tema central para a sustentabilidade econômica e social (IBGE, 2026). Ao mesmo tempo, pesquisas sobre uso de tecnologias de informação e comunicação apontam que o acesso à internet avançou de modo importante, mas ainda existem desigualdades relacionadas à qualidade da conexão, ao uso exclusivo do telefone celular e às competências digitais necessárias para transformar conectividade em oportunidade econômica (CGI.br, 2025).

A economia de plataformas trouxe novas possibilidades de intermediação, mas também provocou debates sobre precarização, assimetria de poder, remuneração, transparência algorítmica e proteção social. A Organização Internacional do Trabalho observa que o trabalho mediado por plataformas digitais deve ser analisado à luz do trabalho decente, da proteção dos trabalhadores e da necessidade de governança adequada (OIT, 2024). No Brasil, estudos do Ipea discutem evidências de plataformização e precarização, especialmente entre motoristas, entregadores e trabalhadores autônomos inseridos em modelos de mediação digital com forte dependência das regras das plataformas (Carvalho; Nogueira, 2024).

Entretanto, nem toda plataforma precisa reproduzir modelos centralizadores, opacos ou distantes da realidade local. Uma abordagem territorializada, voltada a prestadores de bairro, pode buscar lógica distinta: ampliar visibilidade, organizar a demanda, fortalecer reputação, aproximar consumidor e profissional, criar instrumentos de confiança e favorecer a circulação de renda no próprio território. Sob essa perspectiva, a tecnologia da informação deixa de ser apenas ferramenta comercial e passa a ser compreendida como infraestrutura de inclusão produtiva, especialmente quando desenhada para usuários com diferentes níveis de escolaridade, renda e familiaridade digital.

A sustentabilidade econômica, nesse contexto, não se limita ao crescimento financeiro de empresas ou plataformas. Ela envolve a capacidade de gerar oportunidades contínuas de trabalho, reduzir barreiras de acesso ao mercado, fortalecer pequenos negócios e aumentar a resiliência econômica de famílias, comunidades e territórios. Autores ligados ao desenvolvimento humano defendem que o desenvolvimento deve ser compreendido como ampliação de capacidades e liberdades reais das pessoas (Sen, 2010). Essa visão aproxima a discussão tecnológica de dimensões sociais, econômicas e territoriais da sustentabilidade.

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo analisar como recursos de tecnologia da informação podem contribuir para a sustentabilidade econômica de trabalhadores autônomos em plataformas locais. Como objetivos específicos, busca-se: discutir os desafios enfrentados por prestadores autônomos na digitalização de suas atividades; identificar funcionalidades tecnológicas capazes de apoiar a inclusão produtiva; e propor um modelo conceitual de plataforma local orientado à visibilidade, confiança, organização da demanda e fortalecimento da economia de bairro.

2 METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como exploratória e propositiva, de abordagem qualitativa. O caráter exploratório justifica-se pela intenção de compreender um fenômeno em transformação - a mediação digital do trabalho autônomo local - sem pretensão de testar hipóteses estatísticas ou medir impactos empíricos neste momento. O caráter propositivo decorre da elaboração de um modelo conceitual de plataforma local, construído a partir da articulação entre literatura científica, relatórios institucionais e análise funcional de recursos de tecnologia da informação aplicáveis ao contexto de prestadores autônomos.

Foi realizada revisão bibliográfica narrativa, com seleção de obras e documentos relacionados a cinco eixos temáticos: transformação digital e dividendos digitais; inclusão produtiva e desenvolvimento humano; trabalho em plataformas; informalidade e empreendedorismo popular; e conectividade no Brasil. Foram considerados estudos e relatórios

de instituições como IBGE, CGI.br, OIT, Ipea, Banco Mundial, Cepal e Sebrae, além de autores de referência sobre sociedade em rede, desenvolvimento, sustentabilidade e economia de plataformas.

A análise do material ocorreu em três etapas. Na primeira, foram identificados desafios recorrentes dos trabalhadores autônomos no ambiente digital, como baixa visibilidade, dificuldade de construção de reputação, dispersão dos canais de comunicação, ausência de agenda integrada, dependência de indicações informais e fragilidade de mecanismos de confiança. Na segunda, foram mapeadas funcionalidades tecnológicas capazes de responder a esses desafios, tais como perfil público, geolocalização, avaliações, agenda, chat, vouchers e indicadores de demanda. Na terceira, esses elementos foram organizados em um modelo conceitual, apresentado na seção de resultados e discussão.

Por se tratar de estudo propositivo, não foram coletados dados primários com usuários, consumidores ou prestadores de serviço. Assim, os resultados devem ser compreendidos como formulação teórico-conceitual e não como comprovação empírica de impacto. Essa limitação, entretanto, não reduz a pertinência do estudo, pois a elaboração de modelos conceituais é etapa importante para orientar pesquisas futuras, protótipos, estudos de caso e validações em campo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão realizada indica que a sustentabilidade econômica de trabalhadores autônomos depende de mais do que acesso genérico à internet. Embora a conectividade seja condição relevante, ela não garante, por si só, inclusão produtiva. A TIC Domicílios 2024 aponta ampla presença de usuários de internet no país, mas também revela a importância do acesso predominantemente móvel e desigualdades de uso, o que reforça a necessidade de soluções simples, responsivas e compatíveis com a realidade de usuários que acessam serviços digitais principalmente pelo celular (CGI.br, 2025).

Nesse sentido, plataformas locais precisam ser desenhadas a partir de uma lógica de baixa complexidade operacional, linguagem acessível e foco em problemas concretos do prestador. Para muitos profissionais autônomos, a dificuldade central não está apenas em abrir um perfil em rede social, mas em transformar esse perfil em agenda, reputação, recorrência de clientes e renda previsível. A digitalização produtiva, conforme discutida pela Cepal, deve estar associada à competitividade, redução de custos, diversificação de mercados, desenvolvimento de capacidades e políticas que ampliem os impactos positivos da transformação digital (Cepal, 2024).

O modelo conceitual proposto parte da premissa de que uma plataforma local voltada a prestadores autônomos deve combinar intermediação, confiança, organização e inclusão. A intermediação aproxima demanda e oferta; a confiança reduz a incerteza da contratação; a organização transforma contatos dispersos em gestão mínima de trabalho; e a inclusão busca reduzir barreiras de acesso ao mercado. A Tabela 1 apresenta os principais módulos do modelo e sua relação com desafios e contribuições esperadas.

Tabela 1 - Modelo conceitual de plataforma local para prestadores autônomos

Recurso tecnológico	Problema enfrentado	Contribuição para a sustentabilidade econômica
Perfil profissional público	Baixa visibilidade de prestadores autônomos	Ampliação da presença digital e melhoria do acesso a clientes locais
Busca geolocalizada	Dificuldade de encontrar profissionais próximos	Fortalecimento da economia de bairro e redução de custos de deslocamento
Agenda digital	Desorganização de horários e perda de oportunidades	Melhor gestão da demanda, previsibilidade e redução de conflitos

DOI: 10.51189/vii-coninters/81686

Avaliações e reputação	Fragilidade de confiança entre cliente e prestador	Construção de credibilidade e diferenciação profissional
Chat ou canal direto	Comunicação dispersa em múltiplos aplicativos	Relação mais objetiva, rastreável e orientada ao atendimento
Vouchers e ofertas locais	Baixo estímulo à primeira contratação	Geração de fluxo comercial e incentivo ao consumo territorial
Indicadores de demanda	Pouca informação para tomada de decisão	Apoio à gestão do trabalho, preços, horários e categorias mais procuradas
Capacitação digital integrada	Baixa familiaridade com ferramentas digitais	Desenvolvimento de competências e autonomia no uso da plataforma

O primeiro resultado do estudo é a identificação de que a plataforma local deve operar como uma camada de infraestrutura digital simplificada. Em vez de exigir que o prestador domine diversas ferramentas isoladas, o sistema pode reunir, em um mesmo ambiente, recursos mínimos de divulgação, comunicação, agenda e reputação. Essa integração é especialmente relevante para profissionais que dependem do próprio tempo de trabalho e possuem baixa disponibilidade para gestão administrativa complexa.

O segundo resultado refere-se ao papel da confiança. Em serviços presenciais, domésticos ou de bairro, a contratação envolve riscos percebidos por ambas as partes: o consumidor avalia segurança, qualidade e pontualidade; o prestador avalia pagamento, seriedade do cliente e organização do atendimento. Mecanismos de reputação, avaliações, histórico de atendimento, selos de verificação e canais formais de comunicação podem reduzir assimetrias de informação. Entretanto, a literatura sobre plataformas alerta que tais mecanismos devem ser transparentes e não podem se transformar em instrumentos de controle opaco ou punição automática (OIT, 2024; Schor, 2020).

O terceiro resultado diz respeito à territorialização da tecnologia. Plataformas globais tendem a priorizar escala, padronização e crescimento acelerado. Já uma plataforma local pode valorizar proximidade, recorrência, reputação comunitária e circulação econômica no território. Essa diferença é relevante para a sustentabilidade econômica, pois a renda gerada pela contratação de um profissional de bairro tende a permanecer mais próxima da comunidade, fortalecendo relações locais de consumo, indicação e cooperação.

O quarto resultado é a necessidade de governança inclusiva. Uma plataforma voltada à inclusão produtiva não deve apenas capturar dados e intermediar transações. Ela precisa estabelecer regras claras de uso, proteção de dados pessoais, critérios compreensíveis de ranqueamento, canais de suporte, política de avaliação justa e mecanismos de prevenção de exclusão digital. A agenda regional de transformação digital da América Latina e Caribe enfatiza que a digitalização deve ser universal, inclusiva e acompanhada de infraestrutura, conectividade, competências e governança (Cepal, 2024).

O quinto resultado envolve a relação entre digitalização e formalização. Dados do Sebrae indicam que parcela relevante dos microempreendedores individuais já atuava previamente de forma informal antes da formalização, o que sugere que instrumentos de apoio podem facilitar trajetórias de transição para maior organização econômica (Sebrae, 2025). Uma plataforma local pode apoiar esse percurso ao oferecer visibilidade, registro de atendimentos, histórico de demanda e orientações simplificadas sobre profissionalização, sem transformar a tecnologia em barreira burocrática.

A discussão também exige reconhecer riscos. Modelos de plataforma podem gerar dependência, cobrança abusiva de taxas, competição predatória, invisibilidade algorítmica e precarização. Por isso, o modelo proposto defende princípios de simplicidade, transparência, baixo custo, autonomia do prestador e foco territorial. A tecnologia da informação deve funcionar como meio de fortalecimento econômico e não como mecanismo de captura

excessiva de valor. Nesse ponto, a literatura sobre economia de plataformas contribui ao mostrar que o desenho institucional da plataforma é tão importante quanto seus recursos técnicos (Srnicek, 2017; Slee, 2017).

Assim, a contribuição central do estudo está em deslocar a discussão de plataformas digitais de uma visão exclusivamente empresarial para uma perspectiva de sustentabilidade econômica popular. A pergunta deixa de ser apenas como conectar oferta e demanda e passa a ser como desenhar sistemas digitais que ampliem capacidades, fortaleçam vínculos locais, reduzam vulnerabilidades e apoiem trabalhadores autônomos na construção de renda mais estável.

4 CONCLUSÃO

O estudo analisou como recursos de tecnologia da informação podem contribuir para a sustentabilidade econômica de trabalhadores autônomos em plataformas locais. A partir de revisão bibliográfica narrativa e de um modelo conceitual propositivo, verificou-se que a tecnologia pode apoiar a inclusão produtiva quando responde a problemas concretos do prestador, como baixa visibilidade, comunicação dispersa, dificuldade de organização da agenda, ausência de reputação digital e fragilidade de mecanismos de confiança.

Conclui-se que plataformas locais podem atuar como infraestrutura digital de apoio à economia de bairro, desde que sejam desenhadas com foco em simplicidade, acessibilidade, transparência e governança inclusiva. O modelo proposto sugere que funcionalidades como perfil público, busca geolocalizada, agenda digital, avaliações, chat, vouchers, indicadores de demanda e capacitação digital podem fortalecer a presença econômica de trabalhadores autônomos, favorecer a circulação de renda no território e ampliar oportunidades de contratação.

A principal limitação do trabalho está na ausência de validação empírica com usuários reais. Os resultados apresentados são conceituais e indicam possibilidades, não impactos comprovados. Como perspectiva futura, recomenda-se a realização de estudos de caso, entrevistas com prestadores, testes de usabilidade, análise de dados de uso e mensuração de indicadores como aumento de demanda, recorrência de clientes, renda média, satisfação, formalização e permanência dos profissionais na plataforma.

Por fim, defende-se que a sustentabilidade econômica mediada por tecnologia deve ser compreendida para além da eficiência operacional. Em contextos populares, a tecnologia da informação pode ser instrumento de autonomia, visibilidade e desenvolvimento territorial, desde que orientada por princípios éticos, sociais e inclusivos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei n. 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Diário Oficial da União: Brasília, DF, 15 ago. 2018.

CARVALHO, S. S.; NOGUEIRA, M. O. Você deve lutar pela xepa da feira e dizer que está recompensado: evidências da plataformização e a precarização do trabalho no Brasil. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2024. (Texto para Discussão, n. 2951). Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/. Acesso em: 1 jun. 2026.

CASTELLS, M. A sociedade em rede. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CEPAL. Agenda Digital para América Latina e o Caribe eLAC2024. Santiago: Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe, 2024. Disponível em: https://www.cepal.org/. Acesso em: 1 jun. 2026.

CEPAL. Transformación digital productiva: análisis de políticas, estrategias e instrumentos. Santiago: Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe, 2025. Disponível em: https://www.cepal.org/. Acesso em: 1 jun. 2026.

CGI.BR. Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informação e comunicação nos domicílios brasileiros: TIC Domicílios 2024. São Paulo: Comitê Gestor da Internet no Brasil, 2025. Disponível em: https://cetic.br/. Acesso em: 1 jun. 2026.

IBGE. PNAD Contínua: em 2025, taxa anual de desocupação foi de 5,6%, enquanto taxa de subutilização foi de 14,5%. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2026. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/. Acesso em: 1 jun. 2026.

OIT. Realizar o trabalho digno na economia das plataformas. Genebra: Organização Internacional do Trabalho, 2024. Disponível em: https://www.ilo.org/. Acesso em: 1 jun. 2026.

SACHS, J. D. The age of sustainable development. New York: Columbia University Press, 2015.

SCHOR, J. B. After the gig: how the sharing economy got hijacked and how to win it back. Oakland: University of California Press, 2020.

SEBRAE. Brasil tira 3,9 milhões de pessoas da informalidade em 2024. Brasília: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, 2025. Disponível em: https://agenciasebrae.com.br/. Acesso em: 1 jun. 2026.

SEN, A. Desenvolvimento como liberdade. São Paulo: Companhia das Letras, 2010.
SLEE, T. Uberização: a nova onda do trabalho precarizado. São Paulo: Elefante, 2017.
SRNICEK, N. Platform capitalism. Cambridge: Polity Press, 2017.

WORLD BANK. World development report 2016: digital dividends. Washington, DC: World Bank, 2016. Disponível em: https://www.worldbank.org/. Acesso em: 1 jun. 2026.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81686

INTELIGÊNCIA GEOESPACIAL E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADAS AO MONITORAMENTO AMBIENTAL PREVENTIVO EM INFRAESTRUTURAS ENERGÉTICAS

FERNANDO HENRIQUE ADOMAITIS DE CARVALHO; VINCENZO CAETANO MAINENTE FERREIRA; DENISE BRANDÃO HENRIQUES

RESUMO

A expansão e a modernização das infraestruturas energéticas são condições relevantes para a transição energética, mas também ampliam a necessidade de monitoramento ambiental contínuo em áreas extensas, sensíveis e de difícil acesso. Linhas de transmissão, faixas de servidão, subestações e áreas rurais ou periurbanas associadas a redes elétricas podem estar expostas a riscos como queimadas, supressão vegetal, erosão, ocupação irregular, degradação do solo e aproximação indevida de vegetação. Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo propor um modelo conceitual de inteligência geoespacial, apoiado por inteligência artificial e sensoriamento remoto, para o monitoramento ambiental preventivo em infraestruturas energéticas. A pesquisa caracteriza-se como exploratória, bibliográfica e propositiva, de abordagem qualitativa, fundamentada em literatura científica e documentos institucionais sobre observação da Terra, monitoramento florestal, inteligência artificial, redes de transmissão e sustentabilidade ambiental. Como resultado, apresenta-se um modelo estruturado em quatro camadas: aquisição de dados geoespaciais, processamento computacional por inteligência artificial, priorização de alertas ambientais e apoio à decisão por painéis e relatórios. A discussão indica que tal abordagem pode contribuir para antecipar riscos, reduzir inspeções presenciais desnecessárias, apoiar a manutenção de faixas de servidão, orientar ações de prevenção contra incêndios e subsidiar decisões ambientais mais rápidas e baseadas em evidências. Conclui-se que a integração entre dados orbitais, análise geoespacial e inteligência artificial pode deslocar parte da gestão ambiental de uma lógica reativa para uma lógica preventiva, desde que acompanhada por governança de dados, validação em campo, transparência metodológica e avaliação crítica dos impactos ambientais do próprio ciclo de vida das tecnologias digitais.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto; Gestão territorial; Riscos climáticos.

1 INTRODUÇÃO

A transição energética exige não apenas a expansão de fontes renováveis, mas também redes elétricas capazes de transportar energia com segurança, resiliência e menor impacto ambiental. A infraestrutura de transmissão assume papel estratégico nesse processo, pois conecta regiões de geração a centros consumidores e sustenta a integração de novas fontes ao sistema elétrico. Relatório da International Energy Agency aponta que a expansão e a modernização das redes de transmissão tornaram-se desafios centrais para a segurança energética e para a descarbonização, demandando planejamento, investimento e gestão integrada de cadeias de suprimento e ativos críticos (IEA, 2025).

No Brasil, a extensão territorial, a diversidade de biomas, a presença de áreas rurais e florestais e a ocorrência de eventos climáticos extremos tornam o monitoramento ambiental de infraestruturas energéticas uma tarefa complexa. Linhas de transmissão atravessam áreas

DOI: 10.51189/vii-coninters/81688

sujeitas a queimadas, crescimento de vegetação, processos erosivos, abertura de vias, ocupações irregulares e alterações de uso do solo. A Agência Nacional de Energia Elétrica destaca que as transmissoras devem realizar manutenção adequada das faixas de servidão para evitar desligamentos forçados provocados por queimadas e por aproximação de vegetação, conforme obrigações regulatórias e contratuais (ANEEL, 2025).

A dimensão ambiental desse desafio é relevante. O MapBiomas registrou que a área queimada no Brasil em 2024 superou 30 milhões de hectares, com aumento expressivo em relação ao ano anterior, evidenciando a necessidade de ferramentas de acompanhamento territorial mais frequentes e integradas (MAPBIOMAS, 2025a). Além disso, programas como o PRODES, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, demonstram a importância do sensoriamento remoto no acompanhamento sistemático do desmatamento e de alterações na cobertura vegetal em biomas brasileiros (INPE, 2025).

O sensoriamento remoto oferece uma alternativa relevante para observar grandes áreas com regularidade e menor dependência de deslocamentos físicos. A NASA define sensoriamento remoto como a aquisição de informações à distância por instrumentos instalados em satélites, espaçonaves ou aeronaves, capazes de registrar energia refletida ou emitida e apoiar decisões informadas sobre sistemas terrestres (NASA, 2026). A FAO, por sua vez, destaca o uso de sensoriamento remoto e computação em nuvem para monitorar florestas, reportar mudanças de uso da terra e apoiar políticas climáticas baseadas em dados (FAO, 2026a).

A inteligência artificial amplia esse potencial ao permitir a identificação de padrões, anomalias e mudanças em grandes volumes de dados visuais e geoespaciais. Estudos clássicos sobre aprendizagem profunda demonstram a capacidade de redes neurais para reconhecer padrões complexos em dados (LeCun; Bengio; Hinton, 2015), enquanto revisões específicas de sensoriamento remoto apontam o uso crescente de técnicas de deep learning para classificação de imagens, detecção de objetos e análise de mudanças territoriais (Zhu et al., 2017). Entretanto, a aplicação de IA em sustentabilidade requer cautela, pois seu ciclo de vida também consome energia, demanda infraestrutura computacional e pode gerar impactos ambientais se não for governado adequadamente (UNEP, 2024; UNEP, 2025).

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo propor um modelo conceitual de inteligência geoespacial, apoiado por inteligência artificial e sensoriamento remoto, para o monitoramento ambiental preventivo em infraestruturas energéticas. Busca-se discutir como recursos tecnológicos podem auxiliar na identificação de riscos ambientais, na priorização de inspeções, na redução de deslocamentos desnecessários e na tomada de decisão sustentável em áreas associadas a redes elétricas.

2 METODOLOGIA

A pesquisa caracteriza-se como exploratória, bibliográfica e propositiva, de abordagem qualitativa. O caráter exploratório decorre da intenção de compreender as possibilidades de aplicação de inteligência geoespacial e inteligência artificial ao monitoramento ambiental de infraestruturas energéticas, sem pretensão de mensurar impactos empíricos nesta etapa. O caráter bibliográfico fundamenta-se na análise de literatura científica e documentos institucionais sobre sensoriamento remoto, observação da Terra, monitoramento florestal, inteligência artificial, redes de transmissão e sustentabilidade ambiental. O caráter propositivo manifesta-se na elaboração de um modelo conceitual aplicável ao projeto TEAR.

Foram consideradas fontes institucionais e científicas de referência, incluindo NASA Earthdata, FAO Forest Monitoring, MapBiomas, INPE/PRODES, ANEEL, International Energy Agency e United Nations Environment Programme, além de artigos e livros sobre sensoriamento remoto e aprendizagem profunda. A seleção das fontes buscou contemplar quatro dimensões: dados geoespaciais e observação da Terra; riscos ambientais em áreas de

DOI: 10.51189/vii-coninters/81688

infraestrutura; papel das redes de transmissão na transição energética; e oportunidades e limites da inteligência artificial aplicada ao meio ambiente.

O procedimento metodológico foi organizado em três etapas. Na primeira, identificaram-se riscos ambientais recorrentes em áreas de infraestrutura energética: queimadas, aproximação de vegetação, supressão vegetal, erosão, solo exposto, ocupação irregular e alterações de uso da terra. Na segunda, foram mapeadas capacidades tecnológicas associadas ao sensoriamento remoto e à IA, como detecção de mudanças, classificação de cobertura do solo, análise temporal, segmentação de imagens, geração de alertas e priorização de áreas críticas. Na terceira, esses elementos foram integrados em uma arquitetura conceitual de monitoramento preventivo.

Por se tratar de um resumo expandido de natureza propositiva, não foram realizadas coletas primárias em campo, entrevistas ou testes quantitativos de acurácia algorítmica. Assim, os resultados devem ser interpretados como proposição conceitual fundamentada, e não como validação operacional definitiva. A validação futura deverá incluir séries históricas de imagens, comparação com dados de campo, análise de falsos positivos e negativos, critérios de acurácia, avaliação de usabilidade e indicadores ambientais e operacionais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicam que um modelo de inteligência geoespacial aplicado a infraestruturas energéticas deve articular diferentes fontes de dados e níveis de análise. A observação orbital permite captar mudanças em grandes áreas; a análise geoespacial organiza essas mudanças em relação a faixas de servidão, ativos elétricos e zonas ambientais sensíveis; e a inteligência artificial pode apoiar a classificação, a detecção de anomalias e a priorização de alertas. Essa integração é coerente com a tendência de uso de dados de observação da Terra para apoiar decisões ambientais e territoriais (NASA, 2026; FAO, 2026a).

No contexto do projeto TEAR, o modelo conceitual proposto não substitui a fiscalização presencial, mas contribui para torná-la mais seletiva, preventiva e orientada por evidências. Em vez de enviar equipes a campo de forma ampla e repetitiva, a análise geoespacial pode indicar áreas com maior probabilidade de risco, como trechos com vegetação em aproximação, cicatrizes recentes de fogo, abertura de solo, crescimento de ocupações ou alterações abruptas na paisagem. Dessa forma, a tecnologia atua como uma camada de inteligência para organizar prioridades e reduzir desperdícios operacionais.

A Tabela 1 apresenta a estrutura conceitual proposta, relacionando camadas tecnológicas, funções principais e contribuições ambientais esperadas.

Tabela 1 - Modelo conceitual de inteligência geoespacial para monitoramento ambiental preventivo.

Camada do modelo	Função principal	Contribuição ambiental esperada
Aquisição geoespacial	Uso de imagens de satélite, mapas de uso do solo, séries temporais e bases públicas ambientais.	Observação ampla e recorrente de áreas extensas com menor dependência de deslocamentos físicos.
Processamento por IA	Classificação de padrões, detecção de mudanças, identificação de cicatrizes de fogo, solo exposto e supressão vegetal.	Antecipação de riscos ambientais e apoio à prevenção de danos.
Priorização de alertas	Ranking de áreas críticas conforme proximidade de ativos,	Uso mais eficiente de equipes, recursos e ações de manutenção ambiental.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81688

	recorrência de eventos e sensibilidade ambiental.	
Apoio à decisão	Painéis, mapas, relatórios e histórico de ocorrências para gestores técnicos e ambientais.	Decisões mais rápidas, rastreáveis e baseadas em evidências.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A primeira contribuição do modelo está na prevenção de queimadas e incêndios próximos a linhas de transmissão. O MapBiomas Fogo demonstra a relevância do mapeamento anual e mensal de cicatrizes de fogo no Brasil, incluindo frequência, área acumulada e ano da última ocorrência (MAPBIOMAS, 2026). Ao integrar esse tipo de informação a mapas de ativos energéticos, torna-se possível identificar trechos mais vulneráveis, orientar campanhas preventivas e apoiar planos de manutenção em períodos secos.

A segunda contribuição envolve a gestão da vegetação e das faixas de servidão. A proximidade indevida de vegetação pode representar risco operacional e ambiental, uma vez que intervenções tardias podem demandar podas emergenciais, deslocamentos, interrupções e ações corretivas. A inteligência geoespacial permite acompanhar mudanças na cobertura vegetal e identificar áreas que exigem inspeção, dialogando com a necessidade regulatória de manutenção adequada das faixas de servidão (ANEEL, 2025).

A terceira contribuição relaciona-se à detecção de alterações no uso do solo, ocupações irregulares e degradação territorial. Bases como MapBiomas e TerraBrasilis demonstram a importância de plataformas geográficas para disponibilização, análise e comunicação de dados ambientais (MAPBIOMAS, 2026; INPE, 2026). Em áreas energéticas, esse acompanhamento pode indicar abertura de vias, expansão urbana irregular, solo exposto e processos erosivos que ampliam riscos socioambientais.

A quarta contribuição refere-se à redução de deslocamentos desnecessários. Inspeções ambientais presenciais continuam indispensáveis, especialmente para verificação de evidências e tomada de decisão final. Contudo, quando orientadas por dados geoespaciais, podem ser planejadas de forma mais eficiente. Essa priorização pode reduzir consumo de combustível, tempo de deslocamento, exposição de equipes a áreas de risco e custos operacionais, além de concentrar a presença física onde o risco ambiental é mais relevante.

O modelo também contribui para a sustentabilidade empresarial e institucional. A rastreabilidade de alertas, mapas e relatórios favorece auditorias, gestão de conformidade e comunicação com órgãos reguladores, comunidades e equipes técnicas. Ao mesmo tempo, a adoção de IA deve observar limites éticos e ambientais. O UNEP alerta que, embora a IA possa apoiar o monitoramento ambiental e escolhas mais sustentáveis, seu próprio ciclo de vida demanda energia, água, infraestrutura e governança, exigindo avaliação crítica de eficiência computacional, transparência e proporcionalidade (UNEP, 2024; UNEP, 2025).

Portanto, a principal contribuição do TEAR, enquanto modelo propositivo, está na mudança de uma lógica predominantemente reativa para uma lógica preventiva. Em vez de identificar danos apenas após sua ocorrência, o modelo busca antecipar sinais de risco, hierarquizar prioridades e apoiar ações preventivas. Essa abordagem é compatível com a sustentabilidade ambiental, pois favorece decisões mais rápidas, menor desperdício de recursos, redução de impactos e melhor integração entre tecnologia, infraestrutura e gestão territorial.

4 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi propor um modelo conceitual de inteligência geoespacial, apoiado por inteligência artificial e sensoriamento remoto, para o monitoramento ambiental preventivo em infraestruturas energéticas. A partir da revisão bibliográfica e institucional realizada, verificou-se que a combinação entre dados orbitais, análise geoespacial e IA pode

apoiar a identificação de riscos ambientais relevantes, como queimadas, aproximação de vegetação, supressão vegetal, solo exposto, erosão, ocupação irregular e alterações no uso da terra.

Conclui-se que o modelo proposto pode contribuir para a sustentabilidade ambiental ao favorecer uma gestão mais preventiva, seletiva e baseada em evidências. Entre os benefícios esperados, destacam-se a priorização de inspeções de campo, a redução de deslocamentos desnecessários, o apoio à manutenção de faixas de servidão, a identificação antecipada de eventos críticos e a melhoria da rastreabilidade das decisões ambientais. Desse modo, a tecnologia da informação passa a atuar como infraestrutura de apoio à prevenção, e não apenas como ferramenta de registro posterior de ocorrências.

A principal limitação do estudo está na ausência de validação empírica e operacional do modelo. Os resultados apresentados são conceituais e indicam possibilidades de aplicação, não desempenho comprovado em ambiente real. Como trabalhos futuros, recomenda-se realizar estudos de caso com imagens históricas, treinamento e teste de modelos de detecção, validação de campo, mensuração de acurácia, análise de custo-benefício, cálculo de emissões evitadas por redução de deslocamentos e avaliação da usabilidade dos painéis por equipes técnicas.

Por fim, ressalta-se que a aplicação de inteligência artificial à sustentabilidade ambiental deve ser acompanhada de governança responsável. A adoção do modelo deve considerar transparência, qualidade dos dados, explicabilidade, proteção de informações sensíveis, eficiência computacional e análise do impacto ambiental do próprio ciclo de vida tecnológico. Assim, o potencial da inteligência geoespacial será maior quando associado a critérios técnicos, éticos, ambientais e institucionais de longo prazo.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). Prevenção de queimadas e incêndios florestais sob linhas de transmissão. Brasília: ANEEL, 2022. Disponível em: www.gov.br. Acesso em: 1 jun. 2026.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Artificial intelligence in forest monitoring: uses, applications, adoption and precautions. Rome: FAO Forest Monitoring Blog, 6 fev. 2026. Disponível em: https://www.fao.org/forest-monitoring/blog/detail/blog/2026/02/06/artificial-intelligence-in-forest-monitoring--uses--applications--adoption--and-precautions/en. Acesso em: 1 jun. 2026.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Forest Monitoring. Rome: FAO Forestry Division, [2026]. Disponível em: https://www.fao.org/forest-monitoring. Acesso em: 1 jun. 2026.

GOODFELLOW, Ian; BENGIO, Yoshua; COURVILLE, Aaron. Deep learning. Cambridge: MIT Press, 2016.

HANSEN, Matthew C. et al. High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. Science, Washington, v. 342, n. 6160, p. 850-853, 2013. DOI: 10.1126/science.1244693.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. Electricity 2025: Analysis and forecast to 2026. Paris: IEA, 2025. Disponível em: iea.org. Acesso em: 1 jun. 2026. (Substituta real do título inventado).

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). Dados do PRODES apontam redução no desmatamento na Amazônia e no Cerrado. São José dos Campos: INPE, 2024. Disponível em: www.gov.br. Acesso em: 1 jun. 2026.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (Brasil). TerraBrasilis: downloads e dados geográficos dos programas de monitoramento ambiental. São José dos Campos: INPE, 2026. Disponível em: inpe.br. Acesso em: 1 jun. 2026.

LECUN, Yann; BENGIO, Yoshua; HINTON, Geoffrey. Deep learning. Nature, London, v. 521, p. 436-444, 2015. DOI: 10.1038/nature14539.

MAPBIOMAS. Área queimada no Brasil cresce 79% em 2024 e supera os 30 milhões de hectares. São Paulo: MapBiomas Brasil, 22 jan. 2025. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org/2025/01/22/area-queimada-no-brasil-cresce-79-em-2024-e-supera-os-30-milhoes-de-hectares/. Acesso em: 1 jun. 2026.

MAPBIOMAS. Área queimada no Brasil em 2024 supera média histórica em 62%. São Paulo: MapBiomas Brasil, 24 jun. 2025. Disponível em: mapbiomas.org. Acesso em: 1 jun. 2026.

MAPBIOMAS. MapBiomas Fogo. São Paulo: MapBiomas Brasil, 2026. Disponível em: mapbiomas.org. Acesso em: 1 jun. 2026.

NATIONAL AERONAUTICS AND SPACE ADMINISTRATION. Earth Science Data Systems (ESDS) Program. Washington, DC: NASA Earthdata, [2026]. Disponível em: nasa.gov. Acesso em: 1 jun. 2026. (Substituta real do título inventado).

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. The triple billion billion dollar question: What is the environmental footprint of AI?. Nairobi: UNEP, 2024. Disponível em: unep.org. Acesso em: 1 jun. 2026. (Substituta real do título inventado).

ZHU, Xiao Xiang et al. Deep learning in remote sensing: a review. arXiv preprint, 2017. Disponível em: arxiv.org. Acesso em: 1 jun. 2026.

ANÁLISE ESTATÍSTICA DA EVOLUÇÃO DO DESMATAMENTO NA MICRORREGIÃO HIDROGRÁFICA ALTO PIRANHAS

PRISCILA GENOVEZ BAHIA; MILENA OLIVEIRA NERY DE BARROS; ALANA DE SOUSA PINHEIRO; FRANCISCO DE ASSIS DE ARAÚJO PEREIRA; MAYRA CORREIA MARTINS DANTAS; DENILSON GUALBERTO DE SOUSA; JOÃO PEDRO GENOVEZ BAHIA

RESUMO

Este estudo realizou uma análise estatística da evolução temporal do desmatamento na Microrregião Hidrográfica Alto Piranhas, utilizando séries históricas anuais do MapBiomas para o período de 1990 a 2024. O objetivo foi quantificar e caracterizar os padrões de supressão de vegetação primária e secundária, bem como o desmatamento total na região, por meio da análise estatística das médias anuais de desmatamento. Os resultados revelaram que o desmatamento total apresentou uma média anual de 10.004 hectares, com a supressão de vegetação primária sendo a maior contribuinte, com uma média de 8.373 hectares. Sugerindo que a remoção de áreas em regeneração é mais sensível a fatores como mudanças no uso da terra e políticas ambientais. Os testes de normalidade (Shapiro-Wilk) indicaram que os dados não seguem uma distribuição normal, o que aponta para a necessidade de métodos não paramétricos em análises futuras. A análise de boxplots identificou valores discrepantes, especialmente para a vegetação primária e o desmatamento total, indicando anos com eventos excepcionais de supressão vegetal, possivelmente associados à expansão de atividades agropecuárias. Em contraste, a vegetação secundária não apresentou outliers pelo critério de Tukey, mas demonstrou forte oscilação, refletindo ciclos de regeneração e conversão de áreas. Para concluir, o estudo destaca um aumento na pressão sobre os recursos naturais da bacia hidrográfica, com a vegetação primária sendo a mais afetada e a secundária exibindo grande dinamismo. Recomenda-se aprofundar a investigação com testes não paramétricos e analisar a correlação entre desmatamento e variáveis climáticas, socioeconômicas e de uso da terra para uma compreensão mais completa da degradação ambiental na área.

Palavras-chave: Supressão de vegetação; Degradação; Caatinga.

1 INTRODUÇÃO

O desmatamento representa um dos principais problemas ambientais contemporâneos, indicando uma perda anual de 10 milhões de hectares de florestas (ONU, 2020). No Brasil, ocorreu uma redução de 20,6% na supressão da vegetação quando comparado o ano de 2024 com o ano de 2025, representando uma área de 984.794 hectares (MapBiomas, 2026).

Na região Nordeste, o retrospecto das atividades econômicas desenvolvidas, utilizou-se de práticas agressivas, como desmatamento e queimadas, que acarretaram em um significativo impacto ao solo, a biodiversidade e aos recursos hídricos, tendo em vista que a retirada da cobertura vegetal propicia um ambiente exposto a intempéries do clima, com diminuição da fertilidade do solo e intensificação de processos erosivos (Silva *et al*., 2018).

A microrregião hidrográfica do Alto Piranhas, está inserida em uma região com predominância do bioma caatinga (ANA, 2018). Fernandes (2024), relata que o uso e ocupação do solo no bioma caatinga, com destaque a prática da agricultura, com a substituição da

DOI: 10.51189/vii-coninters/81689

vegetação nativa por culturas de ciclo curtos, somado a baixa precipitação e elevada evapotranspiração contribui para o agravamento dos processos erosivos e potencializa a desertificação.

Conforme dados do Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima (MMA, 2024), o bioma caatinga já perdeu 42,6% de sua vegetação nativa, consequentemente, menos de 10% do bioma é protegido, apresentando alta fragmentação dos remanescentes, caracterizada por antropização de suas áreas. Vale salientar que a pressão sobre a vegetação no bioma ocorre desde a colonização, caracterizada por atividades como agricultura, pecuária e mais recentemente, pela instalação de empreendimentos de energia eólica e solar.

Neste contexto, torna-se indispensável avaliar as principais causas do desmatamento na Microrregião Hidrográfica do Alto Piranhas, buscando compreender os impactos e tendências da remoção da cobertura vegetal ao longo do tempo, através de aplicação de análises estatísticas para o desenvolvimento de estratégias de mitigação dos impactos e a elaboração de políticas públicas visando a conservação dos recursos naturais.

Deste modo, o estudo teve como objetivo analisar estatisticamente a evolução temporal do desmatamento na Microrregião Hidrográfica Alto Piranhas utilizando séries históricas anuais disponibilizadas pelo MapBiomas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os dados anuais de desmatamento utilizados neste estudo abrangem o período de 1990 a 2024 e foram obtidos na plataforma MapBiomas Alerta (MAPBIOMAS, 2024). As informações referem-se à supressão de vegetação primária, supressão de vegetação secundária e desmatamento total na microrregião hidrográfica Alto Piranhas na Paraíba, organizadas em série histórica e tabuladas em planilha eletrônica, com verificação de consistência para identificação de falhas ou valores ausentes.

A caracterização dos dados foi realizada por meio de estatística descritiva, com cálculo de média, mediana, valores mínimo e máximo, desvio-padrão, coeficiente de variação (CV), coeficiente de assimetria. A normalidade das séries foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965), com nível de significância de 5% ($p < 0,05$), a fim de orientar a escolha dos métodos estatísticos subsequentes.

A detecção de valores discrepantes foi realizada por meio de boxplots, utilizando o método de Tukey (TUKEY, 1977). Foram considerados outliers os valores situados abaixo de $Q1 - 1,5 \times IQR$ ou acima de $Q3 + 1,5 \times IQR$, em que Q1 e Q3 correspondem ao primeiro e terceiro quartis, respectivamente, e IQR à amplitude interquartil. Essa análise permitiu identificar anos com comportamento anômalo de desmatamento e avaliar sua influência sobre a distribuição das séries.

Todas as análises e representações gráficas foram conduzidas no software RStudio, utilizando pacotes específicos para estatística descritiva, testes de normalidade e visualização gráfica dos dados.

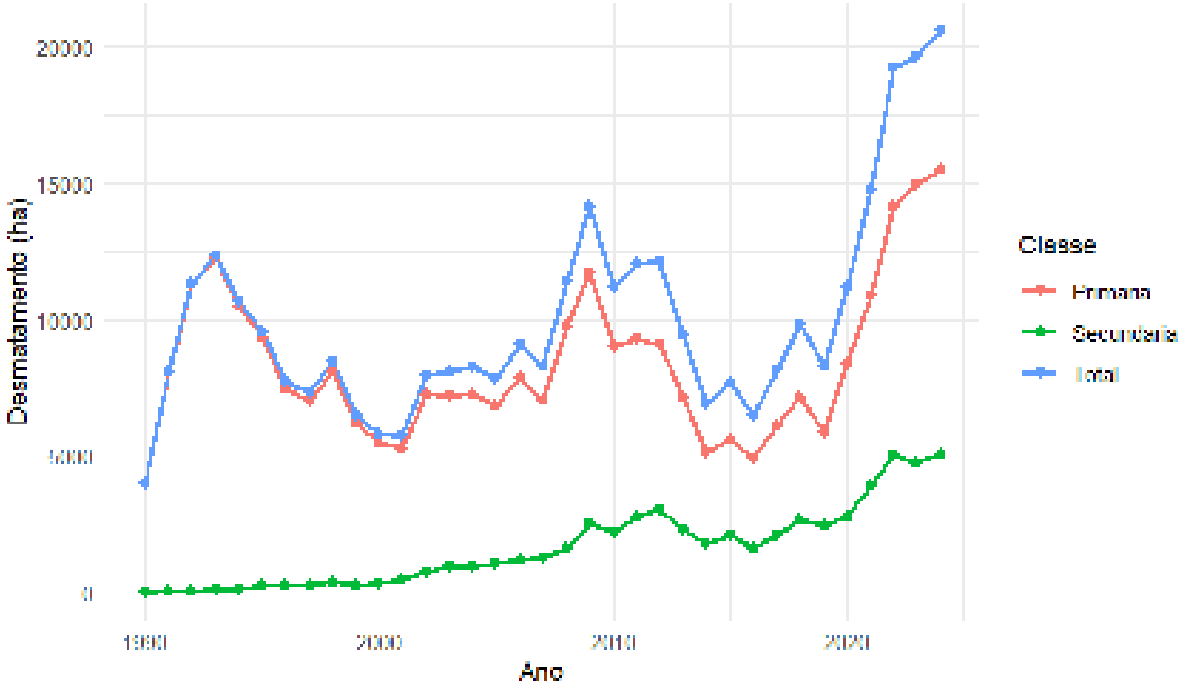
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Evolução Temporal do Desmatamento

Apresenta-se na Figura 1, a série histórica de desmatamento anual na bacia hidrográfica estudada para o período entre 1990 e 2024.

Figura 1 - Evolução temporal do desmatamento

DOI: 10.51189/vii-coninters/81689



Fonte: Autores (2026)

Na Tabela 1, estão apresentados os principais parâmetros da estatística descritiva das séries históricas de supressão de vegetação primária, supressão de vegetação secundária e desmatamento total.

Tabela 1 - Estatística descritiva das séries históricas de desmatamento

Variável	Vegetação Primária	Vegetação Secundária	Total
Média	8.373	1.631	10.004
Mediana	7.475	1.270	8.468
Mínimo	3.943	0,6	3.944
Máximo	15.516	5.051	20.567
Desvio Padrão	2.849	1.471	3.866
CV (%)	34,02	90,17	38,64
Assimetria	0,9	0,9	1,3
Shapiro-Wilk (p)	0,0219	0,0022	0,0007

Fonte: Autores (2026)

Observa-se que a supressão de vegetação primária apresentou média anual de 8.373 hectares, representando a maior parcela do desmatamento observado ao longo da série histórica. O coeficiente de variação de 34,02% indica variabilidade moderada, sugerindo que a supressão de áreas nativas ocorreu de forma relativamente constante, embora sujeita a oscilações anuais.

Para a vegetação secundária, verificou-se média anual de 1.631 hectares e coeficiente de variação de 90,17%, evidenciando elevada variabilidade temporal. Esse comportamento sugere que a remoção de áreas em regeneração foi mais sensível a mudanças de uso da terra, políticas ambientais ou flutuações econômicas ao longo do período analisado.

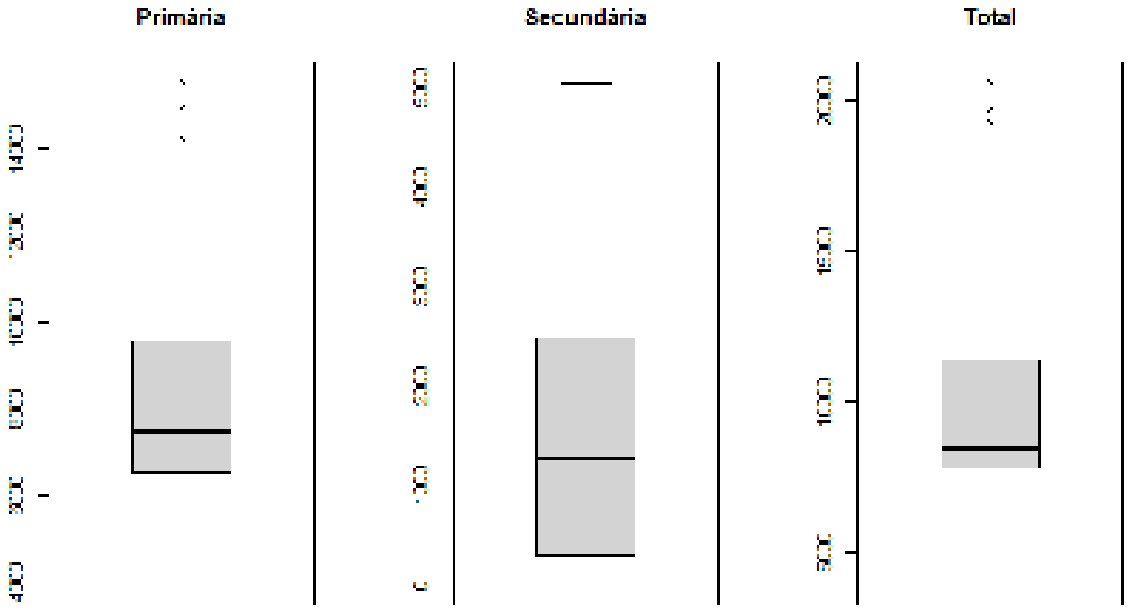
O desmatamento total apresentou média anual de 10.004 hectares e coeficiente de variação de 38,64%, caracterizando variabilidade moderada. Os coeficientes positivos de

assimetria observados em todas as variáveis indicam predominância de valores concentrados abaixo da média, com ocorrência de alguns anos de desmatamento excepcionalmente elevado.

Os resultados do teste de normalidade indicaram rejeição da hipótese nula de normalidade para todas as variáveis analisadas ($p < 0,05$). Esse comportamento evidencia que as distribuições dos dados não seguem uma distribuição normal. A ausência de normalidade reforça a necessidade da utilização de métodos não paramétricos em etapas subsequentes da análise, especialmente para avaliação de tendências temporais e comparação entre períodos históricos.

Na Figura 2, apresentam-se os boxplots das séries históricas de supressão de vegetação primária, vegetação secundária e desmatamento total para o período analisado.

Figura 2 - Boxplots das séries históricas de supressão de vegetação primária, vegetação secundária e desmatamento total no período de 1990 a 2024



Fonte: Autores (2026)

Para a supressão de vegetação primária observa-se dispersão moderada dos dados e presença de três valores discrepantes acima do limite superior do boxplot, indicando anos com desmatamento substancialmente superior ao comportamento predominante da série.

A ocorrência desses valores extremos sugere a existência de períodos específicos de maior pressão sobre a vegetação nativa remanescente, possivelmente associados à expansão de atividades agropecuárias ou alterações nos padrões de uso da terra.

Na supressão de vegetação secundária, diferentemente da vegetação primária, não foi identificada outliers pelo critério de Tukey. Apesar disso, evidenciou-se elevada variabilidade temporal, indicando que o comportamento dessa variável sofreu fortes oscilações ao longo do período estudado. Esse resultado sugere que a dinâmica da vegetação secundária pode estar relacionada aos ciclos de regeneração e posterior conversão das áreas para outros usos, refletindo processos contínuos de ocupação e reocupação da paisagem.

Para o desmatamento total, foram identificados três valores discrepantes acima do limite superior, com áreas próximas de 19.000 a 21.000 hectares. Assim como na vegetação primária, esses outliers, representam eventos excepcionais de desmatamento e indicam anos nos quais ocorreu intensificação significativa da remoção da vegetação.

4 CONCLUSÃO

A análise da série histórica de desmatamento permitiu identificar mudanças importantes na dinâmica da cobertura vegetal da área estudada entre 1990 e 2024. Os resultados mostraram que o desmatamento total apresentou tendência de aumento ao longo do período, indicando maior pressão sobre os recursos naturais da bacia hidrográfica.

A vegetação primária apresentou maior participação no desmatamento total, enquanto a vegetação secundária foi a classe que apresentou maior variabilidade ao longo dos anos. Além disso, foram identificados anos com valores de desmatamento significativamente superiores à média histórica, caracterizando eventos de intensificação da supressão vegetal.

Os testes estatísticos indicaram que os dados não seguem distribuição normal, evidenciando a influência desses eventos extremos sobre a série temporal. A análise por boxplots também confirmou a presença de outliers, especialmente para a vegetação primária e o desmatamento total.

Por fim, recomenda-se a realização de análises complementares de tendência temporal, com testes não paramétricos, bem como a investigação da relação entre os padrões de desmatamento e variáveis climáticas, socioeconômicas e de uso da terra, visando ampliar a compreensão dos fatores que influenciam a dinâmica de degradação ambiental na área estudada.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Plano de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio Piancó-Piranhas-Açu: resumo executivo.** Brasília, DF: ANA, 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas na Caatinga (PPCaatinga)** [recurso eletrônico]. – Brasília, DF: MMA, 2024. 112 p.: mapas color.

FERNANDES, Luana Silvestre. **Uso e ocupação do solo e sua relação com a distribuição das outorgas emitidas na bacia Piranhas-Açu/RN**. 2024. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande Do Norte, Natal, 2024.

MAPBIOMAS. **MapBiomas Alerta: sistema de validação e refinamento de alertas de desmatamento.** 2024. Disponível em: https://alerta.mapbiomas.org. Acesso em: 30 de mai. 2025.

MAPBIOMAS. **Relatório Anual do Desmatamento no Brasil 2025 – RAD2025**. São Paulo: MapBiomas, 2026. 227 p. Disponível em: https://alerta.mapbiomas.org/wp-content/uploads/sites/17/2026/05/RAD2025_27.05.26.pdf. Acesso em: 31 maio 2026.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS NO BRASIL. **Com 10 milhões de hectares perdidos anualmente, é necessário proteger florestas para salvar a biodiversidade**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/85903-com-10-milh%C3%B5es-de-hectares-perdidos-anualmente-%C3%A9-necess%C3%A1rio-proteger-florestas-para-salvar. Acesso em: 31 maio 2026.

SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3-4, p. 591–611, 1965.

SILVA, Jadielle Lidianne Clemente; VIDAL, Carlos Alberto Soares; BARROS, Luiz Marivando; FREITA, Francisco Ronaldo Vieira. Aspectos da Degradação Ambiental no

Nordeste do Brasil. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 2, 2018. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/6206. Acesso em: 30 mai. 2026.

TUKEY, J. W. **Exploratory data analysis**. Reading: Addison-Wesley, 1977.

CONVERGÊNCIAS E PERSPECTIVAS DA AGROECOLOGIA E AGRICULTURA REGENERATIVA: BREVE ANÁLISE DA AGROECOLOGIA NO MATO GROSSO DO SUL E REGIÃO DE CAMPO GRANDE (MS)

JOSÉ ADOLFO IRIAM STURZA; CLEONICE ALEXANDRE LE BOURLEGAT; IOLANDA LOPES DE OLIVEIRA

RESUMO

A agudização das mudanças climáticas, a perda de biodiversidade e a degradação dos solos demanda modelos agrícolas capazes de conciliar produção de alimentos, conservação ambiental e justiça social. A agroecologia e a agricultura regenerativa emergem como paradigmas importantes para a transição ecológica da agricultura. A agroecologia, sistematizada como campo científico no início do século XX, congrega saberes tradicionais, práticas ecológicas e movimentos sociais, enquanto a agricultura regenerativa, difundida a partir dos anos 1980, reúne práticas voltadas à restauração dos solos e ao uso de métricas ecológicas mensuráveis. O objetivo do trabalho é analisar as convergências e diferenças entre agroecologia e agricultura regenerativa, destacando suas bases científicas, sociopolíticas e territoriais. Além disso, busca-se caracterizar a situação atual da agroecologia no Mato Grosso do Sul, especialmente na região de Campo Grande, marcada por iniciativas de transição agroecológica protagonizadas por agricultores familiares, assentamentos rurais e povos indígenas. A pesquisa configura-se como revisão bibliográfica narrativa, de caráter exploratório e abordagem qualiquantitativa, utilizando produções científicas publicadas entre 2015 e 2025 e dados dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017. Os resultados mostram que, embora compartilhem princípios ecológicos, agroecologia e agricultura regenerativa diferem nas origens, enfoques políticos e relações com mercados. No Mato Grosso do Sul, observou-se crescimento de 5,27% no número de estabelecimentos familiares, com destaque para Sidrolândia **(**103,31%**)** e Bandeirantes **(**92,68%), ao mesmo tempo em que o uso de agrotóxicos aumentou 21,39% no estado e 22,2% no Brasil. Conclui-se que a agroecologia pode ser potencializada com políticas públicas e fortalecimento dos territórios rurais.

Palavras-chave: Transição Agroecológica; Sustentabilidade ambiental; Agricultura Familiar.

1 INTRODUÇÃO

A intensificação das mudanças climáticas, a perda de biodiversidade e a degradação dos solos têm colocado em evidência a necessidade de modelos agrícolas mais sustentáveis. A partir do século XX a agroecologia passa a ser desenvolvido como disciplina científica, sendo Miguel Altieri um dos principais responsáveis por sua formalização moderna (Gliessman, 2021). A agricultura regenerativa surge como conceito no final dos anos 1970 e é sistematizada pelo *Rodale Institute* nos anos 1980**,** sendo resgatada e amplamente difundida após 2016 (Giller *et al*, 2021). Os dois paradigmas emergiram como alternativas concretas ao paradigma agroindustrial, representando caminhos potenciais para a transição ecológica da agricultura.

Tanto a agroecologia quanto a agricultura regenerativa contribuem diretamente para o alcance dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente os ODS 2 (Fome Zero), 12 (Consumo e Produção Responsáveis), 13 (Ação Climática) e 15 (Vida Terrestre). A convergência entre as duas abordagens reforça a necessidade de políticas públicas que valorizem práticas ecológicas, reconheçam saberes tradicionais e promovam a transição para sistemas alimentares mais justos e sustentáveis.

Justifica-se também a pesquisa, em especial da Região de Campo Grande, pela necessidade de conhecer melhor as demandas e desafios para a transição agroecológica que, é

DOI: 10.51189/vii-coninters/81707

mais lenta do que em outras regiões de Mato Grosso do Sul. É o caso da região de Dourados e Cone Sul, potencializada pela Rede de Associação de Produtores Orgânicos de Mato Grosso do Sul (APOMS) (Donaton, 2022; Silva e Feiden, 2024).

O objetivo da pesquisa foi analisar as aproximações e diferenças entre agroecologia e agricultura regenerativa, caracterizando a situação da agroecologia no Mato Grosso do Sul e na Região de Campo Grande.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo caracteriza-se como revisão bibliográfica narrativa, de caráter exploratório e abordagem qualiquantitativa. Segundo Sampieri, Collado e Lucio (2018) a combinação qualiquantitativa amplia a capacidade analítica do estudo, permitindo captar tanto a dimensão objetiva quanto a subjetiva do fenômeno investigado. A área de estudo contemplou o Brasil, Mato Grosso do Sul e Região de Campo Grande (MS)[1], em que analisa número de agricultores familiares e uso de agrotóxicos. Foram consultados trabalhos diversos, acadêmicos e científicos, de diversas bases e fontes, relacionados à temática em questão. A seleção dos materiais considerou três critérios: pertinência temática, relevância científica e atualidade para recorte temporal entre 2015 e 2025. Os dados para análise da agricultura familiar e uso de agrotóxicos foram retirados dos Censos Agropecuários de 2006 e 2017, lançados em planilhas Excel e transformados em gráficos.

Para a melhoria da redação e gramática foi utilizada a ferramenta de IA Grammarly, na finalização do texto, após a redação autoral, com o fim de refinar e aprimorar a redação científica do texto final.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 AGROECOLOGIA E AGRICULTURA REGENERATIVA: BASES CIENTÍFICAS, CONVERGÊNCIAS E DIFERENÇAS

De início é importante conceituar de forma genérica e breve, agroecologia e agricultura generativa. A agroecologia consolidou-se como um campo científico e político que integra saberes tradicionais, práticas ecológicas e movimentos sociais. Gliessman (2021) afirma que a agroecologia não se limita a técnicas de manejo, mas constitui um paradigma de transformação dos sistemas alimentares, articulando dimensões ecológicas, sociais e culturais. Autores como Schreefel *et al.* (2020) e Giller *et al*. (2021) destacam que a agricultura regenerativa não constitui um pacote fechado de técnicas, mas sim um guarda-chuva conceitual que abrange práticas como plantio direto, rotação diversificada de culturas, integração lavoura-pecuária-floresta, sistemas agroflorestais e compostagem. Para esses autores, o diferencial da abordagem regenerativa está na adoção de métricas ecológicas quantificáveis, especialmente aquelas relacionadas ao carbono do solo, à infiltração de água e à biodiversidade funcional.

3.1.1 Contrastes e Diferenças Entre Agroecologia e Agricultura Regenerativa

A agroecologia e agricultura regenerativa compartilham uma base conceitual sólida, centrada na restauração ecológica e na autonomia produtiva. A valorização dos processos naturais, destacada por Gliessman (2015), mostra que ambas as abordagens rejeitam a lógica de dependência de insumos externos e priorizam a ciclagem interna de nutrientes. A redução de fertilizantes sintéticos e agrotóxicos, apontada por Giller *et al*. (2021), reforça a busca por sistemas mais autônomos e resilientes. A promoção da biodiversidade funcional, sustentada por Gliessman (2021) e Schreefel *et al*. (2020), aparece como eixo estruturante para estabilidade

[1] Região de Planejamento do Mato Grosso do Sul (SEMADE, 2015) formada pelos Municípios de Bandeirantes, Campo Grande, Corguinho, Dois Irmãos do Buriti, Jaraguari, Nova Alvorada do Sul, Ribas do Rio Pardo, Rochedo, Sidrolândia e Terenos.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81707

ecológica e produtiva. Além disso, a resiliência climática e a recuperação de áreas degradadas, discutidas por esses autores e por Soares *et al*. (2024), revelam que ambas as abordagens convergem para a construção de agroecossistemas capazes de enfrentar mudanças ambientais e restaurar paisagens. Assim, o quadro sintetiza uma forte convergência teórico-prática entre as duas correntes, reforçando seu potencial transformador nos sistemas agrícolas. As duas correntes e paradigmas de agricultura sustentável, apresentam convergências arroladas, porém demonstram fortes diferenças conceituais, sociopolíticas e ideológicas.

O Quadro 1 relaciona os principais aspectos que distinguem a agroecologia e a agricultura regenerativa que abrangem desde suas origens até o consumidor final de seus produtos.

Quadro 1: Diferenças estruturais básicas entre Agroecologia e Agricultura Regenerativa

Dimensão	**Agroecologia**	**Agricultura Regenerativa**	**Autores (2015–2025)**
Origem e natureza conceitual	Nasce de movimentos sociais, lutas camponesas, agricultura familiar e saberes tradicionais.	Com forte influência de iniciativas privadas, certificações e empresas do agronegócio.	Gliessman (2021); Sabourin *et al* (2019); Giller *et al*. (2021).
Cunho político	Explicitamente política: envolve soberania alimentar, justiça social e democratização dos sistemas alimentares.	Prioriza métricas ambientais (carbono, solo, biodiversidade) e indicadores de desempenho ecológico.	Sabourin *et al* (2019); Wezel *et al*. (2020).
Territorialidade	Profundamente territorializada localmente, saberes tradicionais e ecossistemas específicos.	Padronizada com protocolos replicáveis, aplicados regionalmente e sem ênfase sociocultural.	Petersen (2016); Giller *et al*. (2021).
Relação com mercados	Prioriza circuitos curtos, mercados locais, feiras, redes solidárias e autonomia produtiva.	Dependente de cadeias globais, certificações internacionais e mercados corporativos.	Sabourin *et al* (2025); Gliessman (2021).

O quadro evidencia que agroecologia e agricultura regenerativa partem de matrizes conceituais distintas, ainda que dialoguem em alguns princípios ecológicos. A agroecologia nasce de movimentos sociais, lutas camponesas e saberes tradicionais, assumindo um caráter político explícito voltado à soberania alimentar e à justiça social, enquanto a agricultura regenerativa emerge mais vinculada a iniciativas privadas, certificações e métricas ambientais corporativas. Também diferem na territorialidade: a agroecologia é profundamente enraizada nos contextos locais e culturais, ao passo que a agricultura regenerativa tende a operar com protocolos padronizados e replicáveis. No campo dos mercados, a primeira privilegia circuitos curtos e autonomia produtiva, enquanto a segunda se articula com cadeias globais e certificações internacionais. As diferenças apontam que, embora compartilhem práticas ecológicas, as duas abordagens respondem a projetos sociopolíticos distintos.

O Brasil ocupa hoje uma posição intermediária no cenário internacional da agroecologia: embora seja referência em diversidade sociocultural e possua políticas agroecológicas pioneiras. Como destaca Altieri (2018), países megadiversos como o Brasil têm enorme potencial agroecológico, mas sua consolidação depende de investimentos estruturais e de políticas permanentes de transição. A seguir, abrevia-se uma caracterização da agroecologia no país, com destaque para a Região de Campo Grande, no Mato Grosso do Sul.

3.2 AGROECOLOGIA NO BRASIL E O CASO DA REGIÃO DE CAMPO GRANDE NO MATO GROSSO DO SUL

No Brasil, a agroecologia consolidou-se como um campo científico e político singular, que articula conhecimentos ecológicos, práticas agrícolas tradicionais e movimentos sociais rurais. A partir de 2010, o Estado brasileiro preocupou-se na institucionalização da agroecologia representando um marco na articulação entre governo e sociedade civil. A legislação para Agroecologia e Produção Orgânica no Brasil está constituída, na esfera federal, pelos seguintes atos legais: Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO) em 2012 pelo Decreto nº 7.794, de 20 de agosto de 2012 e dos Planos Nacionais de Agroecologia (PLANAPO I, Portaria nº 1.003, de 2013 e PLANAPO II, Portaria nº 284, de 2016.

As bases científicas e sociopolíticas da agroecologia no Brasil revelam um campo dinâmico, construído na interface entre ciência, prática e política. A agroecologia brasileira se destaca por sua capacidade de articular conhecimentos diversos, fortalecer a autonomia dos povos do campo e propor modelos de desenvolvimento que conciliam sustentabilidade ecológica e justiça social. Mais do que um conjunto de técnicas, ela se constitui em um projeto civilizatório que busca reorientar as relações entre sociedade, natureza e economia.

3.2.1 Agroecologia no Mato Grosso do Sul e o Caso da Região de Campo Grande

A agroecologia em Mato Grosso do Sul tem origens vinculadas à agricultura familiar, aos assentamentos rurais e aos saberes tradicionais indígenas, consolidando-se como alternativa socioambiental diante da expansão do agronegócio no estado.

A agroecologia em Mato Grosso do Sul (MS) tem se consolidado como um campo estratégico para a construção de sistemas alimentares sustentáveis, especialmente em um estado historicamente marcado pela expansão do agronegócio e pela pressão sobre territórios indígenas e camponeses. Nas últimas décadas observa-se um crescimento de iniciativas agroecológicas promovidas em assentamentos da reforma agrária, práticas tradicionais de povos indígenas, feiras locais, atividades de pesquisa e extensão universitária (UFMS, UFGD e UEMS) e organizações coletivas de produtores (destaque à Rede APOMS, entre outras).

A Figura 1 apresenta a evolução de propriedades agrícolas familiares entre os Censos de 2006 e 2017 que podem potencializar e aumentar a produção agroecológica e orgânica ns diferentes territórios.

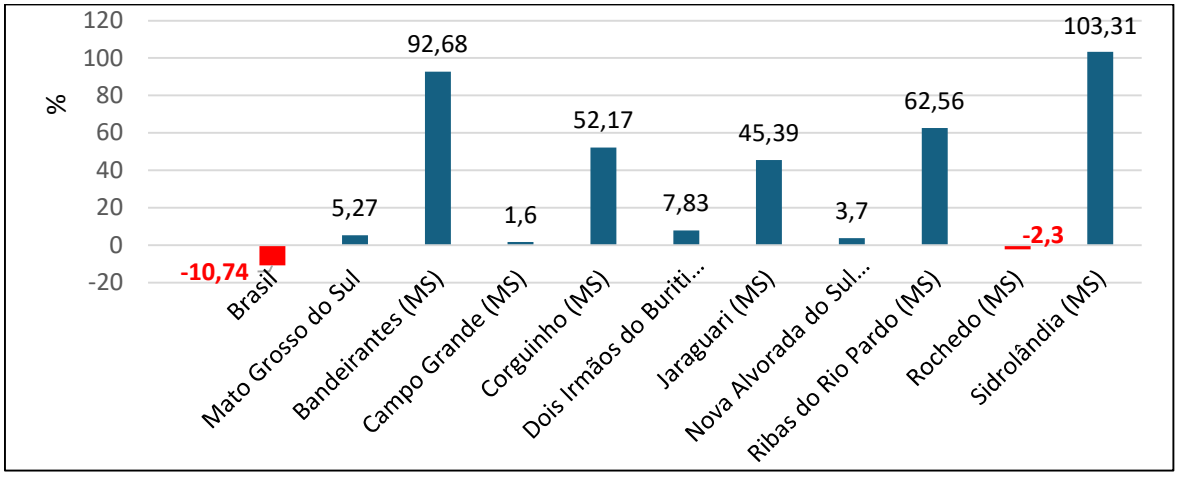


Figura 1- Evolução do Número de Estabelecimentos Agropecuários Familiares no Brasil, MS e Região de Campo Grande entre 2006 e 2017 (%).

No período o país apresentou redução de 10,74%**,** indicando perda de unidades produtivas e possível concentração fundiária enquanto Mato Grosso do Sul seguiu direção oposta, com crescimento de 5,27%**,** sugerindo maior estabilidade da agricultura familiar no estado. Nos municípios da região de Campo Grande, a variação foi altamente desigual:

Sidrolândia (103,31%)**,** Bandeirantes (92,68%)**,** Ribas do Rio Pardo (62,56%) **e** Corguinho (52,17%) registraram forte expansão, enquanto Rochedo (–2,3%) apresentou retração e Campo Grande (1,6%) **e** Nova Alvorada do Sul (3,7%) cresceram de forma modesta. Esses contrastes evidenciam que a dinâmica territorial da agricultura familiar é profundamente influenciada por fatores locais, como presença de assentamentos, expansão do agronegócio e políticas públicas. Os municípios de maior incremento no número de agricultores propriedades familiares também foram os de maior aumento em assentamentos rurais, especialmente Sidrolândia que aumento 103,31% e, Bandeirantes, 92,68%. Esses valores mostram uma forte expansão da reforma agrária e da agricultura familiar nesses municípios entre 2006 e 2017. Como observa Sabourin (2018), a evolução dos estabelecimentos rurais no Brasil reflete disputas entre modelos produtivos, nas quais alguns territórios fortalecem a agricultura familiar enquanto outros sofrem processos de esvaziamento e concentração.

O processo de transição agroecológica ainda é lento, se observado o número de agricultores familiares no Brasil, Mato Grosso do Sul e Região de Campo Grande. Para Gliessman (2015) a transição é um processo gradual de transformação dos sistemas agrícolas convencionais em sistemas ecológicos sustentáveis. O processo inicia com a redução da dependência de insumos externos**,** fortalecimento dos processos ecológicos internos **e** a reorganização o agroecossistema para que funcione de maneira mais autônoma e resiliente. Nesta fase, a redução de agrotóxicos ou agroquímicos é um importante indicador de transição especialmente para a sustentabilidade ambiental do sistema produtivo.

No Brasil o uso de agrotóxicos aumentou em 22,2% entre anos de 2006 e 2017 e no Mato Grosso do Sul, de 21,39% gerando impacto negativo no processo de transição agroecológica. Sabourin *et al* (2019)**,** essa intensificação reforça a necessidade de ampliar políticas e práticas agroecológicas, já que o avanço dos insumos sintéticos aprofunda impactos socioambientais e limita a autonomia produtiva.

A Figura 2 mostra o uso de agrotóxicos na Região de Campo Grande, nos censos de 2006 e 2017que é um dos principais indicadores para adoção de princípios agroecológicos na produção e avaliação da transição agroecológica.

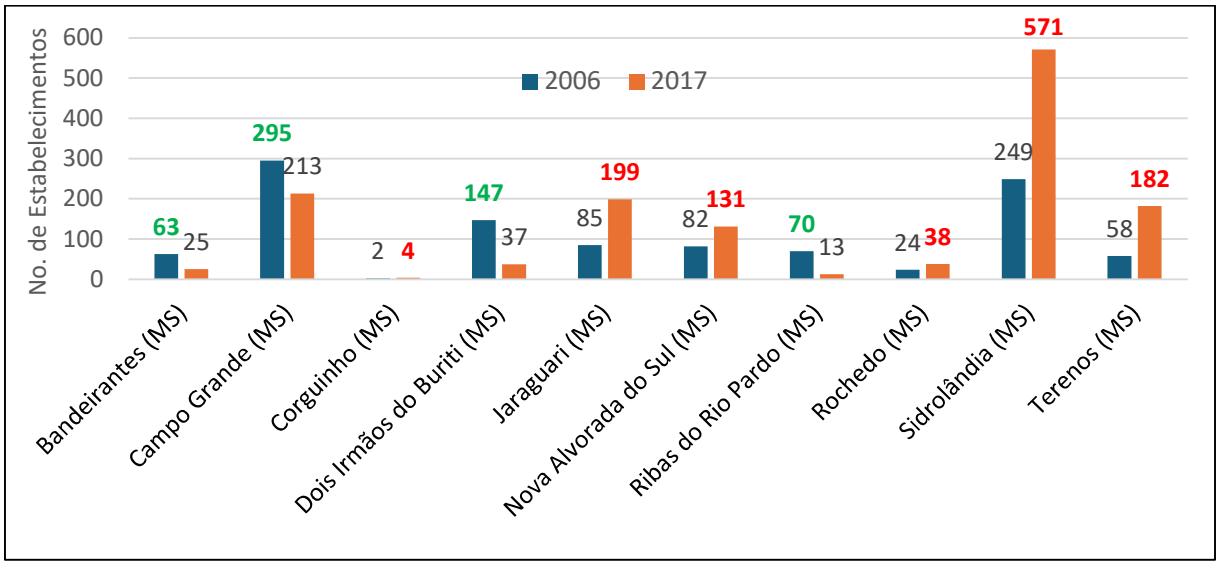


Figura 2- Uso de Agrotóxicos nos Municípios da Região de Campo Grande no período 2006-2017.

A evolução do uso de agrotóxicos nos municípios da região de Campo Grande entre 2006 e 2017 evidencia um processo de intensificação seletiva associado à expansão do agronegócio e à reestruturação territorial da produção agrícola. Os dados mostram aumentos

expressivos (números em vermelho) no uso em municípios como Sidrolândia**,** que passou de 249 para 571 estabelecimentos, Jaraguari**,** de 85 para 199, e Terenos**,** de 58 para 182, indicando forte avanço de sistemas produtivos dependentes de insumos químicos. Em contraste, outras localidades registraram quedas acentuadas (números em preto), como Dois Irmãos do Buriti**,** que reduziu de 147 para 37 estabelecimentos, Bandeirantes**,** de 63 para 25, e Ribas do Rio Pardo, de 70 para apenas 13, sugerindo retração no uso de agrotóxicos. Esse cenário confirma a análise de Sabourin *et al* (2025), segundo a qual aumento no uso de agrotóxicos amplia desigualdades territoriais e pressiona sistemas produtivos de base familiar, reforçando a urgência de políticas de transição agroecológica capazes de enfrentar os impactos socioambientais desse modelo.

4 CONCLUSÃO

O estudo realizado evidenciou que a agroecologia e a agricultura regenerativa constituem caminhos estratégicos para enfrentar os desafios contemporâneos da agricultura, especialmente diante da intensificação das mudanças climáticas, perda de biodiversidade e degradação dos solos. As duas abordagens convergem na valorização dos processos ecológicos, promoção da biodiversidade e busca por sistemas produtivos mais resilientes, exigindo modelos agrícolas que conciliem sustentabilidade ambiental e justiça social.

No contexto brasileiro e, particularmente, no Mato Grosso do Sul e Região de Campo Grande, observa-se que a agroecologia tem avançado de forma gradual, impulsionada por agricultores familiares, assentamentos rurais, povos indígenas e redes colaborativas. Apesar da expansão do agronegócio e do aumento do uso de agrotóxicos, iniciativas agroecológicas têm se fortalecido, demonstrando potencial para ampliar a produção sustentável e promover autonomia produtiva aos agricultores familiares. A dinâmica territorial revela contrastes importantes, indicando ainda necessidade de políticas públicas específicas.

Conclui-se que a transição para sistemas agrícolas sustentáveis depende da articulação entre ciência, prática e políticas públicas. A agroecologia e a agricultura regenerativa oferecem bases sólidas para reorientar os sistemas alimentares, mas sua consolidação exige investimentos estruturais, fortalecimento da agricultura familiar e reconhecimento dos saberes tradicionais. O estudo reforça que a construção de sistemas alimentares justos e sustentáveis passa pela ampliação das práticas agroecológicas e pela valorização dos territórios e de seus atores sociais.

Agradecimentos: à Fundect/MS, pelo apoio financeiro e, ao CNPq), pelo Bolsa de Pesquisador (DCR A).

REFERÊNCIAS

ALTIERI, Miguel A. **Agroecologia:** bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2018.

DONATON, Gabriela. A agroecologia no estado do Mato Grosso do Sul: contradições e resistências. In: **Anais do Encontro Regional em Comemoração ao Dia do Geógrafo**. 3ª Edição. Três Lagoas, agosto de 2022 Disponível em https://ppggeografiacptl.ufms.br/files/2022/08/20-GABRIELA-DONATON.pdf Acesso em: 15 mar. de 2026.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecology**: The Ecology of Sustainable Food Systems. Boca Raton: CRC Press. 2015.

GLIESSMAN, S. Agroecology and the transition to sustainability in West African food systems. **Agroecology and Sustainable Food Systems** 45(2):157-158, 2021. https://doi.org/10.1080/21683565.2021.1842302 Acesso em: 15 Out. 2025.

GILLER, K. E., HIJBEEK, R., ANDERSSON, J. A., SUMBERG, J. Regenerative Agriculture: An agronomic perspective. **Outlook on Agriculture,** 50(1), 13–25. 2021 https://doi.org/10.1177/0030727021998063 Acesso em: 15 Out. 2025.

SABOURIN, E. P., MILHORANCE, C., PATROUILLEAU, M. M., GUÉNEAU, S., NIEDERLE, P. A., DEDIEU, C., GRISA, C., SOSA, A., LE COQ, J. F., MERCANDALLI, S. Building public policies for the agroecological transition of food systems: lessons from the South. **Revista Brasileira De Agroecologia**. 20(2), 117-145. 2025 https://doi.org/10.33240/rba.v20i2.56895 Acesso em: 15 Out. 2025.

SABOURIN, Eric, TADEU, Raimundo, ÁVILA, Mario Lúcio de. A rede de ação pública em torno da agroecologia e produção orgânica no Distrito Federal, SABOURIN, Eric; GUÉNEAU, Stéphane; COLONNA, Julianna; SILVA, Luiz Raimundo Tadeu da (Organizadores). **Construção de políticas Estaduais de agroecologia e produção orgânica no Brasil:** avanços obstáculos e efeitos das dinâmicas subnacionais, pp.219-241, 2019. Disponível em https://hal.science/hal-02749956v1 Acesso em: 15 Out. 2025.

SAMPIERI, Roberto Hernández; FERNÁNDEZ Collado, Carlos; BAPTISTA LUCIO, María del Pilar. **Metodologia de pesquisa**. 6. ed. Porto Alegre: Penso, 2018.

SCHREEFEL, L. *et al*. Regenerative agriculture: the soil is the base. **Global Food Security**, v. 26, Setembro de 2020, p. 100404, 2020. https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100404

SEMADE. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Econômico (MS). **Estudo da Dimensão Territorial do Estado de Mato Grosso do Sul**: Regiões de Planejamento. Campo Grande, 2015. Disponível em https://www.semadesc.ms.gov.br/wp-content/uploads/2017/06/estudo_dimensao_territorial_2015.pdf Acesso em: 15 Out. 2025.

SOARES, Z. A. B. *et al*. Agroecologias do Brasil: potenciais brasileiros para uma agricultura regenerativa a partir da transição para a agroecologia. **Cadernos de Agroecologia**, v. 19, n. 1, 2024. Disponível em https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/9127 Acesso em: 10 Mai. de 2025.

TOLEDO, Víctor; BARRERA-BASSOLS, Narciso. **A memória biocultural:** a importância ecológica dos saberes tradicionais. São Paulo: Expressão Popular, 2017.

WEZEL, Alexander *et al.* Agroecological principles and elements and their implications for transitioning to sustainable food systems. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, n. 40, v. 40, 2020. https://doi.org/10.1007/s13593-020-00646-z Acesso em: 15 Out. 2025.

SILVA, Fernando. S., FEIDEN, Alberto. Análise Estatística da Localização dos Agricultores Orgânicos Certificados em Mato Grosso do Sul. **Cadernos de Agroecologia.** Anais do Agroecol 2024, Campo Grande, MS, v. 19, n. 02, dez. 2024. Disponível em https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/10136 Acesso em: 10 Mar. de 2026.

TRANSIÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA NAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PAJEÚ

PRISCILA GENOVEZ BAHIA; GABRIELA MARIA DA SILVA; AILTON ALVES DE CARVALHO; ELYDA EVELYN DO NASCIMENTO FRANÇA; EMÍLIO GABRIEL FREIRE DOS SANTOS; GABRIEL HENRIQUE DE LIMA CRUZ; CARLOS HENRIQUE SIQUEIRA DA SILVA

RESUMO

As unidades de conservação (UCs) representam o principal instrumento legal para a proteção da biodiversidade e a manutenção dos serviços ecossistêmicos nos biomas brasileiros. No bioma Caatinga, entretanto, a efetividade dessas áreas é comprometida pela intensidade das pressões antrópicas históricas, que resultam em dinâmicas complexas de supressão vegetal, regeneração secundária e degradação intensa do solo e da vegetação. O monitoramento das transições de cobertura e uso da terra torna-se ferramenta essencial para identificar esses processos, subsidiar a gestão das UCs e orientar ações de prevenção e mitigação dos impactos ambientais. Assim, o presente estudo analisou as transições de cobertura e uso da terra em quatro unidades de conservação localizadas na bacia hidrográfica do Rio Pajeú, utilizando dados raster da Coleção 10 do Projeto MapBiomas, para o período de 2014 a 2024, e processados no QGis. Inicialmente, realizou-se a extração das classes de uso e cobertura do solo, no cálculo das áreas de mudança entre períodos distintos e na reclassificação das transições identificadas em três tipologias: desmatamento ou perda da vegetação nativa, vegetação secundária e degradação intensa ou urbanização. Foram analisadas exclusivamente as frações dinâmicas da paisagem, com exclusão das áreas que apresentaram estabilidade vegetal ao longo da série temporal. Os resultados identificaram a ocorrência de três classes de transição da vegetação nas UCs, desmatamento/perda da vegetação, vegetação secundária e urbanização/degradação intensa. Três das unidades apresentaram predominância da classe de transição vegetação secundária, com ocorrência exclusiva dessa classe em apenas uma delas, por outro lado a quarta unidade apresentou predominância de desmatamento. O padrão identificado indica que a proteção legal formal é insuficiente sem fiscalização efetiva e gestão ativa, e aponta para a necessidade de estratégias diferenciadas de manejo entre as unidades analisadas, a fim de otimizar a proteção ambiental dessas áreas.

Palavras-chave: Meio ambiente; Caatinga; Vegetação.

1 INTRODUÇÃO

Unidades de Conservação (UCs) são áreas legalmente protegidas para resguardar a natureza e ordenar o uso do território. Instituídas e regulamentadas pela Lei n.º 9.985/2000, que criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), as UCs brasileiras são organizadas em duas grandes categorias (Proteção Integral e Uso Sustentável), cada qual com objetivos, restrições de uso e instrumentos de gestão específicos (BRASIL, 2000). Além de seu papel na conservação da biodiversidade, as UCs provêm serviços essenciais às populações em seu entorno, como a regulação do ciclo hidrológico, a manutenção da fertilidade dos solos, o sequestro de carbono e a proteção contra processos erosivos e de desertificação (LEAL *et al*., 2005), aspectos ambientalmente importantes principalmente na Caatinga.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81716

Apesar de sua relevância ecológica, a Caatinga ainda apresenta uma cobertura de áreas protegidas muito baixa. As unidades de conservação (UCs) presentes no bioma são em sua maioria da categoria de Uso Sustentável, que mesmo que parcialmente ainda permitem a exploração dos recursos naturais, desde que realizada de forma sustentável (Oliveira; Silva; Moura, 2023). Essa flexibilidade, mesmo que em menor escala ainda torna essas áreas vulneráveis a degradação ambiental.

A dinâmica de uso e cobertura do solo na Caatinga é historicamente marcada por intensas pressões antrópicas, associadas à agropecuária extensiva, à extração de lenha e carvão vegetal para fins energéticos domésticos e industriais, e às práticas de agricultura itinerante de corte e queima. Essas atividades resultam em um ciclo contínuo de degradação ambiental, que vai desde a supressão direta da vegetação nativa até a formação de extensas paisagens dominadas por vegetação secundária em diferentes estágios de regeneração, representativas do histórico de perturbação acumulado ao longo de anos (Alves; Araújo; Nascimento, 2009; Santos *et al*., 2023).

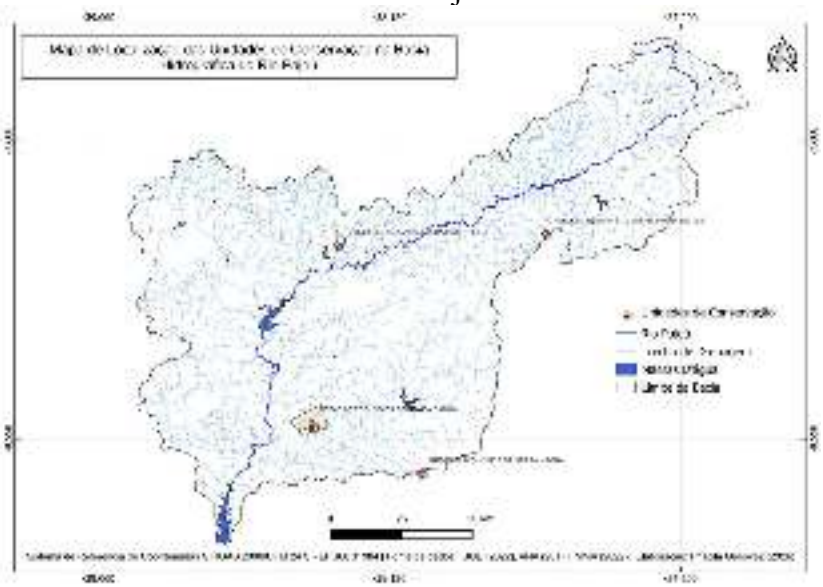
A vegetação secundária resultante dos ciclos históricos de perturbação cobre a maior parte da Caatinga remanescente, mas sua presença não deve ser interpretada como recuperação ecológica plena. Pereira *et al*. (2001), ao estudarem ambientes com diferentes níveis de perturbação no agreste paraibano, demonstraram que os impactos da intervenção antrópica sobre a composição florística, a densidade e a distribuição das espécies nas classes de tamanho da regeneração natural são diretamente proporcionais à intensidade das perturbações sofridas. Holanda *et al*. (2015) corroboram esse padrão ao verificar que ações antrópicas foram capazes de modificar de maneira significativa a estrutura da vegetação e a diversidade de espécies em remanescentes de Caatinga com diferentes históricos de perturbação na Paraíba.

Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar as transições de cobertura e uso da terra em quatro unidades de conservação localizadas na bacia hidrográfica do Rio Pajeú.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A Bacia Hidrográfica do Rio Pajéu (Figura 1) está localizada entre as coordenadas 07º 16’ 20” e 08º 56’ 01” de latitude sul, e 36º59’ 00” e 38º57’ 45” de longitude oeste, e possui 16.686 Km² de extensão abrangendo 27 municípios do sertão pernambucano.

Figura 1 – Mapa de localização das unidades de conservação inseridas na bacia hidrográfica do Rio Pajéu



Fonte: Autores (2026)

DOI: 10.51189/vii-coninters/81716

A análise das transições de uso e ocupação da terra nas unidades de conservação da bacia hidrográfica do Rio Pajeú foi realizada no software QGIS versão 3.34.11, utilizando dados matriciais, disponibilizados pelo MapBiomas (coleção 10) referentes aos anos de 2014 e 2024. Inicialmente, as classes originais foram reclassificadas em quatro categorias: Vegetação, Agropecuária, Área não Vegetada e Corpo d'água. Posteriormente, os rasters foram recortados pela camada limite da bacia, padronizados quanto à resolução espacial, e reprojetados para o Sistema de Referência de Coordenadas SIRGAS 2000/UTM 24 S (EPSG: 31984).

A detecção das mudanças foi realizada por meio da ferramenta r.cross do módulo GRASS do QGIS, utilizando o cruzamento entre os mapas temporais para criar uma camada de saída com combinações únicas de valores das camadas de entrada. As combinações geradas permitiram identificar processos de transição da área de estudo. Por fim, as áreas de transição foram quantificadas em hectares e espacializadas em mapas temáticos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise espaço-temporal do uso e ocupação da terra não evidenciou alterações significativas na paisagem da área de estudo entre os anos analisados. Uma vez que o foco do estudo é a identificação das áreas de transição, foi realizada a exclusão das áreas que permaneceram sem alteração. Logo, foram identificados três tipos de transição nas unidades de conservação: desmatamento ou perda da vegetação, vegetação secundária e urbanização ou degradação intensa.

A classe identificada como desmatamento ou perda da vegetação refere-se a áreas onde houve mudanças de vegetação florestal para agropecuária, mudança caracterizada pela supressão vegetal para uso agrícola ou pecuário. Em contrapartida, a vegetação secundária representa a mudança de uso agropecuário para vegetação, o que indica um processo de recuperação ambiental, seja ele por sucessão natural ou reflorestamento. As transições de vegetação para área não vegetada foram classificadas como urbanização ou degradação intensa. Essas áreas podem ter sido utilizadas para expansão urbana ou passado por processo de degradação severa resultando na exposição do solo.

As análises foram realizadas individualmente para cada unidade de conservação, permitindo avaliar localmente diferenças espaciais na dinâmica do uso e ocupação da terra. Observa-se na Tabela 1, os valores das áreas para cada tipo de transição, em hectares (ha) e porcentagem, correspondente as unidades de conservação estudadas.

Tabela 1 – Dinâmica do uso e ocupação da terra nas unidades de conservação

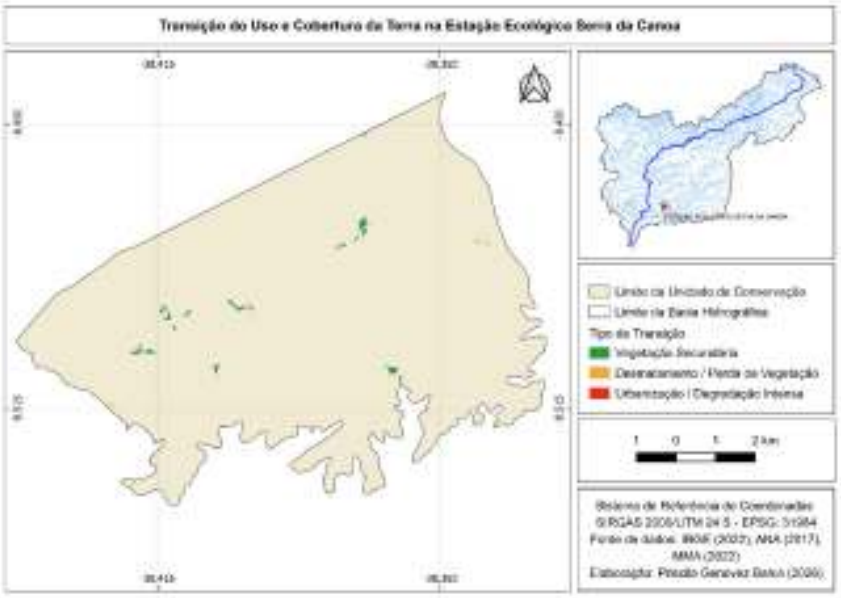
Unidade de Conservação (UC)	Área	Desmatamento / Perda da Vegetação	Vegetação Secundária	Urbanização / Degradação Intensa
Estação Ecológica Serra da Canoa	ha	2,11864	27,8954	0
	%	7,1	92,9	0
Parque Estadual Mata da Pimenteira	ha	1,942085	3,001404	0,26483
	%	37,3	57,6	5,1
Reserva Biológica de Serra Negra	ha	15,0953	0,176553	0
	%	98,8	1,2	0
Refúgio de Vida Silvestre Serra do Giz	ha	0	2,295191	0
	%	0	100	0

Fonte: Autores (2026)

Os resultados da análise na Estação Ecológica Serra da Canoa (Figura 2), mostraram predominância da classe vegetação secundária, ou seja, a conversão de agropecuária para vegetação, indicando processos de regeneração da cobertura vegetal, possivelmente relacionados ao abandono de áreas produtivas ou à recuperação natural da vegetação. Esse

comportamento pode contribuir para melhoria das condições ambientais locais, favorecendo o aumento da biodiversidade e da estabilidade do solo.

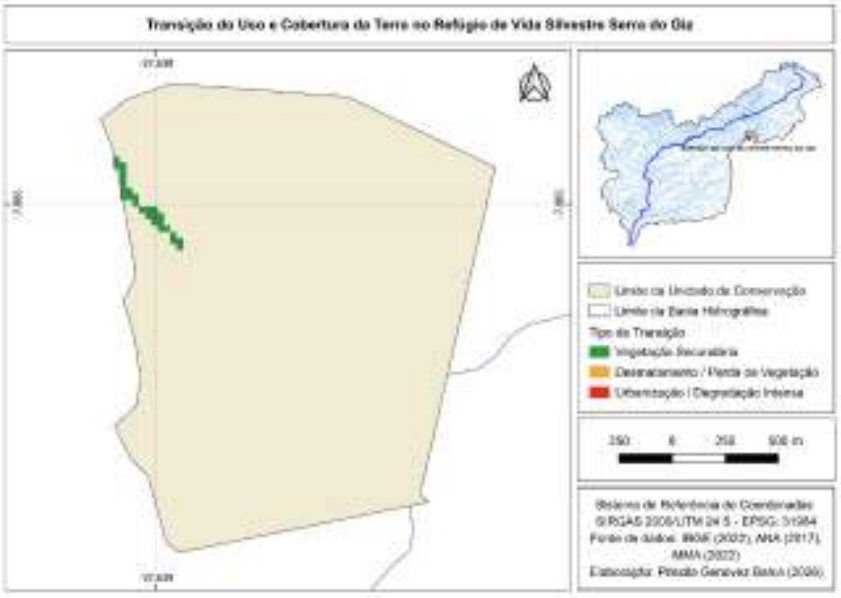
Figura 2 – Transição do uso e cobertura da terra na Estação Ecológica Serra da Canoa



Fonte: Autores (2026)

Das quatro UCs estudadas, apenas o Refúgio de Vida Silvestre Serra do Giz apresentou a ocorrência exclusiva de transição da classe vegetação secundária (Figura 3). A ausência de registros de desmatamento e a ocorrência exclusiva de vegetação secundária, embora à primeira vista possa sugerir um cenário favorável à conservação, deve ser interpretada com cautela. A presença de vegetação secundária como única classe de transição indica que a cobertura vegetal nativa dessa unidade já foi anteriormente perturbada e encontra-se em processo de regeneração natural, sem que novas supressões tenham sido detectadas no período analisado.

Figura 3 – Transição do uso e cobertura da terra no Refúgio de Vida Silvestre Serra do Giz

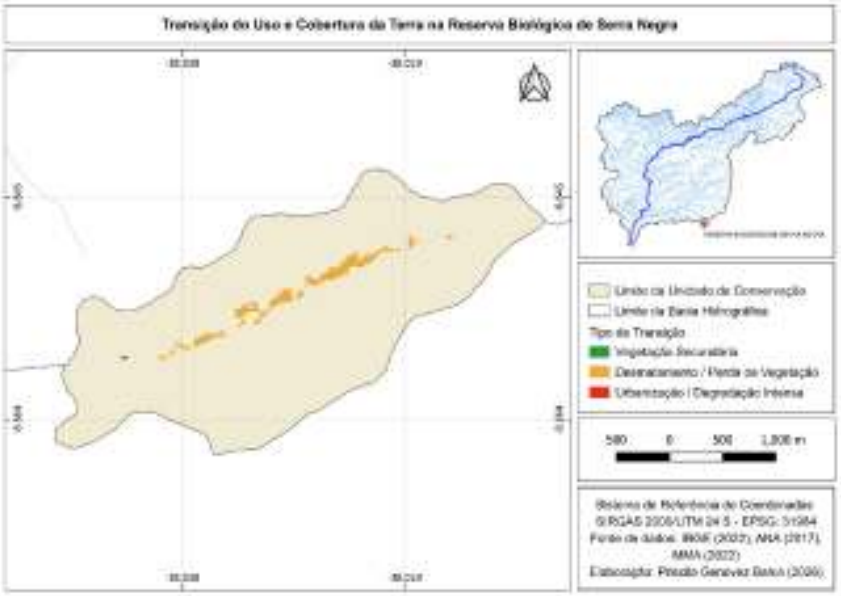


Fonte: Autores (2026)

A transição de Vegetação para Agropecuária representou o principal processo de mudança observado na Reserva Biológica de Serra Negra (Figura 4). Esse comportamento

indica substituição da cobertura vegetal nativa por áreas destinadas à agricultura e à pecuária, processo frequentemente associado à expansão econômica e ao aumento da pressão sobre os recursos naturais. Em regiões semiáridas, essa conversão pode intensificar processos erosivos, reduzir a infiltração de água no solo e aumentar a vulnerabilidade à desertificação.

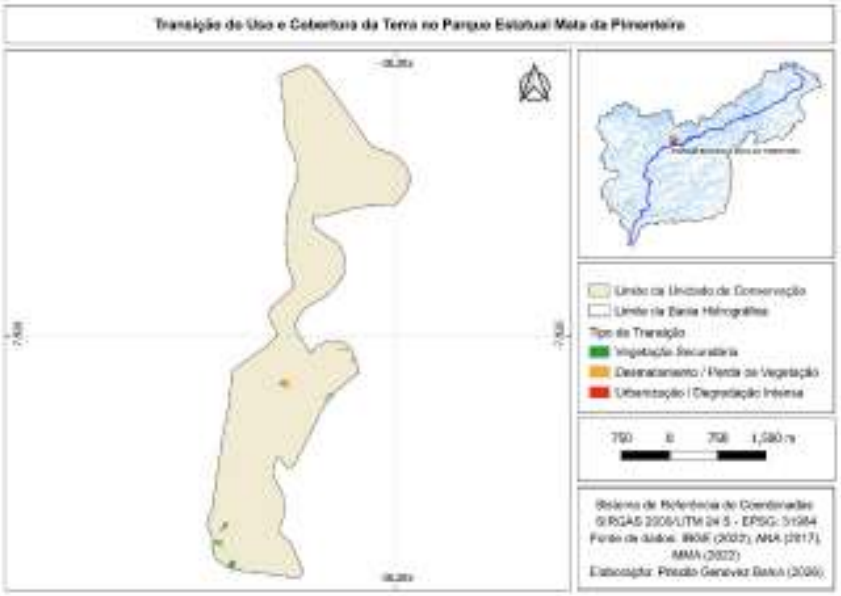
Figura 4 – Transição do uso e cobertura da terra na Reserva Biológica de Serra Negra



Fonte: Autores (2026)

Apenas o Parque Estadual Mata da Pimenteira apresentou conversão de áreas vegetadas em áreas não vegetadas evidenciando processos de degradação ambiental mais intensos, associados à exposição do solo e à redução da proteção superficial, padrão esse que pode estar relacionado à retirada da vegetação para implantação de infraestrutura, expansão urbana, superpastejo ou degradação progressiva do solo. O parque também apresentou mudanças de Vegetação para Agropecuária, apesar disso, a maior transição da UC ainda foi de vegetação secundária (Figura 5).

Figura 5 – Transição do uso e cobertura da terra no Parque Estadual Mata da Pimenteira



Fonte: Autores (2026)

DOI: 10.51189/vii-coninters/81716

4 CONCLUSÃO

A análise das transições de cobertura e uso da terra nas unidades de conservação estudadas, restrita às frações dinâmicas da paisagem, revelou a presença de pressão antrópica nas quatro áreas, variando de situações com predominância exclusiva de vegetação secundária até cenários de desmatamento e degradação intensa da vegetação. Por outro lado, a presença de vegetação secundária como classe dominante indica processos de regeneração natural após cessação de atividades agropecuárias ou extrativistas.

A identificação de diferentes estágios sucessionais em áreas de transição fornece subsídios para planos de manejo florestal sustentável e políticas públicas de conservação, destacando a necessidade urgente de proteger áreas em regeneração e recuperar áreas intensamente desmatadas.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. J. A.; ARAÚJO, M. A.; NASCIMENTO, S. S. Degradação da Caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 3, p. 126-135, 2009.

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA (APAC). **Bacia do rio Pajeú**. Recife: APAC, 2024. Disponível em: https://www.apac.pe.gov.br/169-bacias-hidrograficas-rio-pajeu/202-bacia-do-rio-pajeu. Acesso em: 30 maio 2026.

BRASIL. Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 jul. 2000.

HOLANDA, A. C.; LIMA, F. T. D.; SILVA, B. M.; DOURADO, R. G.; ALVES, A. R. Estrutura da vegetação em remanescentes de Caatinga com diferentes históricos de perturbação em Cajazeirinhas (PB). **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 4, p. 142-150, 2015.

LEAL, I. R.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; LACHER JR., T. E. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 139-146, 2005.

OLIVEIRA, C. D. L. de; SILVA, A. P. A.; MOURA, Anderson Gomes de Anderson Gomes de. Distribuição e Importância das Unidades de Conservação no Domínio Caatinga. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, BR., v. 42, n. 1, p. 425–429, 2019. DOI: 10.11137/2019_1_425_429. Disponível em: https://revistas.ufrj.br/index.php/aigeo/article/view/30610. Acesso em: 30 mai. 2026.

PEREIRA, I. M.; ANDRADE, L. A. de; COSTA, J. R. M.; DIAS, J. M. Regeneração natural em um remanescente de Caatinga sob diferentes níveis de perturbação, no agreste paraibano. **Acta Botânica Brasílica**, Belo Horizonte, v. 15, n. 3, p. 413-426, 2001.

Projeto MapBiomas – **Coleção 10 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**, acessado em 23 de mai. 2026 através do link: https://brasil.mapbiomas.org/

SANTOS, J. P. de O.; ABREU, K. G.; ARAÚJO, J. R. E. S.; SOUSA, V. F. de O.; MACÊDO, M. L. A. de; TORRES, E. N. Pressões antrópicas em Floresta Tropical Sazonalmente Seca em área suscetível a desertificação no Nordeste do Brasil. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, *[S. l.]*, v. 16, n. 3, p. 1–14, 2023.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

DIVERSIDADE BIOLÓGICA E ESTOQUE DE CARBONO: FLORA AUTÓCTONE VERSUS FLORA ALÓCTONE

RONY DOS SANTOS NASCIMENTO; KELIANNE CAROLINA TARGINO DE ARAÚJO; DANIEL OLIVEIRA REIS; DIEGO DE ANDRADE MENDONÇA; MARIA LILIANE DOS SANTOS ALVES; JULIANO RICARDO FABRICANTE

Introdução: As alterações nos padrões climáticos observadas nos últimos anos apontam para um futuro caótico para seres humanos e a diversidade biológica global. **Objetivo:** Avaliar as diferenças biológicas e a capacidade de sequestro e estoque de carbono de ambientes de Mata Atlântica com a presença e a ausência de espécies exóticas invasoras. **Metodologia:** O estudo foi desenvolvido no Parque Nacional Serra de Itabaiana, SE (PARNASI) em dois ambientes: ambiente de Mata Atlântica com a dominância de espécies exóticas invasoras (AI); ambiente de Mata Atlântica com ausência de espécies exóticas invasoras (NI). Em cada ambiente foram plotadas 10 parcelas permanentes de 100 m² cada, onde todos os indivíduos lenhosos com diâmetro a altura do peito (DAP) ≥ 5cm foram contabilizados e tiveram aferidos seu DAP e altura total. Com esses dados foram realizadas análises fitossociológicas e comparativas para avaliar diferenças entre os ambientes. Para análise do estoque de carbono no solo, foram coletadas amostras compostas nas profundidades de 0-10 cm, 10-20 cm e 20-30 cm. Para a biomassa, foram dispostos cinco coletares em cada ambiente e todo material depositado nos mesmos foram coletados a cada três meses durante um ano. **Resultados:** Foram amostrados 265 indivíduos (NI: 121, AI: 144), distribuídos em 30 espécies (NI: 27, AI: 11). As diversidades entre os ambientes diferiram entre si (AI = 1,5; NI = 2,7; $t = 6,5$; $p < 0,01$), assim como a composição de espécies. Nenhuma espécie foi compartilhada entre os ambientes. A produção de serapilheira e a concentração de matéria orgânica e carbono nos solos e na biomassa não diferiram entre os ambientes. **Conclusão:** as espécies exóticas invasoras não afetam o estoque de carbono nos componentes analisados, mas geram simplificação na flora com consequente impacto sobre a fitodiversidade. Assim, sugere-se a conservação dos remanescentes florestais e o emprego exclusivo de espécies autóctones em ações de mitigação das mudanças climáticas, garantindo dessa forma, igual eficiência no sequestro e estoque de carbono sem o comprometimento da biodiversidade que é gerado pelas invasões biológicas.

Palavras-chave: **BIODIVERSIDADE; ESPÉCIES NATIVAS; INVASÃO BIOLÓGICA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/81738

IMPACTOS DA INSTALAÇÃO DO DESIDRATADOR SOLAR TERMOFOTOVOLTAICO NA HORTA COMUNITÁRIA AVE VERDE EM TERESINA/PI E SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A GERAÇÃO DE RENDA

ALEXANDRE MIRANDA PIRES DOS ANJOS; ADRIANA GALVÃO

RESUMO

A agricultura urbana em Teresina, Piauí, tem se consolidado como estratégia de segurança alimentar e geração de renda, especialmente em comunidades em situação de vulnerabilidade. A Horta Comunitária Ave Verde, inserida no contexto dos Arranjos Produtivos Locais (APLs) de base agroecológica, enfrentava o desafio da perda pós-colheita de hortaliças folhosas, comprometendo a viabilidade econômica das famílias produtoras. Este relato de caso descreve a instalação de um equipamento e os primeiros impactos do desidratador solar Termofotovoltaico produzido pela ECODRYTEC, tecnologia que utiliza exclusivamente energia solar para secagem de alimentos. A ECODRYTEC é uma *startup* formada por quatro pesquisadores da Universidade Federal do Piauí (UFPI) das áreas de Física, Ciências Agrárias e Artes e operou entre 2017 e 2024. A transferência tecnológica foi acompanhada de capacitação dos produtores na operação do equipamento, boas práticas de manipulação e comercialização de produtos desidratados. Os resultados observados, a partir da elaboração do *Tempero Agroecológico Ave Verde*, indicam potencial redução do desperdício, agregação de valor aos produtos agrícolas e incremento de renda estimado de R$ 4.630,00/mês por máquina instalada. O incremento de renda pode ser ainda maior considerando produtos de maior valor agregado como farinhas, frutas desidratadas e pimentas secas. A iniciativa está alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 2 (Fome Zero), 7 (Energia Limpa e Acessível) e 12 (Consumo e Produção Responsáveis), corroborando o reconhecimento obtido pelo projeto com o Prêmio PNUD Brasil 2019. Conclui-se que a tecnologia ECODRYTEC representa uma solução de baixo custo, alta replicabilidade e elevado impacto socioambiental para territórios com alta irradiação solar. No entanto, um único equipamento não foi capaz de promover os impactos econômicos para todas as 32 famílias da comunidade.

Palavras-chave: Agricultura Urbana, Arranjos Produtivos Locais, Energia Solar.

1 INTRODUÇÃO

A urbanização acelerada nas cidades brasileiras, particularmente na região Nordeste, tem gerado pressões sobre os sistemas alimentares e o acesso a alimentos frescos e nutritivos. Em Teresina, capital do Piauí, a agricultura urbana emerge como resposta a essas demandas, promovendo segurança alimentar, geração de renda e ocupação produtiva do espaço urbano (Mougeot, 2000). As hortas comunitárias, organizadas em Arranjos Produtivos Locais (APLs) de base agroecológica, correspondente a cerca de 24% do total de hortas teresinenses, constituem um tecido social e econômico relevante, integrando produção, comercialização e consumo em circuitos curtos (Cassiolato e Lastres, 2003).

No entanto, um dos gargalos persistentes nesses arranjos é a perda pós-colheita de hortaliças folhosas, que pode atingir até 40% da produção, segundo dados da Embrapa (Lana, 2020). A alta perecibilidade desses produtos, aliada à ausência de infraestrutura de beneficiamento, limita a capacidade de agregação de valor e expõe os produtores à sazonalidade

DOI: 10.51189/vii-coninters/81760

dos preços. Nesse contexto, a secagem de alimentos emerge como técnica milenar de conservação, mas sua adoção em escala comunitária esbarra no custo e na disponibilidade de fontes energéticas convencionais (Belessiotis e Delyannis, 2011).

Buscando remediar as dificuldades operacionais em campo dos desidratadores convencionais, a tecnologia ECODRYTEC, desenvolvida no Departamento de Física da UFPI, e testada no Núcleo de Estudos e Pesquisas em Processamento de Alimentos (NUEPPA/UFPI), propõe um desidratador solar térmico que opera exclusivamente por energia solar, sem consumo de eletricidade ou gás. O dispositivo utiliza a energia solar térmica para aquecimento do ar colocado em circulação regulável, movido por ventoinhas estrategicamente colocadas, proporcionando a redução da umidade dos alimentos de forma segura e eficiente. A instalação do equipamento na *Horta Comunitária Ave Verde*, em Teresina, ocorreu em junho de 2022 e foi acompanhada de capacitação técnica dos produtores com duração inicial de quatro dias e posteriores visitas técnicas de acompanhamento e manutenção do equipamento.

Este relato de caso tem por objetivo descrever o processo de transferência tecnológica, os impactos observados na redução de desperdício e na geração de renda, e discutir as potencialidades da desidratação solar para fortalecer APLs de agricultura urbana na região. O caso ganha relevância adicional pelo reconhecimento do projeto com o *Prêmio PNUD Brasil 2019*, vinculado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030, financiando a execução deste caso de estudo.

2 RELATO DE CASO

A *Horta Comunitária Ave Verde* está localizada na zona rural Leste de Teresina (Povoado Ave Verde), em área de aproximadamente 2,0 hectares. A horta é gerida por 33 famílias, organizadas em associação comunitária formalizada, sendo que cinco famílias, representadas exclusivamente por mulheres, participaram deste estudo. A produção é diversificada, com ênfase em hortaliças folhosas (alface, coentro, cebolinha, rúcula), pimentas e algumas frutas sazonais. O modelo produtivo segue princípios agroecológicos, com uso reduzido de insumos químicos e adoção de práticas de manejo sustentável.

Os produtores relatavam perdas elevadas de folhosas, especialmente nos períodos de chuva e menor demanda. A impossibilidade de armazenamento por mais de 48 horas, mesmo sob refrigeração (frequentemente indisponível), obrigava a comercialização rápida a preços abaixo da tabela para produtos agroecológicos. O excedente era doado ou descartado, gerando frustração e desestímulo. O desidratador solar ECODRYTEC (modelo Termofotovoltaico 216GII) é um sistema de processamento de alimentos com capacidade de 216 litros, composto por um coletor solar térmico integrado a uma câmara de desidratação vertical. O coletor é construído com um painel térmico em alumínio anodizado preto (150x60 cm), material selecionado por sua alta absortividade e condutividade térmica, protegido por uma cobertura transparente de vidro temperado que minimiza as perdas térmicas.

O sistema utiliza a radiação solar para converter energia solar em calor, elevando a temperatura interna para uma faixa operacional regulável entre 40°C e 80°C. Diferente de sistemas puramente passivos, o modelo 216GII incorpora um sistema de circulação forçada alimentado por um painel fotovoltaico de 20W, um controlador de carga de 10 A e uma bateria de 12V/12Ah. O ar aquecido no coletor, tornado menos denso, ascende para a câmara de secagem auxiliado por uma ventoinha de acepção de ar quente e duas ventoinhas de exaustão, garantindo a renovação constante da massa de ar e a remoção eficiente da umidade dos alimentos dispostos em 8 prateleiras teladas em aço inoxidável (totalizando aproximadamente 3,0 m² de área de secagem). O controle do fluxo de ar e da temperatura é realizado de forma analógica através de potenciômetros de 100k, permitindo o ajuste fino conforme o tipo de vegetal. O sistema foi projetado visando a facilidade de operação do equipamento, atendendo ao público alvo.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81760

O princípio do equipamento baseia-se na conversão radiação solar em energia térmica através de um painel térmico, no qual o fluxo de ar é controlado e alimentado pelo sistema fotovoltaico (Figura 1a-c). Em Teresina, a eficiência do equipamento é favorecida por uma irradiação solar média anual superior a 5,5 kWh/m²/dia (INPE, 2024), permitindo janelas de desidratação de até 9 horas diárias e o ar atmosférico seco em boa parte do ano. A capacidade de produção estimada é de 8 kg/mês de desidratados para hortaliças folhosas (com ciclos de 1 a 2 dias) e 20 kg/mês de desidratados para frutas e legumes (ciclos de 2 a 3 dias), resultando em produtos com teor de umidade inferior a 15% (Ecodrytec, 2024), o que assegura a estabilidade microbiológica e o armazenamento prolongado (Belessiotis e Delyannis, 2011). Testes laboratoriais de tempo de prateleira, indicaram a validade de um ano para o coentro desidratado com a equipamento utilizado neste estudo.

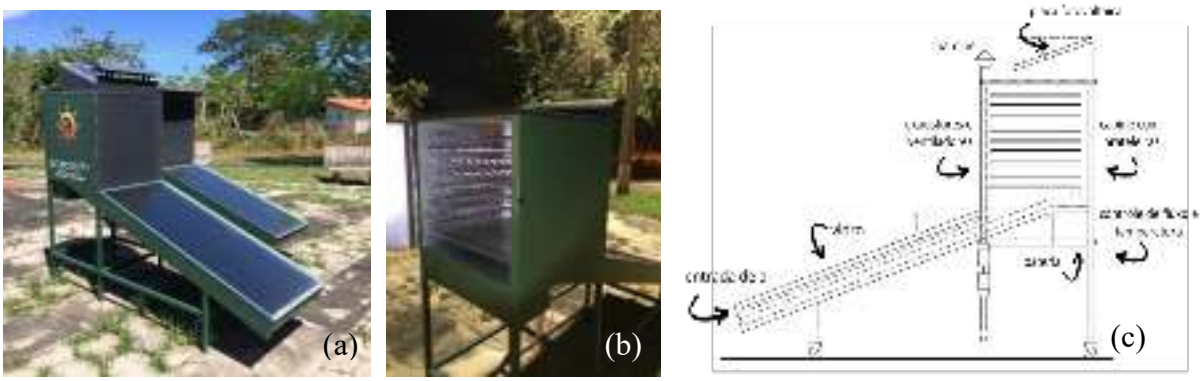


Figura 1 – (a) Visão frontal do desidratador 216GII destacando o painel solar térmico. (b) Visão da câmara de desidratação em aço inox com as bandejas onde os produtos são dispostos para desidratação protegidos da radiação solar direta e ação de agentes contaminantes externos. (c) Diagrama esquemático em corte longitudinal do desidratador 216GII.

A instalação do Desidratador 216GII na Ave Verde seguiu protocolo de transferência tecnológica que incluiu: (a) avaliação do local (orientação solar, disponibilidade de espaço, proximidade da área de cultivo); (b) instalação física do equipamento com participação dos produtores e capacitação para operação do equipamento; (c) capacitação teórico-prática sobre fundamentos da secagem solar, preparo dos alimentos (higienização, corte, manuseio), carregamento do desidratador, monitoramento de temperatura e umidade, e acondicionamento final em embalagens para a comercialização dos produtos desidratados.

A capacitação, realizada em junho de 2022, abordou também boas práticas de fabricação, controles de qualidade e aspectos sanitários, seguindo as recomendações da ANVISA para alimentos desidratados. Os produtores aprenderam a identificar o ponto de secagem ideal para diferentes produtos (temperos, folhosas, frutas), promovendo o uso otimizado do equipamento ou reidratação. Ao final, as produtoras receberam um certificado que as habilita para operação do equipamento e produção de desidratados.

Com o desidratador, verificou-se a potencialidade da comunidade em processar excedentes de produção que antes seriam perdidos. Os principais produtos potenciais a partir da desidratação incluem:

- Temperos verdes desidratados (coentro, cebolinha, salsa, manjericão);
- Desidratados para sopas e caldos (couve, macaxeira, abóbora);
- Tubéculos (macaxeira, beterraba, rabanete, batata);
- Frutas desidratadas (banana, manga, caju, mamão – sazonalmente);
- Farinhas vegetais (folhas de taioba, folhas de macaxeira, ora-pro-nóbis).

DOI: 10.51189/vii-coninters/81760

No entanto, na fase de capacitação, optou-se pela fabricação de um tempero misto de insumos abundantes na comunidade. O produto final, denominado *Tempero Agroecológico Ave Verde*, foi elaborado a partir de Hortelã, Açafrão da Terra, Cebolinha e Coentro, conforme mostra as Figura 2, levando 16 horas desde o carregamento no desidratador até a sua retirada. O tempo de pré-processamento (colheita, lavagem, sanitização e corte) e pós-processamento (descarregamento, mistura de insumos, embalagem e rotulagem) demandaram cerca de 4 e 3 horas, respectivamente. A comercialização ocorreu em feiras orgânicas locais, direto ao consumidor. A embalagem, padronizada com rótulo indicando o nome do produto, ingredientes, peso líquido, data de validade e informações nutricionais, foi desenvolvida no Departamento de Artes Visuais/UFPI, parceiro do projeto no desenvolvimento técnico-artístico, com base na legislação vigente.

Figura 2 – (a) Produto desidratado recém retirado do Desidratador Termofotovoltaico 216GII. (b) Produtos embalados e rotulados para comercialização.

A avaliação inicial, realizada a partir do período de capacitação, apontou os seguintes impactos:

1) Redução de desperdício: Estima-se o potencial de redução estimada em 60-70% das perdas pós-colheita de hortaliças folhosas, devendo para tal, o planejamento dos cultivares de forma que seja observado o tempo de maturação adequado à desidratação, ou seja, fase na qual a planta começa a perder valor comercial sem, no entanto, apresentar partes defeituosas (secas, com manchas ou murchas).

2) Agregação de valor: produtos desidratados alcançam preço de 5 a 7 vezes superior ao comercializado *in natura*. No caso específico, os insumos que compõem o *Tempero Agroecológico Ave Verde*, possuem um valor comercial de 77 reais se comercializados frescos. Após a desidratação, os produtos renderam 45 sachês de 10g cada, que comercializados ao preço de 12 reais cada, renderam o montante de 540 reais. Os produtos foram totalmente vendidos em duas semanas.

3) Renda familiar: faturamento estimado (FE) de R$ 5.400,00 por máquina instalada, considerando 10 bateladas/mês, e que pode chegar a 15 batelada/mês em condições climáticas adequadas. Para as cinco famílias participantes do estudo, geraria R$ 1.080,00/mês. Destacamos que o produto trabalhado é o de menor valor agregado e também menor tempo de máquina. Produtos como frutas secas, farinhas e pimenta seca podem incrementar

consideravelmente o faturamento mensal, mesmo demandando maior tempo de máquina e processamento pós desidratação. Portanto, o incremento de renda em relação ao valor produto vendido fresco (VPF) se mostrou na casa dos R$ 4.630,00 por máquina, calculado pela fórmula (FE) – (VPF).

4) Autonomia energética: zero gasto com energia elétrica ou gás para o processo de secagem. A alimentação exclusivamente solar do desidratador 216GII, propiciou a sua instalação em local perto da produção e das instalações de lavagem e sanitização. Desidratadores convencionais seriam inviáveis nessas mesmas condições, uma vez que demandariam extensas fiações, no caso dos desidratadores elétricos, e investimentos em infraestrutura, no caso de desidratadores movidos a gás.

3 DISCUSSÃO

O caso Ave Verde exemplifica como tecnologias sustentáveis de beneficiamento podem integrar múltiplos ODS. O ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável) é diretamente beneficiado pela redução de perdas e pela extensão da vida útil dos alimentos. O ODS 7 (Energia Limpa e Acessível) é atendido pelo uso exclusivo de energia solar, sem consumo de fontes fósseis. O ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis) se concretiza na redução de desperdício e na agregação de valor local. Ainda, o ODS 1 (Erradicação da Pobreza) é impactado pela geração de renda adicional. A meta 12.3, que propõe reduzir pela metade o desperdício global de alimentos, demonstrou-se ampliada quando o projeto foi implementado. Verificou-se que, pelo menos, 12 dos 17 objetivos de desenvolvimento sustentável foram contemplados pelo projeto, destacando aqui, os principais.

O reconhecimento pelo PNUD Brasil 2019 sinaliza a relevância da iniciativa como política pública potencialmente escalável. No entanto, é necessário cautela: a replicação para outras comunidades depende de fatores como, infraestrutura, assistência técnica continuada, acesso a mercados e disponibilidade de matéria-prima. A ausência de um programa de manutenção preventiva e de reposição de peças pode comprometer a durabilidade do equipamento (Belessiotis e Delyannis, 2011). A escolha da comunidade Ave Verde foi motivada pela presença de uma infraestrutura, mesmo que distante do ideal, de lavagem e sanitização de produtos, além da boa organização social da comunidade. No entanto, essas características não são verificadas na maioria das hortas comunitárias da cidade.

A secagem solar proposta insere-se no conceito de economia circular aplicada à agricultura urbana. Ao transformar excedentes perecíveis em produtos estáveis, cria-se um estoque de valor que pode ser comercializado em períodos de entressafra ou em momentos de menor oferta. Essa estratégia é particularmente relevante para APLs, pois fortalece a coesão interna do arranjo: os produtores deixam de ser meros fornecedores de produtos *in natura* e passam a ofertar produtos processados com identidade territorial (Cassiolato e Lastres, 2003).

Entretanto, a comercialização de alimentos desidratados artesanais enfrenta barreiras regulatórias no Brasil. A legislação sanitária exige registro ou notificação junto à ANVISA, análise microbiológica e controle de umidade, além de regras específicas para rotulagem. Muitos produtores comunitários não possuem estrutura para atender a todos os requisitos, o que pode limitar a venda para supermercados e redes formais. Uma alternativa tem sido a comercialização em feiras livres e perspectivas de diálogo com órgãos de vigilância sanitária municipal para adequação progressiva.

A robustez do Desidratador Termofotovoltaico 216GII, reduz a necessidade de manutenção, mas não a elimina. A limpeza periódica do coletor solar e do painel fotovoltaico são ações necessárias a cada batelada, uma vez que o equipamento fica ao ar livre. A troca de baterias deve ser realizada a cada 3 anos com um custo em torno de 250 reais e eventualmente o controlador de carga deve ser substituído a um custo aproximado de 25 reais. O painel

DOI: 10.51189/vii-coninters/81760

fotovoltaico tem a previsão de durabilidade de 30 anos, de acordo com a especificação do fabricante. A capacitação dos produtores incluiu esses cuidados, mas não há garantia de continuidade sem acompanhamento técnico. Experiências anteriores com secadores solares no semiárido brasileiro mostram que o abandono ocorre quando não há suporte institucional ou mercado estruturado (Silva e Guimarães, 2018). Os produtores receberam utensílios para corte e fatiamento manual, e ainda bacias, panos, escorredores, álcool, detergente neutro, vinagre, água sanitária, luvas, máscaras e aventais para lavagem, sanitização e manutenção da limpeza do equipamento.

Outro ponto crítico é a qualidade microbiológica dos produtos desidratados. Embora a secagem solar reduza a atividade de água inibindo bactérias e fungos, a contaminação inicial e as condições higiênicas durante a manipulação são determinantes. As boas práticas de fabricação adotadas na Ave Verde (higienização das mãos, uso de utensílios limpos, secagem em camadas finas, armazenamento em potes herméticos) minimizam riscos. No entanto, recomenda-se a realização de análises laboratoriais periódicas para atestar a segurança dos alimentos.

A tecnologia pode ser replicada para outras hortas comunitárias e assentamentos, desde que haja (a) disponibilidade de terreno com boa insolação, (b) organização coletiva para gestão do equipamento e produção regular, (c) capacitação inicial e (d) escoamento da produção. Não foram registradas dificuldades operacionais em relação ao desidratador.

O custo comercial do desidratador 216GII é de aproximadamente R$ 10.000,00, com *payback* estimado em poucos meses, considerando a renda adicional gerada e sem custos com contratação de pessoal. A aquisição pode ser viabilizada por editais de fomento, emendas parlamentares ou parcerias com universidades e ONGs. A experiência da Ave Verde sugere que o envolvimento de extensionistas rurais e de instituições de ensino técnico é fundamental para a continuidade do projeto.

Este relato baseia-se em observações iniciais e em dados secundários (entrevistas com produtores, registros do projeto). Não foram realizadas medições sistemáticas de temperatura, umidade e eficiência do desidratador ao longo do tempo, no entanto, as condições de operação foram semelhantes aos observados em ambiente controlado em laboratório. A estimativa de renda de R$ 1.080,00 para as 5 famílias participantes do projeto é proveniente do acompanhamento em feiras e relatos dos próprios produtores. No entanto, um único desidratador não foi capaz de gerar impactos econômicos significativos para toda a comunidade Ave Verde. Para isso, há necessidade de instalação de mais desidratadores e sistemas com maior capacidade de produção, nos casos em que a área disponível é restrita.

Para validar cientificamente os impactos, sugere-se a implementação de um monitoramento de longo prazo, com coletas de dados quantitativos de perdas, renda e qualidade dos alimentos produzidos. No entanto, essa possibilidade encontra a limitação de deslocamentos frequentes em estradas em condições precárias sujeitas à ação de intempéries. Outro fator limitante observado é que as populações rurais, em geral na região, enfrentam dificuldades para assimilar novos modos de produção alheios às práticas tradicionais, aliando-se a isso a falta de cultura empreendedora.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. L. C. et al. Transição agroecológica na horta comunitária Ave Verde: a soma de muitos esforços. In: Anais do Congresso Internacional Interdisciplinar em Extensão Rural e Desenvolvimento (CIIERD). Juazeiro: 2017.

BELESSIOTIS, V.; DELYANNIS, E. Solar Drying. Solar Energy, v. 85, n. 8, p. 1665-1691, 2011.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, H. M. M. Arranjos Produtivos Locais: uma abordagem para o desenvolvimento. In: LASTRES, H. M. M.; CASSIOLATO, J. E.; MACIEL, M. L. (Org.). Pequena empresa: cooperação e desenvolvimento local. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2003. p. 21-39.

ECODRYTEC. Descrição Técnica: Desidratador Solar Termofotovoltaico 216GII. Teresina: EcoDrytec Tecnologia, Produção e Comércio de Produtos Desidratados LTDA, 2024.

INPE. Atlas Brasileiro de Energia Solar. 2. ed. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2024. Disponível em: http://labren.ccst.inpe.br/atlas_2017.html . Acesso em: 21 maio 2026.

LANA, Milza Moreira; MOITA, Antonio Williams. Qualidade visual e perdas pós-colheita de hortaliças folhosas no varejo: dois estudos de caso no Distrito Federal, Brasil. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2020. 61 p. (Documentos, 184). ISSN 1415-2312. Disponível em: https://www.embrapa.br/hortalicas . Acesso em: 20 maio 2026.

MOUGEOT, L. J. A. Urban agriculture: definition, presence, potentials and risks. In: BAKKER, N. et al. (Ed.). Growing cities, growing food: urban agriculture on the policy agenda. Feldafing: ZEL, 2000. p. 99-117.

PNUD BRASIL. Prêmio PNUD 2019: projetos vencedores. Brasília: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento, 2019. Disponível em: https://www.undp.org/pt/brazil/news/conheca-os-12-projetos-de-inovacao-selecionados-pelo-pnud-no-amazonas-e-no-piaui . Acesso em: 20 maio 2026.

RIBEIRO, J. C. (Org.). Desenvolvimento social e sustentável das ciências agrárias 2. Ponta Grossa: Atena Editora, 2020. DOI: 10.22533/at.ed.719200910.

SILVA, A. P.; GUIMARÃES, R. A. Tecnologias sociais para a convivência com o semiárido: análise de secadores solares em comunidades rurais. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 13, n. 3, p. 45-58, 2018.

UNITED NATIONS. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations, 2015.

EL NIÑO, EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS E RESILIÊNCIA TERRITORIAL: ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO FRENTE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

EDUARDAH GABRIELLA ALVES SILVA; CAMILA NEVES DUARTE MOURA; DANIELA FERNANDES LOPES; LUCAS LIMA SANTOS; VITÓRIA FERREIRA ASSUNÇÃO DA SILVEIRA

RESUMO

A frequência e a magnitude crescente de eventos climáticos extremos estão desafiando os modelos clássicos de planejamento urbano e regional em escala global. Esse cenário crítico vem sendo intensamente agravado pela interação entre as mudanças climáticas de origem antropogênica e o fenômeno natural de variabilidade climática, denominado El Niño, que modifica os padrões atmosféricos e climáticos em escala global. Nesse contexto, o presente artigo tem como principal objetivo analisar os impactos sinérgicos resultantes da interação entre o El Niño e o aquecimento global, bem como propor estratégias sustentáveis voltadas ao fortalecimento da resiliência territorial, com base em observações empíricas. A metodologia adotada consiste em uma revisão bibliográfica de caráter qualitativo e exploratório, utilizando bases acadêmicas e institucionais, complementada pela análise de cenários climáticos recentes observados no território brasileiro. Os resultados obtidos demonstram que os modelos convencionais de engenharia e gestão ambiental, tradicionalmente baseados em padrões climáticos considerados estáveis ao longo do tempo, apresentam limitações diante do atual cenário de variabilidade e imprevisibilidade climática. A análise dos cenários recentes, fortemente marcados por secas extremas e prolongadas no bioma amazônico, contrastando de forma alarmante com as precipitações catastróficas e inundações sem precedentes registradas na região Sul do país, evidencia a necessidade de transição para modelos mais adaptativos de gestão territorial. Conclui-se, portanto, que a garantia da resiliência territorial e a proteção das populações vulneráveis exigem uma profunda reestruturação do planejamento estratégico. Isso engloba a integração indispensável de Soluções Baseadas na Natureza aos planos diretores, a modernização urgente das infraestruturas urbanas e a consolidação de uma governança climática multinível. Apenas por meio dessas ações será possível mitigar as perdas socioambientais e garantir um desenvolvimento verdadeiramente seguro frente às severas incertezas globais no longo prazo.

Palavras-chave: Infraestrutura; Natureza; Vulnerabilidade.

1 INTRODUÇÃO

O sistema climático global tem apresentado alterações significativas nas últimas décadas, caracterizadas pelo aumento da frequência e da intensidade de eventos meteorológicos extremos. Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2023), o aquecimento global tem provocado mudanças nos padrões de precipitação, temperatura e circulação atmosférica em escala planetária. Quando associado a fenômenos naturais de variabilidade climática, como o El Niño-Oscilação Sul (ENOS), esse processo contribui para a

DOI: 10.51189/vii-coninters/81768

intensificação de secas, enchentes e ondas de calor, ampliando os impactos sobre ecossistemas e infraestruturas urbanas (MARENGO et al., 2021).

Nesse contexto, observa-se o esgotamento gradual dos modelos tradicionais de planejamento ambiental e engenharia urbana, historicamente fundamentados na premissa da estacionariedade climática, isto é, na expectativa de que o comportamento climático futuro permaneceria semelhante aos padrões observados no passado. No entanto, os eventos recentes registrados no Brasil como as secas severas na Amazônia e as precipitações extremas na região Sul (NOBRE et al., 2019; CEMADEN, 2024) evidenciam limitações estruturais dos modelos reativos de gestão territorial e infraestrutura.

Além dos impactos físicos sobre os sistemas urbanos e ambientais, os eventos climáticos extremos ampliam vulnerabilidades socioambientais e afetam de maneira mais intensa populações expostas a condições precárias de ocupação do solo, drenagem e acesso à infraestrutura básica. Dessa forma, a adaptação climática demanda não apenas intervenções estruturais, mas também estratégias integradas de planejamento territorial, gestão de riscos e governança antecipatória.

Diante desse cenário, o presente artigo tem como objetivo analisar os impactos associados à interação entre o fenômeno El Niño e as mudanças climáticas, bem como discutir estratégias sustentáveis de adaptação voltadas ao fortalecimento da resiliência territorial frente à intensificação dos eventos climáticos extremos.

2 METODOLOGIA

O estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, exploratória e descritiva, desenvolvida em duas etapas complementares: revisão bibliográfica e análise qualitativa de cenários climáticos recentes.

Na primeira etapa, realizou-se um levantamento bibliográfico em bases científicas reconhecidas, incluindo SciELO, Periódicos CAPES e ScienceDirect, além de relatórios técnicos e institucionais publicados pelo IPCC, CEMADEN e Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). O recorte temporal contemplou publicações entre os anos de 2014 e 2024, selecionadas a partir dos descritores “eventos climáticos extremos”, “resiliência territorial”, “mudanças climáticas”, “adaptação climática” e “ENOS”.

Foram priorizados estudos relacionados aos impactos do fenômeno El Niño no território brasileiro, à vulnerabilidade socioambiental e às estratégias de adaptação urbana e regional.

Após a seleção do material, procedeu-se à análise qualitativa e interpretativa dos conteúdos, buscando identificar convergências entre os referenciais teóricos e os cenários climáticos observados recentemente no país.

Na segunda etapa, foram analisados episódios climáticos empíricos recentes associados ao El Niño, com destaque para os eventos de seca extrema registrados na Amazônia e para as enchentes ocorridas na região Sul do Brasil entre os anos de 2023 e 2024.

A análise desses cenários permitiu discutir as limitações da infraestrutura tradicional e sistematizar estratégias voltadas à adaptação climática e à redução de riscos socioambientais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura e dos cenários climáticos recentes demonstra que os modelos tradicionais de planejamento urbano e gestão territorial apresentam limitações frente à intensificação dos eventos climáticos extremos.

Os resultados foram organizados em dois eixos principais: vulnerabilidades territoriais evidenciadas pelos eventos recentes e estratégias de adaptação climática.

3.1 A Intensificação dos Eventos Climáticos e as Vulnerabilidades Territoriais

DOI: 10.51189/vii-coninters/81768

A atuação do fenômeno El Niño sobre uma atmosfera global mais potencializou a severidade dos extremos hidrológicos observados no Brasil. Os cenários analisados evidenciaram impactos significativos em diferentes regiões do país.

Na Amazônia, a redução dos níveis dos rios comprometeu o abastecimento, a navegação e o deslocamento de comunidades ribeirinhas, além de favorecer o aumento da ocorrência de incêndios florestais em função do déficit hídrico prolongado. Esses impactos demonstram a elevada vulnerabilidade socioambiental da região frente à intensificação das secas.

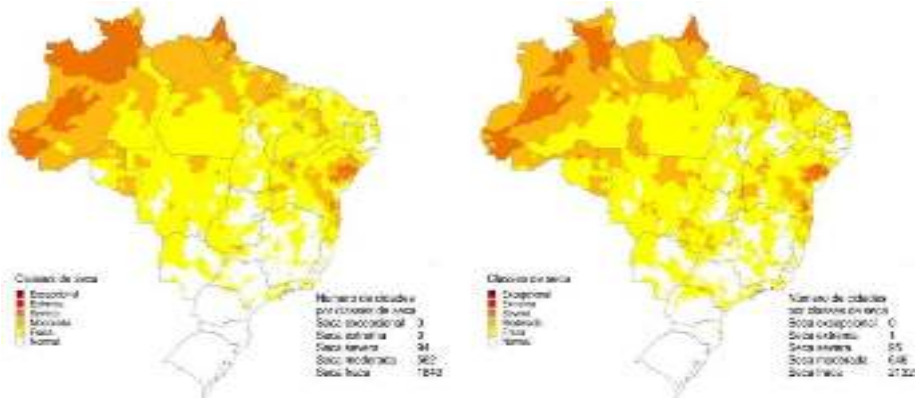


Figura 1 – Índice Integrado de Seca (IIS) no Brasil, destacando a severidade no bioma amazônico.
Fonte: CEMADEN (2024).

Na região Sul, os elevados volumes pluviométricos registrados entre 2023 e 2024 resultaram em enchentes, deslizamentos e colapso parcial de sistemas de drenagem urbana. Os eventos evidenciaram limitações da infraestrutura cinza convencional, especialmente em áreas urbanas impermeabilizadas e ocupadas de forma desordenada.

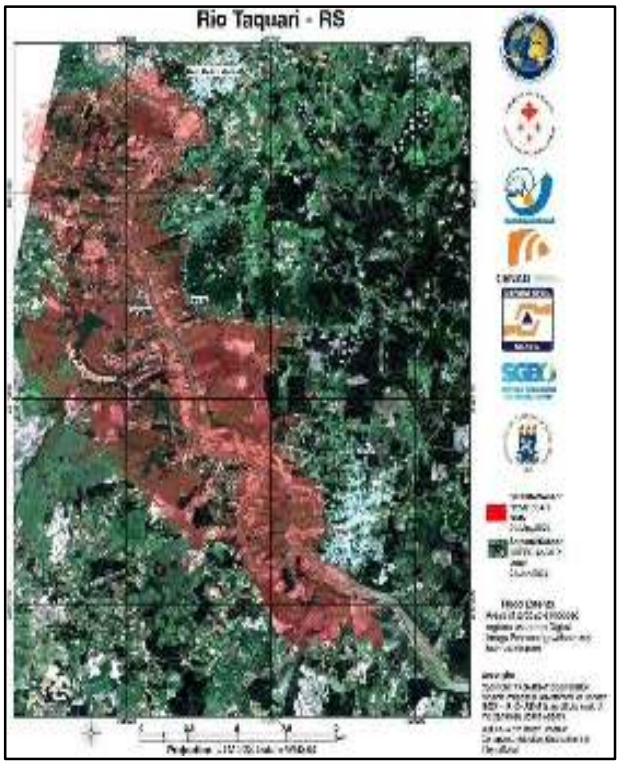


Figura 2 – Extensão da mancha de inundação na bacia do Rio Taquari (RS) com base em processamento de imagens de satélite (maio de 2024).
Fonte: INPE; SGB; CENAD (2024).

DOI: 10.51189/vii-coninters/81768

Os cenários analisados evidenciam que a adoção apenas de modelos reativos na gestão de desastres tem se mostrado insuficiente frente ao aumento da variabilidade climática, destacando a importância da implementação de estratégias preventivas e adaptativas.

3.2 Estratégias de Adaptação e Resiliência Territorial

Entre as principais estratégias apontadas na literatura para o fortalecimento da resiliência territorial, destacam-se as Soluções Baseadas na Natureza (SBN), que auxiliam no controle de enchentes, na redução da impermeabilização do solo e na melhoria do microclima urbano.

A implementação de parques alagáveis, jardins de chuva, recuperação de matas ciliares, restauração de planícies de inundação e ampliação da arborização urbana configura uma alternativa complementar à infraestrutura convencional, contribuindo para o equilíbrio hidrológico e para a mitigação de riscos ambientais. Além disso, destaca-se a relevância do ordenamento territorial preventivo, por meio da atualização de Planos Diretores e Zoneamentos Ecológico-Econômicos (ZEE), incorporando projeções climáticas futuras e restringindo a ocupação de áreas vulneráveis a enchentes e movimentos de massa.

Um ponto de destaque é ao fortalecimento dos sistemas de monitoramento e alerta precoce, aliados à participação comunitária e às ações de educação ambiental. A integração entre tecnologia, governança climática e engajamento social contribui para ampliar a capacidade adaptativa das populações vulneráveis e minimizar os impactos socioeconômicos provocados por eventos climáticos extremos.

Para sintetizar as discussões empíricas e teóricas apresentadas, a Tabela 1 relaciona as principais vulnerabilidades territoriais identificadas com as respectivas estratégias de adaptação baseadas na natureza.

4 CONCLUSÃO

O fenômeno El Niño, ao interagir de forma conjunta com o aquecimento global de origem antropogênica, deixou de ser apenas um distúrbio sazonal para se tornar um potencializador das vulnerabilidades estruturais presentes no atual ordenamento territorial.

A análise dos cenários climáticos recentes reforça a literatura científica ao evidenciar que modelos de planejamento centrados apenas na resposta a desastres e na dependência exclusiva de obras estruturais convencionais mostram-se técnica e economicamente inviáveis.

Conclui-se que a resiliência territorial demanda uma mudança de paradigma na engenharia, no urbanismo e na gestão pública. Para garantir a segurança hídrica e física das populações, torna-se indispensável a modernização das cidades por meio de Soluções Baseadas na Natureza, aliada ao respeito aos limites ecossistêmicos nos processos de ocupação do solo. A adaptação climática efetiva dependerá da consolidação de uma governança preventiva, capaz de incorporar as incertezas e variabilidades do clima futuro em todas as etapas da tomada de decisão.

REFERÊNCIAS

Livro: CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais. **Boletins de Monitoramento de Secas e Impactos no Brasil**. São José dos Campos: CEMADEN, 2024.

Livro: IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report. Geneva, Switzerland: IPCC, 2023.

Artigo científico: MARENGO, J. A.; CUNHA, A. P. M. A.; CUARTAS, L. A.;

DEUSDIARÁ LEAL, K. R. Impactos do fenômeno El Niño no Brasil e cenários de mudanças climáticas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, n. 4, p. 775-789, 2021.

Livro: NOBRE, C. A.; MARENGO, J. A.; SOARES, W. R. **Riscos de Mudanças Climáticas no Brasil e Limites à Adaptação**. São Paulo: INPE/USP, 2019.

Mapa cartográfico: INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais; SGB - Serviço Geológico do Brasil; CENAD - Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. **Mapeamento da extensão de inundações no Rio Grande do Sul a partir de processamento de imagens de satélite**. São José dos Campos: INPE, 2024.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81768

CONVERSÃO TERMOQUÍMICA DE ENDOCARPOS DE BUTIÁ EM BIOCHAR UTILIZANDO REATOR DE PIRÓLISE E MICRO-ONDAS

MYLENE VARGAS DOS SANTOS FERREIRA; BRUNA SILVA DE FARIAS; SIBELE SANTOS FERNANDES

RESUMO

A conversão de biomassa em materiais carbonáceos tem se destacado como alternativa sustentável para o aproveitamento de resíduos lignocelulósicos e mitigação ambiental. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial do endocarpo de butiá (*Butia sp.*) para a produção de biochar por processos de pirólise convencional e assistida por micro-ondas (MAP). Os frutos foram coletados no município de Rio Grande/RS, submetidos à secagem, trituração e peneiramento em diferentes granulometrias (9, 28 e 42 mesh, fundo) e sem granulometria definida. A caracterização do precursor foi realizada por análises de umidade, cinzas, proteínas, lipídios e fibras. Para a ativação química, utilizou-se cloreto de zinco ($ZnCl_2$), seguido de carbonização em reator tubular sob atmosfera inerte. Na pirólise convencional, o processo ocorreu a 600 °C, taxa de aquecimento de 10 °C·min^{-1} e tempo de residência de 30 min. Também foi empregada a MAP utilizando potência de 900 W. Os resultados da composição proximal demonstraram baixos teores de cinzas (0,42–1,08%) e proteínas (0,26–0,31%), além de elevados conteúdos de fibras (63,41–77,32%), evidenciando o caráter lignocelulósico do material. A fração da amostra inteira apresentou o maior teor de fibras (77,32%) e lipídios (5,57%), enquanto a fração 9 mesh apresentou maior teor de umidade (10,96) e cinzas (1,08). Os resultados obtidos foram semelhantes aos descritos na literatura para resíduos de butiá e outras biomassas utilizadas na produção de biochar, reforçando o potencial do endocarpo como precursor para obtenção de materiais adsorventes sustentáveis. Os maiores valores de rendimento foram obtidos no biochar sem ativação (50%) e com ativação (30%), produzido em reator de pirólise a 600 °C. Para o método de MAP os rendimentos foram da amostra sem ativação (21,6%) e ativada (28,8%) decaíram principalmente devido ao rápido aquecimento, que acelera a decomposição da matéria orgânica. Dessa forma, o estudo demonstra que o endocarpo de butiá constitui uma matéria-prima promissora para aplicações ambientais e tecnológicas associadas à economia circular.

Palavras-chave: Biomassa lignocelulósica; Carvão ativado; Economia circular.

1 INTRODUÇÃO

A conversão de biomassa em produtos sólidos, líquidos e gasosos como fonte de energia para a obtenção de combustíveis e materiais energéticos tem se consolidado como uma alternativa promissora no cenário energético global. Entre esses produtos, o biochar se destaca pelo seu potencial de mitigação ambiental, sendo capaz de reter aproximadamente 2 a 2,6 toneladas de carbono para cada tonelada aplicada, o que reforça sua importância nas estratégias voltadas à redução das emissões e ao alcance da neutralidade de carbono (Senadheera et al., 2025).

A produção e a aplicação do biochar representam alternativas sustentáveis para o aproveitamento de resíduos, contribuindo tanto para a redução do descarte inadequado quanto para o enfrentamento das mudanças climáticas, em consonância com os princípios da

DOI: 10.51189/vii-coninters/81795

bioeconomia circular e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Por ser um material de origem renovável, seu uso está associado à melhoria da fertilidade do solo, à preservação da qualidade da água, à mitigação das emissões de carbono e ao estímulo de práticas produtivas mais responsáveis e sustentáveis. Além disso, o biochar favorece a integração de iniciativas voltadas ao desenvolvimento ambiental e às parcerias globais em sustentabilidade (Afshar; Mofatteh, 2024).

Diante desse cenário, é importante ampliar o uso de matérias-primas para produção de biochar, incluindo espécies nativas como o butiá (*Butia capitata*). Essa biomassa apresenta potencial para geração de adsorventes eficientes, com alta área superficial e desempenho superior ao carvão comercial mesmo sem ativação. Assim, o aproveitamento dos endocarpos de butiá é uma alternativa sustentável que agrega valor a resíduos regionais e pode ser aplicada no tratamento de efluentes, adsorção de contaminantes e melhoria do solo, contribuindo para a economia circular (Cunha et al., 2023).

Nesse sentido, este trabalho tem como finalidade avaliar a eficiência da conversão de endocarpos de butiá na produção de biochar com e sem ativação de Cloreto de Zinco ($ZnCl_2$) por processo de pirólise convencional e pirólise assistida de micro-ondas (MAP).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de butiá utilizados na pesquisa foram coletados entre os meses de janeiro e março de 2026, no município de Rio Grande/RS, e o endocarpo destes materiais foram utilizados nos experimentos. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Tecnologia de Alimentos (LTA), localizado no Campus Carreiros da Universidade Federal do Rio Grande (FURG). A carbonização das amostras por pirólise convencional e MAP foi conduzida no Laboratório de Pesquisas em materiais (UFPEL).

2.1. Obtenção do endocarpo

O pré-tratamento do material precursor iniciou com a coleta dos frutos de butiá (*Butia sp.*), que foram submetidos à secagem em temperatura ambiente até a eliminação da umidade superficial. Posteriormente, realizou-se a remoção manual da polpa e a quebra das sementes para retirada das amêndoas. Em seguida, os endocarpos foram triturados em liquidificador industrial, com o objetivo de reduzir e padronizar o tamanho das partículas e verificar qual granulometria é a mais adequada para a obtenção do biochar. O material moído foi então peneirado em malhas de 9, 28 e 42 mesh, permitindo a obtenção de frações com granulometria controlada. Por fim, as amostras obtidas foram armazenadas em recipientes hermeticamente fechados, a fim de evitar a absorção de umidade e a contaminação por agentes externos até as etapas de caracterização e carbonização.

2.2 Caracterização proximal

A caracterização do material precursor de endocarpo de butiá (amostra inteira) e das diferentes granulometrias (9, 28, 42 e fundo - <42 mesh) foi realizada por meio de ensaios de umidade, cinzas, lipídios, proteínas e fibras (AOAC, 2000). Carboidratos foi determinado por diferença. Após comparação entre as granulometrias, a fração com os melhores resultados de caracterização foi escolhida para o processo de pirólise.

2.3 Ativação

A partir da escolha da fração mais adequada, foi misturado 100 g de precursor a uma solução ativante de cloreto de zinco ($ZnCl_2$), preparada pela dissolução de 150 g de $ZnCl_2$ em 50 mL de água destilada até a formação de uma pasta homogênea, seguida de pré-aquecimento a 85 °C por 120 min para favorecer a ativação e reduzir a umidade residual.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81795

2.4 Pirólise convencional

No processo de pirólise foram utilizadas as amostras sem ativação e com ativação de $ZnCl_2$. Nesta etapa, a amostra seca foi transferida para um reator tubular para a realização da etapa de pirólise. O reator foi aquecido até temperatura de 600 °C, com taxa de aquecimento de 10 °C·min^{-1} e tempo de residência de 30 min. Ao término da pirólise, o sistema foi resfriado gradualmente até 200 °C, quando então o fluxo de argônio foi interrompido. O material carbonizado foi submetido à lavagem ácida por refluxo com solução de ácido clorídrico (HCl) 6 mol·L^{-1} a 80 °C por 1 h, visando à remoção de resíduos de zinco e impurezas inorgânicas. Por fim, o biochar ativado foi lavado com água destilada até atingir pH neutro e seco em estufa a 100 °C para remoção da umidade residual.

2.5 Pirólise assistida em micro-ondas (MAP)

A pirólise foi realizada em forno de micro-ondas com potência de 900 W. Aproximadamente 100 g do precursor de butiá com e sem ativação foram adicionados em um tubo de quartzo. O reator foi composto por um tubo de quartzo com 30 mm de diâmetro interno e 150 mm de comprimento, acoplado ao sistema de micro-ondas.

2.6 Caracterização das pirólises

A caracterização da pirólise foi realizada pelo cálculo do rendimento, com o intuito de comparar os percentuais de biochar com ativação e sem ativação, considerando a quantidade de precursor aplicada (massa inicial) e a massa final obtida após a carbonização. Para as amostras ativadas, a massa final considerada a obtida após as lavagens. O rendimento de cada amostra foi calculado utilizando a Equação 1.

$$Rendimento\ (\%) = \frac{massa\ final}{massa\ inicial} \times 100 \qquad \text{Eq. 1}$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização proximal

A Tabela 1 apresenta a composição proximal das diferentes frações granulométricas do endocarpo de butiá, incluindo umidade, cinzas, proteínas, lipídios e fibras. Os resultados demonstraram diferenças estatisticamente significativas entre as amostras para a maioria dos parâmetros avaliados ($p < 0,05$), exceto para o teor de proteínas, que não apresentou variação significativa entre as frações.

Os baixos teores de umidade (8,46-10,96%) situam-se próximo da faixa recomendada para processos termoquímicos (10-15%), contribuindo para maior estabilidade durante o armazenamento, reduzindo a atividade microbiológica responsável pela degradação de componentes lignocelulósicos e pela perda de matéria orgânica da biomassa (Tripathi; Sahu; Ganesan, 2016). Da mesma forma, os reduzidos teores de cinzas (0,42–1,08%), inferiores à faixa normalmente observada para biomassas lignocelulósicas (3–5%), evidenciam a baixa concentração de matéria mineral no endocarpo de butiá, característica desejável por favorecer a obtenção de materiais carbonáceos com maior pureza e menor geração de resíduos inorgânicos (Sharma et al., 2024). Os baixos teores de proteínas (0,26–0,31%) e lipídios (2,13–5,57%) evidenciam a reduzida participação de compostos nitrogenados e substâncias extraíveis na composição do endocarpo de butiá, confirmando a predominância de componentes lignocelulósicos estruturais (Coimbra; Jorge, 2011; Mafu et al., 2017).

DOI: 10.51189/vii-coninters/81795

Tabela 1 – Composição proximal de diferentes granulometrias do endocarpo de butiá.

Amostra	Umidade (%)	Cinzas (%)	Proteínas (%)	Lipídios (%)	Fibras (%)
Inteira	9,74 ±0,44[ab]	0,94±0,14[b]	0,28±0,00[a]	5,57±0,26[a]	77,32±1,68[a]
9 mesh	10,96 ± 0,52[a]	1,08±0,31[a]	0,31±0,05[a]	2,31±0,03[c]	73,45±1,54[a]
28 mesh	9,41 ± 0,53[bc]	0,42±0,08[c]	0,28±0,01[a]	3,18±0,23[b]	67,01±4,00[b]
42 mesh	9,73 ±0,75[ab]	0,99±0,07[b]	0,30±0,01[a]	2,13±0,12[c]	63,41±1,41[b]
Fundo (<42 mesh)	8,46 ±0,23[c]	0,94±0,10[b]	0,26±0,02[a]	2,18±0,07[c]	66,11±3,11[b]

Fonte: A autora, (2026).

Biomassas lignocelulósicas, como endocarpos de coco e palmáceas, geralmente apresentam baixos teores proteicos, uma vez que sua composição é predominantemente formada por celulose, hemicelulose e lignina (Fauzi et al., 2024). Em relação aos lipídios, os valores obtidos foram superiores aos reportados para endocarpos de coco (~1%) (Anuchi; Campbell; Hallett, 2022), mas inferiores aos observados em resíduos oleaginosos, como amêndoas de macadâmia (45,17–56,37%) (Coimbra; Jorge, 2011). Os teores moderados de lipídios podem contribuir para a formação de compostos voláteis durante a pirólise, enquanto a baixa concentração de proteínas reduz a presença de heteroátomos nitrogenados na estrutura carbonácea final (Li et al., 2018; Mafu et al., 2017).

O elevado teor de fibras da amostra integral (77,32%) indica uma maior concentração de componentes lignocelulósicos, que atuam como fontes de carbono para a formação do biochar. Durante a pirólise, a maior estabilidade térmica da lignina favorece a retenção de carbono na fase sólida, contribuindo para maiores rendimentos (Jobim, 2023). Além disso, os baixos teores de umidade reduzem o gasto energético do processo. Dessa forma, a amostra integral (sem granulometria definida) foi selecionada como precursora para o processo de pirólise em virtude de apresentar maior teor de fibras e menores conteúdos de umidade e cinzas quando comparada às demais frações avaliadas. Essas características são consideradas favoráveis à produção de biochar, uma vez que influenciam diretamente o rendimento gravimétrico e as propriedades do material obtido (Tu et al., 2022).

A composição proximal do precursor de butiá apresentou comportamento semelhante ao reportado na literatura para resíduos lignocelulósicos utilizados na produção de biochar. De modo geral, os estudos relatam baixos teores de proteínas e cinzas, além de elevados conteúdos de fibras, características típicas de materiais vegetais ricos em celulose, hemicelulose e lignina (Jobim, 2023). Além disso, valores muito próximos também foram encontrados para umidade e cinzas de amostras de amêndoa de butiá especialmente na de 9 mesh e inteira, com valores de 10,83% e 1,44%, respectivamente. Embora sejam frações diferentes do butiá, deve-se ressaltar a influência da composição química nas características do precursor (Pereira et al., 2015). Os baixos teores de cinzas observados indicam reduzida presença de constituintes minerais, característica desejável para a produção de biochar. Segundo Fauzi et al., (2024), biomassas com baixos teores de cinzas favorecem o desenvolvimento da porosidade e da área superficial durante os processos de ativação, resultando em materiais com maior potencial adsortivo.

3.2 Rendimento gravimétrico

A Tabela 2 apresenta os rendimentos gravimétricos obtidos para os diferentes métodos de pirólise empregados na produção dos biochars. Observa-se que a pirólise convencional sem ativação química apresentou o maior rendimento (50%), enquanto a ativação com $ZnCl2_2$ reduziu esse valor para 30%. Esse comportamento pode ser atribuído à ação do agente ativante,

que favorece a degradação térmica da biomassa e promove maior liberação de compostos voláteis durante a carbonização. Estudos relatam que o $ZnCl_2$ atua como agente desidratante e catalítico, intensificando a desvolatilização e modificando a estrutura carbonosa do material (Yan et al., 2020).

Tabela 2 – Rendimento gravimétrico para diferentes métodos de pirólise.

Amostra	Método de produção	Temperatura (°C)	Ativação	Rendimento (%)
1	Pirólise	600	Sem ativação	50,0
2	convencional		$ZnCl2_2$	30,0
3			Sem ativação	21,6
4	MAP	-	$ZnCl2_2$	28,8

Fonte: A autora, (2026).

Para as amostras produzidas por pirólise assistida por micro-ondas (MAP), foram observados rendimentos inferiores aos obtidos na pirólise convencional. A amostra ativada com $ZnCl_2$ apresentou rendimento de 28,8%, enquanto a amostra sem ativação obteve 21,6%. e no biochar de endocarpo de babaçu produzido por MAP com ativação física de CO_2, com rendimento 25 a 30% (Salgado et al., 2018).

A pirólise convencional apresentou maiores rendimentos de biochar em comparação à pirólise assistida por micro-ondas, devido às diferenças nos mecanismos de transferência de calor. Enquanto o aquecimento gradual da pirólise convencional favorece a retenção de carbono na fração sólida, o aquecimento volumétrico por micro-ondas promove uma degradação mais intensa da biomassa e maior liberação de compostos voláteis, resultando em menores rendimentos de biochar (Minaei et al., 2023).

Em comparação entre métodos, foi observado o que o biochar de frutos de durião, produzido por MAP, apresentou alterações estruturais mais intensas, associadas à maior desvolatilização da biomassa e ao desenvolvimento de porosidade (Nguyen; Dinh, 2025). Conforme Rasool et al., (2026), processos convencionais de pirólise normalmente apresentam rendimentos de biochar entre 30 e 60%, enquanto a MAP tende a produzir materiais com maior desenvolvimento estrutural, porém frequentemente acompanhados de menor retenção de massa sólida, devido à maior intensidade das reações de degradação térmica.

Dessa forma, os resultados obtidos indicam que a rota de pirólise exerce influência direta no rendimento e nas características do biochar produzido, sendo a pirólise convencional mais eficiente em termos de retenção de massa sólida, enquanto a MAP favorece processos de decomposição mais intensos e o desenvolvimento estrutural do material.

4 CONCLUSÃO

O endocarpo de butiá mostrou-se adequado para produção de biochar, com bom potencial devido às suas características lignocelulósicas. A pirólise convencional apresentou maiores rendimentos que a assistida por micro-ondas, enquanto a ativação com $ZnCl_2$ reduziu o rendimento. Os biochars obtidos têm potencial para aplicação como adsorventes, sendo necessários estudos adicionais de caracterização e desempenho.

REFERÊNCIAS

AFSHAR, Maryam; MOFATTEH, Saeed. Biochar for a sustainable future: Environmentally friendly production and diverse applications. **Results in Engineering**, v. 23, p. 102433, set. 2024.

ANUCHI, Samson O.; CAMPBELL, Kyra L. Sedransk; HALLETT, Jason P. Effective pretreatment of lignin-rich coconut wastes using a low-cost ionic liquid. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 6108, 12 abr. 2022.

AOAC, Association of Official Analytical Chemists International. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 17. ed. *[S.l.: S.n.]*.

COIMBRA, Michelle Cardoso; JORGE, Neuza. Proximate composition of guariroba (Syagrus oleracea), jerivá (Syagrus romanzoffiana) and macaúba (Acrocomia aculeata) palm fruits. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2139–2142, ago. 2011.

CUNHA, Mariene R. *et al.* Removal of enalapril maleate drug from industry waters using activated biochar prepared from Butia capitata seed. Kinetics, equilibrium, thermodynamic, and DFT calculations. **Journal of Molecular Liquids**, v. 386, p. 122470, set. 2023.

FAUZI, Anees Ameera Binti *et al.* A state-of-the-art review on lignocellulosic biomass-derived activated carbon for adsorption and photocatalytic degradation of pollutants: a property and mechanistic study. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 31, n. 56, p. 64453–64475, 22 nov. 2024.

JOBIM, S. J. M.; DUARTE, L. da C. **Caracterização dos resíduos dos frutos de butiá (Butia (Becc.) Becc. (Arecaceae)): análise termogravimétrica, teor de umidade, composição química e FTIR**. *Revista Poliedro*, Pelotas, v. 7, n. 9, p. 49-65, 2024. DOI: 10.15536/2594-4398.2023.v7.n9.pp.049-065.3655.

LI, Wenqi *et al.* Fractionation and characterization of lignin streams from unique high-lignin content endocarp feedstocks. **Biotechnology for Biofuels**, v. 11, n. 1, p. 304, 8 dez. 2018.

MAFU, Lihle D. *et al.* Chemical and structural characterization of char development during lignocellulosic biomass pyrolysis. **Bioresource Technology**, v. 243, p. 941–948, nov. 2017.

MINAEI, Shahab *et al.* Evaluation of a ZnCl2-modified biochar derived from activated sludge biomass for adsorption of sulfamethoxazole. **Chemical Engineering Research and Design**, v. 190, p. 407–420, fev. 2023.

NGUYEN, Duy-Khoi; DINH, Van-Phuc. Highly Efficient Removal of Cr(VI) by Biochar Derived from Vietnamese Young Durian Fruit: Comparison of Traditional and Microwave-Assisted Pyrolysis. **Langmuir**, v. 41, n. 1, p. 518–531, 14 jan. 2025.

PEREIRA, M. M. *et al*. **Caracterização físico-química das amêndoas de butiás**. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 20., 2014, Florianópolis**. Anais [...]. Florianópolis: COBEQ, 2014.

RASOOL, Atta *et al.* Conventional and microwave-assisted pyrolysis biochars: comparative mechanistic insights, structural evolution, and environmental remediation applications. **Biochar**, v. 8, n. 1, p. 98, 28 abr. 2026.

SALGADO, Maria de Fatima *et al.* Preparation of activated carbon from babassu endocarpunder microwave radiation by physical activation. **IOP Conference Series: Earth and Environmental Science**, v. 105, p. 012116, jan. 2018.

SENADHEERA, Sachini Supunsala *et al.* Sustainable biochar: Market development and commercialization to achieve ESG goals. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 217, p. 115744, jul. 2025.

SHARMA, Tanima *et al.* Parametric influence of process conditions on thermochemical techniques for biochar production: A state-of-the-art review. **Journal of the Energy Institute**, v. 113, p. 101559, abr. 2024.

TRIPATHI, Manoj; SAHU, J. N.; GANESAN, P. Effect of process parameters on production of biochar from biomass waste through pyrolysis: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 55, p. 467–481, mar. 2016.

TU, Panfeng *et al.* Influence of pyrolysis temperature on the physicochemical properties of biochars obtained from herbaceous and woody plants. **Bioresources and Bioprocessing**, v. 9, n. 1, p. 131, 22 dez. 2022.

YAN, Lilong *et al.* ZnCl2 modified biochar derived from aerobic granular sludge for developed microporosity and enhanced adsorption to tetracycline. **Bioresource Technology**, v. 297, p. 122381, fev. 2020.

PRÁTICAS DE DESCARTE DE EMBALAGENS PRIMÁRIAS E SECUNDÁRIAS DE MEDICAMENTOS POR PACIENTES DE UMA CLÍNICA-ESCOLA

ANABELLA LAURETTI; GABRIELLA APARECIDA DOS SANTOS; AMANDA MARTINS VIEL

RESUMO

O descarte inadequado de embalagens farmacêuticas representa um relevante desafio de saúde pública e poluição ambiental, agravado por lacunas na implementação da logística reversa e pela baixa conscientização populacional. Este estudo teve como objetivo analisar as práticas de descarte de embalagens primárias e secundárias de medicamentos, por pacientes de uma clínica-escola na cidade de São Paulo, visando compreender o comportamento dos usuários frente à legislação vigente e identificar barreiras para a consolidação de práticas sustentáveis. Trata-se de um estudo exploratório, com abordagem quantitativa, realizado com 332 pacientes adultos atendidos em uma clínica-escola privada de São Paulo. Os participantes responderam a um questionário sobre o descarte de embalagens primárias e secundárias de medicamentos, sendo os dados analisados por estatística descritiva. O estudo foi aprovado por Comitê de Ética em Pesquisa (parecer nº 7.389.106, CAAE 85159724.9.0000.0062) e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Os resultados revelaram que o lixo comum é a principal destinação para ambos os tipos de embalagem, sendo citado por 49,7% dos participantes para embalagens primárias e por 52,1% para as secundárias. O descarte em farmácias e drogarias, previsto pela normativa da logística reversa, foi minoritário, com 16,9% para primárias e 7,8% para secundárias, enquanto a destinação à reciclagem foi mais frequente para embalagens secundárias (30,4%), comparada com as embalagens primárias (12,3%). Conclui-se que, apesar da regulamentação vigente, o descarte inadequado de embalagens de medicamentos ainda é uma realidade, evidenciando a necessidade de ampliar a infraestrutura de logística reversa e fortalecer ações de educação sanitária. A clínica-escola apresenta potencial como espaço estratégico para intervenções educativas para a conscientização da população, contribuindo para o fortalecimento de práticas sustentáveis e promoção da saúde coletiva.

Palavras-chave: Poluição ambiental; Reciclagem; Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

O descarte inadequado de medicamentos e de suas embalagens constitui um relevante problema de saúde pública e ambiental no Brasil, onde a população gera mais de 10 mil toneladas de resíduos farmacêuticos anualmente (Conselho Regional de Farmácia do Paraná, 2018; Santos *et al*., 2025). Nesse cenário, a gestão das embalagens primárias e secundárias exige atenção técnica e regulatória específica. Conforme estabelece a RDC nº 768, de 12 de dezembro de 2022, a embalagem primária é aquela que mantém contato direto com o medicamento, enquanto a secundária corresponde à embalagem externa do produto, que está em contato com a primária ou com envoltório intermediário, podendo conter uma ou mais unidades primárias. Essas embalagens, quando descartadas de forma incorreta, podem representar uma fonte de contaminação ambiental, especialmente os blisters farmacêuticos,

DOI: 10.51189/vii-coninters/81820

compostos por plástico PVC e alumínio, materiais de difícil degradação e alto potencial poluidor (Sulareviscz *et al*., 2020).

A gestão desses resíduos é amparada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010), regulamentada pelo Decreto nº 10.388/2020, que institui o sistema de logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso e de suas embalagens. Trata-se de um modelo de responsabilidade compartilhada entre fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores, cujo objetivo é promover o retorno das embalagens ao setor empresarial para destinação ambientalmente correta. Nesse sistema, os consumidores realizam o descarte em pontos de coleta, os distribuidores são responsáveis pelo custeio da logística até os armazéns secundários e, os fabricantes e importadores assumem a destinação final dos resíduos por meio de reciclagem, incineração ou coprocessamento (Santos *et al.*, 2025).

Apesar dos benefícios comprovados, como a prevenção da contaminação do solo e da água, a redução dos riscos de intoxicações e a conservação dos recursos naturais, a logística reversa ainda enfrenta desafios estruturais e culturais. A baixa conscientização da população, a infraestrutura de coleta ainda incipiente em diversas regiões e os elevados custos operacionais dificultam sua plena consolidação (Santos *et al.*, 2025). Somam-se a isso as particularidades técnicas das embalagens farmacêuticas, como a escolha do material de acondicionamento está intrinsecamente relacionada à estabilidade do fármaco, devendo atuar como barreira contra fatores externos e não interagir com o produto, o que exige rigorosos estudos de extraíveis e lixiviáveis (Ferreira; Pereira, 2016). Em razão dessas exigências regulatórias de segurança, apenas 25% das embalagens primárias do setor são consideradas sustentáveis, sendo a maioria destinada como rejeito, conforme determina a RDC nº 222/2018, especialmente para medicamentos hormonais e antimicrobianos. Por sua vez, as embalagens secundárias não contaminadas podem ser descaracterizadas e encaminhadas para reciclagem (Amarante, 2025).

Diante desse contexto, a logística reversa de embalagens de medicamentos apresenta-se como uma estratégia indispensável para a proteção ambiental e da saúde humana, demandando avanços na infraestrutura, na educação sanitária e no desenvolvimento de materiais biodegradáveis ou de menor impacto ambiental (Santos *et al.*, 2025). Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar as práticas de descarte de embalagens primárias e secundárias de medicamentos, adotadas por pacientes atendidos em uma clínica-escola na cidade de São Paulo. A motivação reside na necessidade de compreender como essas embalagens são descartadas pelos usuários e identificar aspectos que possam subsidiar ações de educação ambiental e fortalecimento da logística reversa, contribuindo para a promoção de práticas sustentáveis e para a consolidação da economia circular no setor farmacêutico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo exploratório, com abordagem quantitativa, realizado em uma clínica-escola de uma instituição privada. O tamanho amostral foi calculado com base no número médio de atendimentos mensais da clínica-escola, utilizando-se uma calculadora eletrônica, que resultou em uma amostra de 332 participantes, com nível de confiança de 95% e margem de erro de 5%. Foram incluídos pacientes maiores de 18 anos, independentemente de gênero, em acompanhamento nas áreas de enfermagem, farmácia, fisioterapia, medicina, nutrição, psicologia ou serviço social e que aceitaram participar de forma voluntária. Foram excluídos os participantes que não estavam aptos a compreender e responder às perguntas de forma independente.

Os participantes foram abordados nas salas de espera da clínica-escola, onde foram aplicadas as perguntas relacionadas ao descarte de embalagens primárias (blisters/frascos) e secundárias (caixas vazias) de medicamentos. Os dados foram tabulados em Microsoft Excel e analisados por estatística descritiva, com cálculo de frequências absolutas e relativas.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81820

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, sob parecer nº 7.389.106 e CAAE 85159724.9.0000.0062. A inclusão dos participantes foi formalizada mediante leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e as respostas foram anônimas, garantindo a confidencialidade dos dados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Participaram do estudo 332 pacientes atendidos na clínica-escola, residentes em diferentes regiões da cidade de São Paulo, o que contribui para uma análise mais abrangente e representativa da população estudada.

Em relação ao descarte de embalagens primárias e secundárias de medicamentos, alguns participantes relataram mais de uma forma de descarte e, por esse motivo, a soma das respostas ultrapassou o total da amostra (n = 332) (Tabelas 1 e 2). O descarte no lixo comum foi a alternativa mais citada, correspondendo a 49,7% (n = 165) das respostas. O descarte em postos de saúde foi citado por 21,4% (n = 71) dos participantes, seguido pelo descarte em drogarias, mencionado por 16,9% (n = 56). Além disso, 12,3% (n = 41) relataram utilizar o lixo reciclável, enquanto 6,3% (n = 21) informaram outras formas de descarte (Tabela 1).

Tabela 1. Formas de descarte de embalagens primárias de medicamentos.

Local de descarte	n
Lixo comum	165
Posto de saúde	71
Farmácia / Drogaria	56
Lixo reciclável	41
Outros	21
Total	354

O descarte de embalagens primárias no lixo comum, identificado como prática predominante em 49,7% dos participantes deste estudo, é consistente com o que a literatura aponta como um problema amplamente disseminado na população brasileira. Sulareviscz *et al.* (2020), ao investigarem o comportamento de moradores de três municípios do Paraná, verificaram que, nas cidades do interior, a maioria dos entrevistados descartava os blisters na própria residência, associando esse padrão à ausência de orientações e à indisponibilidade de pontos de coleta nas farmácias locais (Sulareviscz *et al*, 2020).

Embora o Decreto nº 10.388/2020 tenha regulamentado a logística reversa de medicamentos e tornado obrigatório o recolhimento em farmácias e drogarias, o baixo percentual de participantes que referiram realizar o descarte nesses estabelecimentos (16,9%) sugere que a legislação não está sendo efetivamente implementada ou, ao menos, amplamente divulgada à população. Nesse sentido, Weraikat *et al*. (2016) e Liu *et al*. (2020) reforçam que a efetividade da logística reversa no setor farmacêutico depende diretamente da coordenação entre fabricantes, distribuidores, pontos de coleta e poder público, sendo que a ausência dessa articulação sistêmica resulta em baixas taxas de recolhimento, mesmo quando a obrigatoriedade legal existe. Essa lacuna entre o que a norma determina e o que ocorre na prática contribui para que o descarte correto dependa muito mais da iniciativa individual, do que de uma estrutura sistêmica de coleta acessível, o que explica também por que o descarte em postos de saúde (21,4%) e em drogarias (16,9%) ainda sejam práticas minoritárias frente ao lixo comum (Mitkidis *et al*., 2022).

Os participantes que relataram descartar blisters no lixo reciclável (12,3%) merece atenção especial. Embora essa ação represente uma intenção ambiental positiva, a reciclagem de blisters farmacêuticos é tecnicamente complexa em razão da sua estrutura multicamadas,

composta por PVC ou PVDC e alumínio, cuja separação exige processos específicos e instalações dedicadas que não fazem parte do circuito convencional de reciclagem no Brasil (Çapkın; Gökelma, 2023; Sulareviscz *et al*., 2020). Nesse contexto, o descarte no lixo reciclável frequentemente resulta no encaminhamento desse material para aterro sanitário ou incineração. Além disso, o PVC, por ser um composto formado por substâncias cloradas, libera dioxina durante a combustão, substância altamente tóxica e com reconhecido potencial carcinogênico (Souza *et al*., 2020; Sulareviscz *et al*., 2020). Vale destacar que a reciclagem mecânica dos blisters é viável, afinal Costa *et al*. (2020) em seus estudos demonstraram que misturas de blister triturado com PVC flexível apresentaram propriedades mecânicas satisfatórias, com alta resistência à chama, impermeabilidade e elasticidade adequada, abrindo perspectivas de uso em solados, revestimentos e componentes da construção civil (Costa *et al*, 2020).

Análises de ciclo de vida de embalagens farmacêuticas primárias, incluindo blisters e frascos, indicam que sua disposição em aterro apresenta impactos ambientais até 230 vezes superiores aos sistemas de devolução em pontos apropriados e 38 vezes maiores que a incineração. Por outro lado, sistemas de recolhimento possibilitam o encaminhamento dos materiais para reciclagem ou tratamento adequado, reduzindo significativamente a carga ambiental associada ao fim de vida dessas embalagens (Bassani *et al*., 2024). Vale destacar que a reciclagem mecânica dos blisters é viável, afinal Costa *et al*. (2020) demonstraram que misturas de blister triturado com PVC flexível apresentaram propriedades mecânicas satisfatórias, com alta resistência à chama, impermeabilidade e elasticidade adequada, abrindo perspectivas de aplicação em solados, revestimentos e componentes da construção civil (Costa *et al*., 2020).

Um aspecto adicional de relevância é a permanência de resíduos de princípios ativos farmacêuticos nas embalagens primárias mesmo após o uso. Perkola *et al*. (2024) detectaram resíduos em frascos plásticos utilizados, com concentrações que variaram de 2,4 a 940.000 mcg/kg de material plástico, dependendo do tipo de revestimento do comprimido. Essa constatação indica que o descarte inadequado dessas embalagens pode contribuir para a contaminação do solo e de corpos hídricos, problema já documentado no Brasil com a detecção de hormônios, antibióticos e psicoativos em águas superficiais e de abastecimento (Freitas; Radis-Baptista, 2021; Perkola *et al*, 2024). Diante desse panorama, fica evidente que a inadequação do descarte não decorre apenas de desconhecimento da população, mas também da ausência de infraestrutura de coleta acessível, de lacunas regulatórias e da insuficiência de campanhas educativas efetivas.

Em relação ao descarte das embalagens secundárias, 52,1% (n = 173) dos participantes relataram descartá-las no lixo comum, 30,42% (n = 101) mencionaram o lixo reciclável, 10,24% (n = 34) o posto de saúde e 7,83% (n = 26) as drogarias. Além disso, 2,1% (n = 7) mencionaram outras formas de descarte (Tabela 2).

Tabela 2. Formas de descarte de embalagens secundárias de medicamentos.

Local de descarte	n
Lixo comum	173
Lixo reciclável	101
Posto de saúde	34
Farmácia / Drogaria	26
Outros	7
Total	341

Segundo a RDC nº 222/2018, as embalagens secundárias de medicamentos, quando não contaminadas e devidamente descaracterizadas, são enquadradas como resíduos do Grupo D,

ou seja, resíduos comuns, equiparados aos resíduos domiciliares, podendo ser encaminhadas para reciclagem. A reciclagem se destaca como uma prática sustentável, pois contribui para a redução do volume de resíduos destinados aos aterros sanitários e para a economia de energia e recursos naturais. Ademais, a importância da reciclagem vai além dos benefícios ambientais, uma vez que, para muitas pessoas em situação de vulnerabilidade social, especialmente em países em desenvolvimento, a reciclagem representa uma oportunidade de geração de renda e inclusão social (Dias; Vieira; Silva, 2024). Dessa forma, o descarte de caixas vazias de papel e papelão no lixo comum deveria ser substituído pelo encaminhamento ao lixo reciclável, por meio de orientações e políticas de conscientização. Em relação às embalagens secundárias, o maior percentual de descarte no lixo reciclável (30,4%) em comparação às embalagens primárias (12,3%) é coerente, uma vez que as caixas de papelão são amplamente aceitas na coleta seletiva convencional. Contudo, o fato de 52,1% dos participantes ainda as descartarem no lixo comum representa um desperdício de material com elevado potencial de reciclagem, cujo descarte adequado não exige infraestrutura especializada.

4 CONCLUSÃO

Os resultados evidenciaram que o descarte inadequado de embalagens de medicamentos é uma prática predominante entre os pacientes da Clínica-Escola avaliada, com o lixo comum sendo a principal destinação tanto para embalagens primárias quanto para secundárias. Esse achado é corroborado pela literatura nacional e internacional, que aponta padrões semelhantes em diferentes contextos populacionais, reforçando que o problema não é isolado, mas estrutural. Essa realidade reflete uma lacuna significativa entre a legislação vigente e sua efetiva implementação, uma vez que o Decreto nº 10.388/2020 prevê a obrigatoriedade da logística reversa e o recolhimento em farmácias e drogarias, estrutura ainda pouco utilizada pela população estudada.

Compreender as práticas de descarte das embalagens de medicamentos pela população torna-se fundamental para subsidiar estratégias educativas e ações de conscientização. Nesse contexto, o ambiente da clínica-escola demonstra potencial como espaço de educação sanitária, devendo ser explorado por meio de ações multiprofissionais voltadas à conscientização sobre o descarte correto de embalagens de medicamentos e à promoção da logística reversa, contribuindo para o fortalecimento de práticas sustentáveis, para a proteção ambiental e a promoção da saúde coletiva.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução n° 222/2018, de 28 de março de 2018. Regulamenta as Boas Práticas de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, n. 61, p. 228, 28 mar. 2018. Disponível em: https://anvisalegis.datalegis.net/action/UrlPublicasAction.php?acao=abrirAtoPublico&num_ato=00000768&sgl_tipo=RDC&sgl_orgao=ANVISA/MS&vlr_ano=2022&seq_ato=222&cod_modulo=134&cod_menu=1696. Acesso em 27 maio 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução n° 768/2022, de 12 de dezembro de 2022. Estabelece as regras para a rotulagem de medicamentos. **Diário Oficial da União**: Seção 1, Brasília, DF, n. 234, p. 166-173, 12 dez. 2022. Disponível em: https://anvisalegis.datalegis.net/action/ActionDatalegis.php?acao=abrirTextoAto&tipo=RDC&numeroAto=00000768&seqAto=000&valorAno=2022&orgao=RDC/DC/ANVISA/MS&codTipo=&desItem=&desItemFim=&cod_menu=1696&cod_modulo=134&pesquisa=true. Acesso em 27 maio 2026.

AMARANTE, V. M. B. *Green supply chain* na indústria farmacêutica: revisão (2020-2025) e estudos de caso, p. 150-173. **13º Workshop do Programa de Mestrado Profissional em Tecnologia em Química e Bioquímica da USP**. São Paulo: Blucher, 2025. Disponível em: https://openaccess.blucher.com.br/article-details/9786555502855-05/. Acesso em 27 maio 2026.

BASSANI, F.; RODRIGUES, C.; FREIRE, F. Life cycle assessment of pharmaceutical packaging addressing end-of-life alternatives. **Waste Management**, v. 175, p. 1-11, 2024.

BRASIL. Decreto nº 10.388, de 5 de junho de 2020. Regulamenta o § 1º do caput do art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e institui o sistema de logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso, de uso humano, industrializados e manipulados, e de suas embalagens após o descarte pelos consumidores. **Diário Oficial da União:** Seção 1, Brasília, DF, n. 107, p. 3, 5 jun. 2020. Disponível em: https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/decreto-n-10.388-de-5-de-junho-de-2020-260391756. Acesso em 27 maio 2026.

ÇAPKIN, I. Y.; GÖKELMA, M. A review on characterization and recyclability of pharmaceutical blisters. **Cleaner Waste Systems**, v. 4, p. 100082, 2023.

COSTA, I. S.; SOUZA, P. N.; LINCK, L. S.; SILVA, J. D.; SOUZA, J. Study and characterization of mechanical recycling of drug blister. **IOSR Journal of Engineering**, v. 10, n. 3, p. 7-13, 2020.

DIAS, H. S. O; VIEIRA, G. R. S; SILVA, G. L. F. O lixo reciclável e o meio ambiente: benefícios para a economia de pessoas de baixa renda. **Revista Foco**, v. 17, n. 9, p. 01-16, 2024.

FREITAS, L. A. A.; RADIS-BAPTISTA, G. Pharmaceutical pollution and disposal of expired, unused, and unwanted medicines in the Brazilian context. **Journal of Xenobiotics**, v. 11, p. 61-76, 2021.

LIU, W.; WAN, Z.; WAN, Z.; GONG, B. Sustainable recycle network of heterogeneous pharmaceuticals with governmental subsidies and service-levels of third-party logistics by bi-level programming approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 249, p. 119324, 2020.

MITKIDIS, P. et al. Effectiveness of environmental health and loss framing on household pharmaceutical take-back schemes. **Waste Management**, v. 143, p. 61-68, 2022.

PEREIRA, D. A. C; FERREIRA, L. A. Blister farmacêutico: a influência da cor e dos tipos de filmes no acondicionamento de medicamentos. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 17 n. 3, 2016.

PERKOLA, N.; ÄYSTÖ, L.; HAGSTRÖM, M.; KAUPPI, S.; FJÄDER, P. Pharmaceutical residues in plastic tablet containers: impacts on recycling and the environment. **Waste Management**, v. 189, p. 159-165, 2024.

SANTOS, E. O.; ALEXANDRE, L. S.; SANTANA, P. S; CAVALCANTE, S.S; CUNHA, L. C. V.; CANO, C.R; SILVEIRA, A. B. T; CUNHA, C. A. Logística reversa de embalagens e medicamentos **Periódicos Brasil**, v. 4, p. 3024-3057, 2025.

SOUZA, D. O.; MARTINS, P. H. A.; QUEIROZ, F. J. G. Qualificação de material flexível PVC/PVC-PVDC na indústria farmacêutica. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, v. 3, n. 7, p. 240-256, 2020.

SULAREVISCZ, A. R; SCZEZEPANSKI, B; SILVA, L. A; CALDERARI, M. V; HAILE, O. C; WOSIACK, P. A; BOBEK, V. B. O potencial contaminante do descarte incongruente de blister farmacêutico: soluções ambientais. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 21, n. 3, 2020.

WERAIKAT, D.; KAZEMI ZANJANI, M.; LEHOUX, N. Coordinating a green reverse supply chain in pharmaceutical sector by negotiation. **Computers & Industrial Engineering**, v. 93, p. 67-77, 2016.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81820

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE RESILIÊNCIA DAS ORGANIZAÇÕES DE CATADORES DE MATERIAIS RECICLÁVEIS

DULCILÉIA DE SOUSA ROCHA; UBIRAJARA ALUIZIO DE OLIVEIRA MATTOS

RESUMO

A atividade de catação no Brasil está presente em muitas cidades, sendo realizada por catadores e catadoras de materiais recicláveis. As cooperativas ou associações são espaços físicos que surgiram como perspectiva de inclusão socioprodutiva, onde é possível os catadores realizam de forma coletiva, as diferentes etapas da sua atividade, com a finalidade de gerar trabalho e renda. A pesquisa teve como objetivo elaborar e aplicar um instrumento para avaliar o potencial de resiliência das organizações de catadores e catadoras de materiais recicláveis. É caracterizada como exploratória de abordagem quantitativa e qualitativa e foi realizada em quatro cooperativas. Para a definição dos indicadores de resiliência utilizou-se a técnica *Delphi* em duas rodadas, em que os possíveis indicadores foram submetidos a um grupo de especialistas por meio de formulário on-line do *Google Forms*. Para a elaboração do instrumento de avaliação utilizou-se os princípios da Engenharia de Resiliência e pressupostos de Hollnagel (2011) com base nos quatro potenciais (habilidades) de resiliência (responder, monitorar, aprender e antecipar). Houve uma taxa de retorno de 65% na primeira rodada, dos 35 formulários enviados, retornaram 23 e 74%, que representam 17 formulários dos 23 enviados na segunda rodada. Foram definidos 21 indicadores, dos quais 6 são relativos à habilidade de responder, 5 relativos à habilidade de monitorar, 4 para habilidade de aprender e 6 relacionados à habilidade de antecipar. Esses indicadores compuseram o instrumento Grade de Análise de Resiliência – RAG. A cooperativa B apresentou um grau de desempenho mais resiliente (73%), enquanto a cooperativa D apresentou um grau de desempenho baixíssimo (20%).

Palavras-chave: Indicadores de resiliência; Grade de Análise de Resiliência; Organizações de catadores

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, em 2024 a geração anual estimada foi de mais de 81,6 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU), o equivalente a mais de 223 mil toneladas de resíduos geradas todos os dias (Abrema, 2025). Desse montante, 76,4 milhões de toneladas de RSU foram coletadas, isto é, cerca de 93% do volume gerado e aproximadamente 7,1 milhões de toneladas de resíduos secos foram enviadas para a reciclagem no mesmo ano (Abrema, 2025). Os catadores são responsáveis pela coleta de aproximadamente 90% (Movimento Nacional dos Catadores, 2022) de tudo que é reciclado atualmente no Brasil, sendo assim, um elo importante na gestão e no gerenciamento dos resíduos sólidos urbanos (RSU), pois a atividade de reciclagem traz benefícios ao meio ambiente, tais como redução do uso de energia e de matérias-primas, bem como economia de recursos naturais (Figueiredo; Lopes, 2021).

Decorrente de um processo de organização e estruturação do trabalho coletivo, os catadores e constituíram as associações e cooperativas; promovendo inclusão social,

DOI: 10.51189/vii-coninters/81859

minimizando assim a situação de vulnerabilidade socioeconômica do indivíduo catador (Fé; Faria, 2011). Nesse sentido, a coletividade se estabeleceu como forma de fortalecimento, empoderamento e pertencimento para a constituição de uma identidade. De modo geral, nesses empreendimentos se tem como premissa a cooperação, a autogestão e a solidariedade. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) - Lei Federal nº 12.305/201010 incentiva a inclusão socioprodutiva dos catadores e destaca a relevância da atividade dentro da perspectiva de uma gestão eficiente dos resíduos no Brasil.

Existem especificidades que diferem uma organização de catadores da outra, que são inerentes ao processo de trabalho, ao ambiente físico, turnos e até mesmo o produto resultante da atividade. Contudo, a despeito de suas diferenças, é possível compreender as cooperativas como um sistema sociotécnico - que apresenta relação de causa e efeito (interações) entre os seus elementos (pessoas, ambiente físico, tecnologia e procedimentos) - que contribuem para o seu sucesso ou fracasso (Hollnagel; Woods, 2011). Esse ambiente é atravessado por fatores de riscos capazes de gerar eventos adversos (acidentes) durante a execução das tarefas (coletar, transportar, separar, acondicionar, prensar e às vezes beneficiar o material) necessárias para agregar valor ao resíduo. Dependendo da interação indivíduo-sistema, por vezes ocorrem também as falhas humanas (Righi; Saurin, 2011).

Assim sendo, entende-se que sistemas complexos necessitam de avaliação do seu desempenho, de forma constante, para manter-se operante mesmo em meio a distúrbios (Hollnagel; Woods, 2011) A Engenharia de Resiliência (ER) permite avaliar se um determinado sistema funciona com desempenho resiliente e se este desempenho é suportado pelo sistema. Nesse sentido, analisar as quatro habilidades (potenciais) responder – saber o que fazer ou ser capaz de responder às mudanças, as perturbações e oportunidades com ações que ajuste o restabelecimento do modo de funcionamento; monitorar – saber o que procurar ou ser capaz de monitorar o que afeta no momento presente ou afetará o desempenho do sistema; aprender – saber o que aconteceu, ou ser capaz de aprender com a experiência vivenciada e antecipar – saber o que esperar ou ser capaz de prever ameaças ou possíveis distúrbios nas condições operacionais (Hollnagel; Woods, 2011) pode ajudar a organização a adotar estratégias e correções na busca de melhoria e eficiência no sistema produtivo. A pesquisa teve como objetivo elaborar um instrumento para avaliar o potencial de resiliência das organizações de catadores e catadoras de materiais recicláveis.

Trata-se de pesquisa aplicada, de caráter exploratório, quantitativa e qualitativa realizada em quatro cooperativas de catadores e catadoras de materiais recicláveis localizadas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro. As organizações participantes foram selecionadas por meio de busca na *Web*, segundo os critérios estabelecidos: a) localização; b) formalização; c) tempo de atuação e d) aceite em participar do estudo. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa e foi conduzida de acordo com os padrões éticos exigidos. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e as cooperativas foram denominadas de A, B, C e D, mantendo-se assim o anonimato.

Esta pesquisa trabalhou com grupos distintos de participantes, de acordo com cada etapa: para a composição dos indicadores participaram profissionais de diferentes formações (Engenheiro Ambiental, Engenheiro de Segurança Trabalho, Biólogo, Gestor ambiental e Técnico Segurança Trabalho). A aplicação do instrumento foi realizada de forma presencial nas organizações estudadas e participaram 4 gestores.

foi realizada uma seleção preliminar de possíveis indicadores a partir da revisão bibliográfica e da pesquisa de campo e esses indicadores foram submetidos ao grupo de profissionais escolhido para validação, utilizando-se o método *Delphi (*Billings, 2020; Ahmad; Wong, 2019). Para o envio do questionário foi utilizada a plataforma *on-line Google Forms*. O nível de concordância estabelecido para aprovação dos indicadores deveria ser ≥ 75%.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81859

A partir do resultado do conjunto de indicadores estabelecidos pelos especialistas foi criada a Grade de Análise de Resiliência - RAG (Hollnagel, 2011), metodologia utilizada em diversos tipos de estudos para avaliar o potencial de resiliência de sistemas complexos. Após aplicação do RAG utilizou-se a ferramenta estatística - coeficiente alfa de *Cronbach* (Cronbach, 2022), para verificar a consistência interna dos dados com variação entre 0 e 1, sendo 0,70 o mínimo aceitável e 0,90 o máximo esperado. Utilizou-se o Programa R Studio® (R *Project* - versão 3.5.3, 2019) no processo de compilação, tratamento, análise dos dados e composição dos gráficos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os 21 indicadores estabelecidos foram estruturados de acordo com as quatro (4) habilidades de resiliência: (a) responder, (b) monitorar, (c) aprender e (d) antecipar que compuseram o instrumento Grade de Análise de Resiliência - RAG, estruturado em um conjunto de Quadros, conforme apresentado a seguir (Figura 1).

1. Habilidade de Responder	
Indicador	**Pergunta**
Qualificação do pessoal	Q1.Estão pessoas habilitadas para orientar os demais na ocorrência de acidentes na Cooperativa?
	(1) NUNCA; (2) RARAMENTE; (3) ÀS VEZES; (4) QUASE SEMPRE; (5) SEMPRE
Agilidade de ação	Q2. Os cooperados são preparados para agir rapidamente na ocorrência de acidente (com e sem vítima)?
	(1) NUNCA; (2) RARAMENTE; (3) ÀS VEZES; (4) QUASE SEMPRE; (5) SEMPRE
Autonomia de decisão	Q3. Os cooperados estão preparados para ajudar em um acidente, caso ocorra um acidente na Cooperativa?
	(1) NUNCA; (2) RARAMENTE; (3) ÀS VEZES; (4) QUASE SEMPRE; (5) SEMPRE
Recursos e dispositivos de segurança	Q4. A cooperativa possui algum plano de emergência na ocorrência de um acidente?
	(1) NUNCA; (2) RARAMENTE; (3) ÀS VEZES; (4) QUASE SEMPRE; (5) SEMPRE
Periodicidade treinamento	Q5. O cooperado pode interromper sua atividade quantas vezes for caso por considerar que sua realização não é segura?
	(1) NUNCA; (2) RARAMENTE; (3) ÀS VEZES; (4) QUASE SEMPRE; (5) SEMPRE
Parada por precaução	Q6. A cooperativa [illegible]
	(1) NUNCA; (2) RARAMENTE; (3) ÀS VEZES; (4) QUASE SEMPRE; (5) SEMPRE

2. Habilidade de Monitorar	
Indicador	**Pergunta**
Consciência e Transparência	Q7. A percepção do cooperado no ambiente de trabalho é [illegible]
	(1) NUNCA; (2) RARAMENTE; (3) ÀS VEZES; (4) QUASE SEMPRE; (5) SEMPRE
Comunicação como ou pares	Q8. Existem meios para comunicar os afastamentos por acidente e esclarecer quais foram as causas?
	(1) NUNCA; (2) RARAMENTE; (3) ÀS VEZES; (4) QUASE SEMPRE; (5) SEMPRE
Cultura de segurança	Q9. Com que frequência [illegible]
	(1) NUNCA; (2) RARAMENTE; (3) ÀS VEZES; (4) QUASE SEMPRE; (5) SEMPRE
Manutenção e correção	Q10. Com que frequência [illegible]
	(1) NUNCA; (2) RARAMENTE; (3) ÀS VEZES; (4) QUASE SEMPRE; (5) SEMPRE
Tolerância ao erro	Q11. Com que [illegible]
	(1) NUNCA; (2) RARAMENTE; (3) ÀS VEZES; (4) QUASE SEMPRE; (5) SEMPRE

3. Habilidade de Aprender	
Indicador	**Pergunta**
Investigação de acidentes	**Q12.** São realizadas análises de acidente na cooperativa?
	(1) NUNCA; (2) RARAMENTE; (3) ÀS VEZES; (4) QUASE SEMPRE; (5) SEMPRE
Construção do aprendizado	**Q13.** Os resultados das análises de acidente ajudam a entender o evento e aprender com ele?
	(1) NUNCA; (2) RARAMENTE; (3) ÀS VEZES; (4) QUASE SEMPRE; (5) SEMPRE
Melhoria contínua	**Q14.** Os procedimentos realizados com sucesso são mantidos e melhorados para a garantia do sucesso futuro?
	(1) NUNCA; (2) RARAMENTE; (3) ÀS VEZES; (4) QUASE SEMPRE; (5) SEMPRE
Conformidade de procedimento	**Q15.** A cooperativa segue alguma norma de segurança e conformidade de dados?
	(1) NUNCA; (2) RARAMENTE; (3) ÀS VEZES; (4) QUASE SEMPRE; (5) SEMPRE

4. Habilidade de Antecipação	
Indicador	**Pergunta**
Equipamentos de segurança	**Q16.** Os equipamentos de Proteção Individual e de Proteção Coletiva necessários para a realização das atividades (ex: luvas, máscaras, óculos, botas) são disponibilizados aos trabalhadores com frequência?
	(1) NUNCA; (2) RARAMENTE; (3) ÀS VEZES; (4) QUASE SEMPRE; (5) SEMPRE
Redundância	**Q17.** Há a utilização de mecanismos de segurança diferentes e variados que estão assegurando o funcionamento adequado das atividades (ex: luz de emergência, extintor de incêndio, sinalização, etc.)?
	(1) NUNCA; (2) RARAMENTE; (3) ÀS VEZES; (4) QUASE SEMPRE; (5) SEMPRE
Reconhecimento dos riscos	**Q18.** Existem Mapas de Riscos na cooperativa? *Representação gráfica dos locais presentes na cooperativa capazes de acarretar prejuízo à saúde ou acidente
	(1) NUNCA; (2) RARAMENTE; (3) ÀS VEZES; (4) QUASE SEMPRE; (5) SEMPRE
Inspeção de segurança	**Q19.** Com que frequência são realizadas inspeções de segurança no ambiente de trabalho na cooperativa?
	(1) NUNCA; (2) RARAMENTE; (3) ÀS VEZES; (4) QUASE SEMPRE; (5) SEMPRE
Treinamento de segurança	**Q20.** Os cooperados recebem treinamento de segurança?
	(1) NUNCA; (2) RARAMENTE; (3) ÀS VEZES; (4) QUASE SEMPRE; (5) SEMPRE
Antecipação de riscos	**Q21.** A cooperativa se preocupa em garantir condições ambientais, ferramentas, equipamentos, EPIs, para evitar de haver acidente e melhorar o trabalho?
	(1) NUNCA; (2) RARAMENTE; (3) ÀS VEZES; (4) QUASE SEMPRE; (5) SEMPRE

Figura 1 - Grade de Análise de Resiliência - RAG
Fonte: A autora, 2023.

O conjunto de gráficos representado pela Figura 2 mostra os resultados relativos as habilidades de resiliência. Para a habilidade de responder, a cooperativa B apresentou pontuação máxima quanta aos indicadores periodicidade de treinamento, recursos/dispositivos de segurança e qualificação de pessoal. Por outro lado, a cooperativa D apresentou pontuação mínima para os indicadores parada por precaução, agilidade de ação e autonomia de decisão. Já para habilidade de monitorar, a cooperativa B apresentou máxima pontuação para o indicador tolerância ao erro e segunda maior pontuação para os indicadores consciência/transparência e manutenção/correção, enquanto as demais cooperativas apresentaram pontuação inferior a 4 em quase todos os indicadores.

Para habilidade de aprender, a cooperativa B apresentou pontuação 5 para o indicador construção do aprendizado e 4 para indicador conformidade de procedimento. Com exceção da cooperativa D, que apresentou a menor pontuação para todos os indicadores, as demais apresentaram pontuação 4 para o indicador melhoria contínua. Para a habilidade de antecipação,

as cooperativas B e D pontuaram 5 para o indicador equipamento de segurança, as cooperativas B e C pontuaram 4 para o indicador antecipação ao risco e por fim todas as cooperativas apresentaram pontuação abaixo de 4 para os indicadores reconhecimento dos riscos e redundância

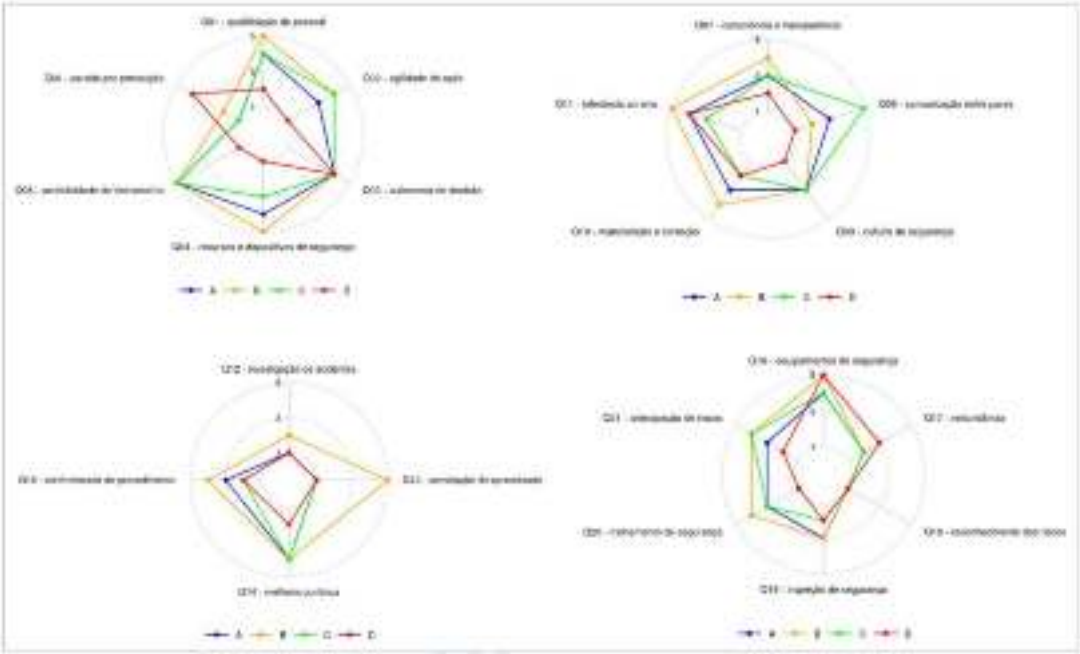


Figura 2 – Conjunto de gráfico radar para as quatro habilidades de resiliência
Fonte: A autora, 2023

Verificou-se de acordo com os resultados obtidos para o Grau do Potencial de Resiliência (GPR), que os perfis são bastante distintos; a cooperativa B apresenta o maior GPR (73%), já a cooperativa D apresentou o menor GPR (20%), o que lhe confere um desempenho menos resiliente em relação as demais (Tabela 1).

Tabela 1 – Grau do Potencial de Resiliência

Grau	Faixa	Cooperativa
Alto	71% - 90%	B (73%)
Médio	515 – 70%	C (53,3%); A (60%)
Baixo	31% - 50%	----------
Baixíssimo	10% - 30%	D (20%)

Fonte: A autora, 2023

Foi feita uma compilação de todos os dados das quatro cooperativas e efetuou-se o somatório dos percentuais de respostas positivas, de acordo com a gradação da escala *Likert* (4 – quase sempre e 5 – sempre) considerando o mesmo peso para todas as perguntas relativas aos seus respectivos indicadores. Observou-se que a habilidade de responder é a que prevalece. Embora necessária, é a que menos contribui para alavancar o potencial de resiliência, uma vez que, de acordo com Hollnagel (2015) um sistema torna-se resiliente, ou suficientemente resiliente, quando toma uma trajetória em que sai de um desempenho reativo, onde apenas responde e caminha para um desempenho resiliente, em que monitora, aprende e se antecipa frente aos eventos adversos (Gráfico 1).

DOI: 10.51189/vii-coninters/81859

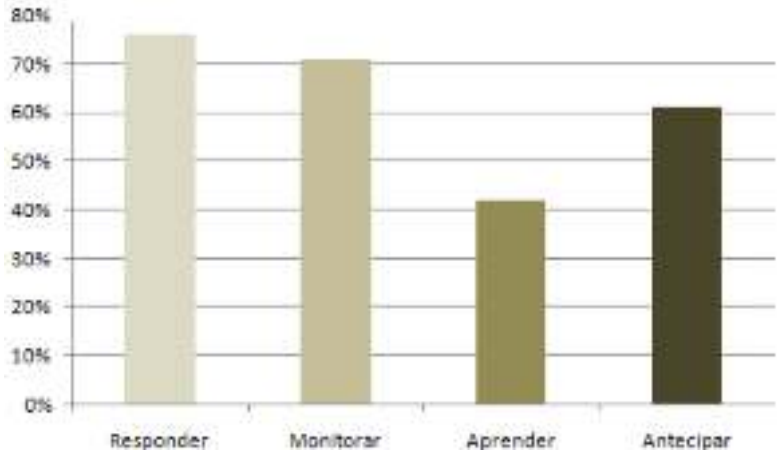


Gráfico 1 – Comparativo das habilidades para todas as cooperativas
Fonte: A autora, 2023

4 CONCLUSÃO

A aplicação dos indicadores de resiliência para avaliar o potencial de resiliência mostrou-se relevante para o objetivo do estudo. A análise dos resultados revelou que o potencial de resiliência entre as organizações pode ser muito diferente. O que sugere que a resiliência não é um atributo fixo, de maneira que, sendo dinâmica, pode ser construída e desenvolvida ao longo do tempo. O perfil resiliente está diretamente associado ao potencial de adaptação e superação, o que requer avaliações periódicas para acompanhar o progresso. Entende-se que o potencial de resiliência do sistema sofre influência do potencial de resiliência do indivíduo, visto que o indivíduo é parte integrante deste e estabelece assim interação constante.

Sendo assim, os sistemas precisam ter capacidade de tratar as criticidades que os tornam disfuncionais e pouco resilientes, buscando reconhecer, adaptar e absorver as mudanças, variações e perturbações antecipando-se a eventos de forma proativa. Mudar o paradigma da segurança, adotando estratégias e medidas de segurança proativas, inclusive considerar os erros, que podem ser ressignificados como oportunidade de aprendizado e melhoria.

.

REFERÊNCIAS

ABREMA – Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente: **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil**, 2025. Acesso em: 21 mar. 2026. Disponível em: https://www.abrema.org.br/wp-content/uploads/2026/05/Panorama2025_Metodologia.pdf

AHMAD S, WONG KY. **Journal of Cleaner Production**, Oxford, v. 229, p. 1167- 1182, 2019

BILLINGS HA. et al. **Quality indicators of IPE resources**: creation of a checklist for design and evaluation using a modified Delphi process. Journal of Interprofessional Education & Practice, Nova York, v. 21, e100353, 2020

CRONBACH, L. J. **Coefficient alpha and the internal structure of test**. Psychometrika, v. 16, n. 3, p. 297-334, 1951. Acesso em: 20 jan. 2022. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/BF02310555 .

FÉ CFCM, FARIA MS. Catadores de resíduos recicláveis: autogestão, economia solidária e tecnologias sociais. in: Zanin, M., Gutierrez, R. F. (orgs.). **Cooperativas de catadores:**

reflexões sobre práticas. [e-book] São Carlos: Claraluz, 2011 [citado 23 jul 2019]. Disponível em: http://www.editoraclaraluz.com.br/upload/produto/5c7a073d32f7f3533a0d886b374b%203873.p%20df

FIGUEIREDO, F. F.; LOPES, R. L. A indústria da reciclagem no Brasil: uma análise à luz da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e a participação dos catadores. In: Valéria Pereira Bastos, Ubirajara Aluízio de Oliveira Mattos (orgs.). **A política nacional de resíduos sólidos e seus 10 anos de execução**: balanço dos avanços e retrocessos. 1. ed. - Rio de Janeiro: Letra Capital, 2021. 136 p.

HOLLNAGEL E. RAG – Resilience Analysis Grid. In: HOLLNAGEL, E. et al. **Resilience engineering in Practice**: A guidebook. England: Ashgate, 2011. p. 275 295ISBN: 978-1-4094-1035-5

RELATÓRIO TEMÁTICO DPU – **catadores e catadoras de materiais recicláveis**. Movimento Nacional de Catadores de Materiais Recicláveis. 2022. Acesso em 20 fev. 2023. Disponível em: https://www.mncr.org.br/biblioteca/publicacoes/relatorios-e-pesquisas/

RIGHI AW, SAURIN TA. Engenharia de Resiliência: um panorama de seus estudos e perspectivas de pesquisas futuras. In: **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 31., 2011, Belo Horizonte, MG. Anais [...]. Belo Horizonte, MG: ABEPRO, 2011. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_TN_STO_138_876_18647.pdf

SAURIN TA, CARIM JÚNIOR GC. **Evaluation and improvement of a method for assessing HSMS from the resilience engineering perspective**: A case study of an electricity distributor. Safety Science, [s.l.], v. 49, no 2, p. 355–368, 2011. ISSN: 09257535, https://doi.org/10.1016/j.ssci.2010.09.017

WOODS DD. Essential characteristics of resilience. In: Hollnagel E, Woods DD, Leveson N. (ed.); **Resilience Engineering**: Concepts and Precepts. 2. ed. United Kingdom: Ashgate, 2012. p. 21–34. ISBN: 9780754681366

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO DESMATAMENTO NA MICRORREGIÃO HIDROGRÁFICA ALTO PIRANHAS

PRISCILA GENOVEZ BAHIA; BRUNO JOSÉ SILVA DE MEDEIROS; ÉLYDA ÉVELYN DO NASCIMENTO FRANÇA; JOÃO PEDRO GENOVEZ BAHIA; GABRIELA MARIA DA SILVA; LILIANE GUIMARÃES ROCHA; MAYARA PEREIRA CAROLINO

RESUMO

O desmatamento no bioma Caatinga constitui uma das principais ameaças à biodiversidade e à sustentabilidade ambiental do semiárido brasileiro. A microrregião hidrográfica Alto Piranhas, localizada no extremo oeste da Paraíba, apresenta histórico de pressão antrópica sobre seus remanescentes vegetais, motivada principalmente pela agropecuária extensiva e pelo uso da biomassa florestal como fonte energética. Este trabalho objetivou analisar a distribuição espacial do desmatamento ocorrido na microrregião hidrográfica Alto Piranhas no ano de 2024, identificando as áreas de maior concentração de supressão vegetal por meio da estimativa de densidade de Kernel. Os dados de desmatamento foram obtidos a partir de rasters disponibilizados pela plataforma MapBiomas Alerta, referentes ao ano de 2024. Com base nesses dados, foi gerado um mapa de densidade de Kernel com raio de influência de 10 km, utilizando ferramentas de geoprocessamento em Sistema de Informações Geográficas (SIG). O mapa resultante evidenciou uma distribuição espacialmente heterogênea do desmatamento, com a formação de núcleos de alta densidade concentrados predominantemente na porção centro-oeste da microrregião, onde as pressões antrópicas são mais intensas. As áreas leste e nordeste da microrregião apresentaram menor concentração de supressão vegetal, sugerindo maior preservação dos remanescentes florestais nessas regiões. Os resultados demonstram que o uso da densidade de Kernel como ferramenta de análise espacial permite identificar com eficiência os *hotspots* de desmatamento, subsidiando o planejamento de ações de fiscalização e conservação ambiental. Conclui-se que a microrregião Alto Piranhas ainda enfrenta pressões significativas sobre sua cobertura vegetal nativa, exigindo políticas públicas mais eficazes voltadas à contenção do desmatamento e à recuperação das áreas degradadas.

Palavras-chave: Caatinga; Geoprocessamento; Densidade de Kernel.

1 INTRODUÇÃO

A cobertura vegetal exerce papel fundamental na manutenção dos processos ecológicos e hidrológicos, contribuindo para a conservação da biodiversidade, proteção dos solos e regulação dos recursos hídricos. Contudo, a intensificação das atividades antrópicas tem promovido alterações significativas na paisagem, resultando na redução da vegetação nativa e na expansão de áreas destinadas à agricultura, pecuária e ocupação urbana (Dornelas, 2025).

Nesse contexto, o desmatamento destaca-se como um dos principais agentes de degradação ambiental em regiões hidrográficas, favorecendo processos erosivos, assoreamento dos corpos hídricos, redução da infiltração da água no solo e perda de habitats naturais. Além disso, a fragmentação da cobertura vegetal compromete a conectividade ecológica e a manutenção da biodiversidade (Fernandes *et al.,* 2022).

O avanço das geotecnologias, especialmente dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e do sensoriamento remoto, tem ampliado as possibilidades de monitoramento das

DOI: 10.51189/vii-coninters/81902

mudanças no uso e cobertura da terra, subsidiando ações de planejamento e conservação ambiental. Nesse cenário, a Microrregião Hidrográfica Alto Piranhas possui elevada relevância para o semiárido nordestino, tanto pela sua importância para o abastecimento hídrico quanto para o desenvolvimento das atividades produtivas. Além disso, as bacias hidrográficas constituem unidades fundamentais para o planejamento e a gestão ambiental, por integrarem os componentes naturais e as formas de uso do território (Lima, 2020).

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo analisar a distribuição espacial do desmatamento na Microrregião Hidrográfica Alto Piranhas durante o ano de 2024, por meio da estimativa de densidade de Kernel aplicada aos registros de supressão vegetal disponibilizados pela plataforma MapBiomas Alerta.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de Estudo

A área de estudo compreende a microrregião hidrográfica Alto Piranhas, situada no extremo oeste do estado da Paraíba, inserida na bacia hidrográfica do Rio Piranhas-Açu. A região encontra-se no domínio do bioma Caatinga e é caracterizada por clima semiárido, com precipitações médias anuais variando entre 400 e 900 mm, concentradas nos meses de fevereiro a abril. A vegetação predominante é a caatinga do tipo xerofítica, composta por espécies arbustivas e arbóreas de médio e pequeno porte, cactáceas e bromeliáceas (EMBRAPA, 2021).

Figura 1 - Mapa de Localização da Microrregião Hidrográfica Alto Piranhas

Fonte: Autores (2026)

2.2 Obtenção dos Dados

Os dados de desmatamento foram obtidos a partir da plataforma MapBiomas Alerta (Projeto Mapbiomas, 2024), que disponibiliza alertas validados de supressão de vegetação nativa em formato raster para todo o território brasileiro. Foram utilizados os dados correspondentes ao ano de 2024, recortados para os limites da microrregião hidrográfica Alto Piranhas. A plataforma MapBiomas Alerta consolida, valida e refina alertas de desmatamento integrados a múltiplas fontes de detecção, com base em imagens de satélite de média e alta resolução espacial.

2.3 Geração do mapa de densidade de Kernel

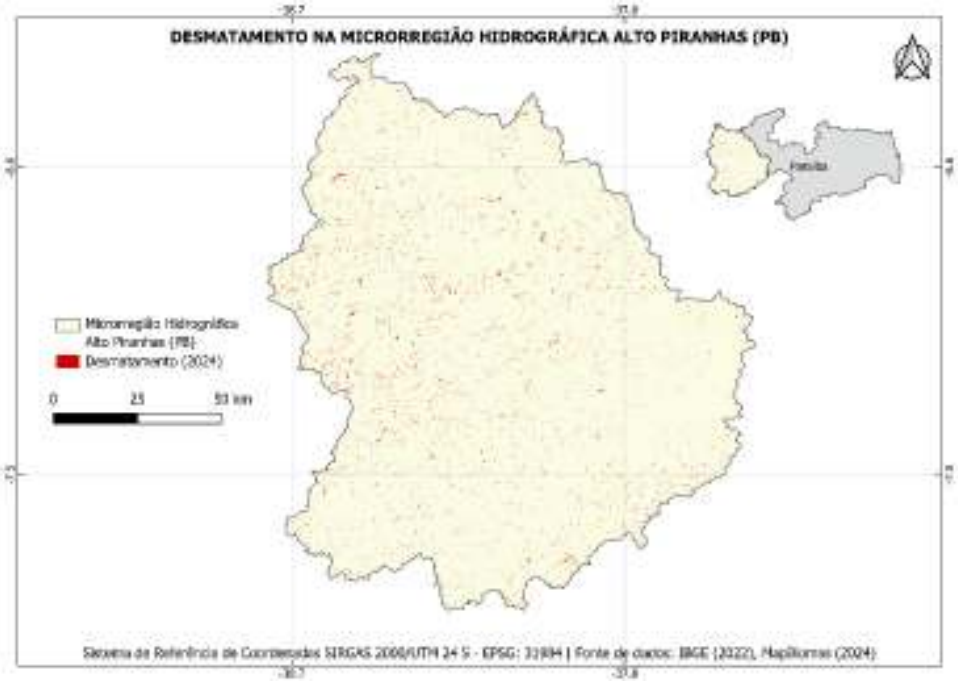
Com base nos dados raster de desmatamento obtidos, foi aplicada a técnica de estimativa de densidade de Kernel para a identificação dos padrões espaciais de concentração da supressão vegetal. A densidade de Kernel é um método não paramétrico de estimação de funções de densidade de probabilidade, que permite a visualização da distribuição espacial contínua de eventos pontuais ou poligonais, ponderando a influência de cada observação pela distância em relação a um valor central (Silverman, 1986).

O estimador de Kernel produz uma superfície contínua com densidades calculadas para todas as localizações da área de estudo, sendo especialmente útil para fornecer uma visão geral da distribuição de primeira ordem dos eventos e identificar rapidamente as áreas que merecem atenção prioritária (Ferreira; Sano, 2013). O processamento foi realizado em ambiente SIG, com raio de influência de 10 km, parâmetro definido com base na escala regional de análise e nas dimensões da microrregião estudada. O mapa resultante foi classificado em intervalos de densidade, representados por uma rampa de cores variando do azul (baixa densidade) ao vermelho (alta densidade), facilitando a identificação visual dos *hotspots* de desmatamento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresenta-se na Figura 2, o mapa da distribuição dos pontos de desmatamento na área de estudo.

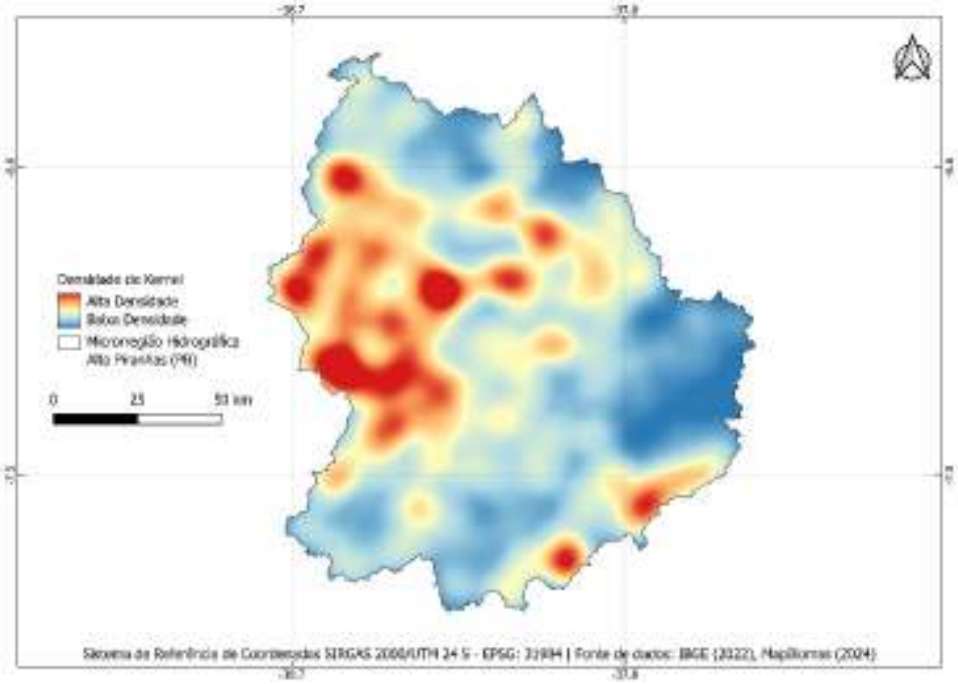
Figura 2 - Mapa do Desmatamento na Microrregião Hidrográfica Alto Piranhas (PB)



Fonte: Autores (2026)

O mapa de densidade de Kernel gerado para a microrregião hidrográfica Alto Piranhas revelou uma distribuição espacialmente heterogênea do desmatamento no ano de 2024, com a formação de núcleos de alta densidade (*hotspots*) concentrados predominantemente na porção centro-oeste da área de estudo (Figura 3). Esses núcleos, representados pelas tonalidades vermelha e laranja no mapa, indicam as sub-regiões onde a pressão sobre a cobertura vegetal nativa foi mais intensa ao longo do período analisado.

Figura 3 – Mapa de Densidade de Kernel



Fonte: Autores (2026)

A porção leste e nordeste da microrregião apresentou predominância de tonalidades azuis no mapa de Kernel, indicando baixa densidade de desmatamento e, consequentemente, maior preservação dos remanescentes da vegetação de Caatinga. Essa distribuição diferenciada pode estar associada a características fisiográficas locais, como maior altitude, solos menos favoráveis à agropecuária intensiva e menor densidade populacional, fatores que historicamente reduzem a pressão antrópica sobre a cobertura vegetal.

Os resultados corroboram estudos anteriores que identificaram o Alto Sertão paraibano como uma das regiões com maior vulnerabilidade ao desmatamento e à desertificação no Nordeste brasileiro. Esteves e Cruz (2022) destacaram que as principais causas da desertificação na Paraíba estão relacionadas a práticas agrícolas inapropriadas, uso inadequado dos recursos naturais e, sobretudo, ao desmatamento irracional da Caatinga. Coelho Junior *et al*. (2020) apontaram que a Caatinga paraibana já perdeu mais de 46% de sua cobertura vegetal original, sendo o desmatamento um dos principais vetores de degradação ambiental na região.

No contexto nacional, o Relatório Anual do Desmatamento (RAD) 2024, divulgado pelo MapBiomas Alerta, indicou que a Caatinga apresentou uma redução de aproximadamente 26% na área desmatada em relação a 2023, totalizando 174.511 hectares suprimidos em todo o bioma (MAPBIOMAS, 2025). Entretanto, os dados locais obtidos para a microrregião Alto Piranhas indicam que a supressão vegetal permanece expressiva em determinadas sub-regiões, evidenciando que a redução geral no bioma não necessariamente reflete a realidade de escala local.

A concentração dos *hotspots* de desmatamento na porção centro-oeste da microrregião sugere a atuação de vetores específicos de pressão antrópica, possivelmente relacionados à expansão de áreas de pastagem, ao uso de lenha como combustível doméstico e à conversão de vegetação nativa para cultivos temporários. Segundo dados do MapBiomas (2025), a agropecuária foi responsável por mais de 97% da supressão de vegetação nativa no Brasil nos últimos seis anos, o que reforça a hipótese de que as pressões agrícolas são o principal vetor de desmatamento na área estudada.

O uso da técnica de densidade de Kernel demonstrou-se adequado para a espacialização do desmatamento em escala microrregional, permitindo identificar com clareza os padrões de distribuição espacial e os focos prioritários de intervenção. Ferreira e Sano (2013)

demonstraram que os mapas de densidade de Kernel constituem indicadores robustos para a previsão das áreas com maior probabilidade de desmatamento futuro, o que reforça o potencial desta abordagem como ferramenta de suporte ao planejamento e à fiscalização ambiental.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu analisar a distribuição espacial do desmatamento na microrregião hidrográfica Alto Piranhas no ano de 2024, por meio da aplicação da técnica de densidade de Kernel sobre dados raster obtidos na plataforma MapBiomas Alerta. Os resultados evidenciaram uma distribuição heterogênea da supressão vegetal, com a formação de *hotspots* concentrados na porção centro-oeste da microrregião, onde as pressões antrópicas são historicamente mais intensas.

A análise revelou que, apesar da tendência de redução no desmatamento registrada em escala nacional e no bioma Caatinga como um todo em 2024, a microrregião Alto Piranhas ainda apresenta núcleos de supressão vegetal expressiva, reforçando a necessidade de ações de monitoramento e controle ambiental de caráter contínuo e territorialmente direcionado.

REFERÊNCIAS

COELHO JUNIOR, L. M.; MEDEIROS, M. G. de; NUNES, A. M. M.; MACIEIRA, M. L. da L.; FONSECA, M. B. da. Avaliação do uso do solo e dos recursos florestais no semiárido do estado da Paraíba. **Ciência Florestal**, v. 30, n. 1, p. 72–88, 2020.

DORNELAS, C. S. M. Análise temporal do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Soledade-PB. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, v. 8, n. 19, p. e082214-e082214, 2025.

EMBRAPA. **Clima.** Agência de Informação Tecnológica, 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/bioma-caatinga/clima. Acesso em: 31 maio 2026.

ESTEVES, P. M. S. V; CRUZ, F. S. Assessment of the impacts of the desertification process in the Western Seridó by biophysical and social indicators. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e1411326082, 2022.

FERNANDES, M. M.; LIMA, A. H. S.; WANDERLEY, L. L.; FERNANDES, M. R. M.; ARAUJO FILHO, R. N. Fragmentação florestal na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, Brasil. ***Ciência Florestal*,** Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 1227–1246, 2022.

FERREIRA, G. P.; SANO, E. E. Mapa de densidade de Kernel como indicador de desmatamento futuro na Amazônia Legal. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 16., 2013, Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: INPE, 2013. p. 4958-4965.

LIMA, E. C. Planejamento ambiental em bacias hidrográficas semiáridas do Nordeste brasileiro**. Revista de Geociências do Nordeste,** [S. l.], v. 6, n. 2, p. 91–94, 2020. DOI: 10.21680/2447-3359.2020v6n2ID20406.

MAPBIOMAS. **Relatório Anual do Desmatamento no Brasil – RAD 2024**. São Paulo: MapBiomas Alerta, 2025. Disponível em: https://alerta.mapbiomas.org. Acesso em: 31 mai. 2026.

PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção 10 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. Disponível em: https://brasil.mapbiomas.org. Acesso em: 31 mai. 2026. Acesso em: 31 mai. 2026.

SILVERMAN, B. W. **Density estimation for statistics and data analysis**. London: Chapman and Hall, 1986.

DOI: 10.51189/vii-coninters/81902

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

IMPLANTAÇÃO DO PLANO DE GESTÃO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL NA SECRETARIA DE ESTADO DE OBRAS E SERVIÇOS PÚBLICOS DE RONDÔNIA: RELATO DE EXPERIÊNCIA NA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA ESTADUAL

RITA DE CASSIA DA CUNHA; KARINA PROVATE GONCALVES; ; MARCIA NUNES ALVES; WAL LIANA DE JESUS LELO LIMA; TONNY SMAYLON GOMES DE CARVALHO

Introdução: A incorporação da sustentabilidade à administração pública tem se destacado como estratégia fundamental para promover eficiência na gestão, racionalização dos recursos públicos e fortalecimento das políticas ambientais. Nesse contexto, a Secretaria de Estado de Obras e Serviços Públicos de Rondônia (SEOSP/RO) implantou o Plano de Gestão de Logística Sustentável (PGLS) 2024–2026, alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU) e às diretrizes nacionais voltadas à sustentabilidade no setor público. O plano foi concebido como instrumento de gestão para integrar critérios socioambientais às atividades administrativas, às contratações públicas e à execução de obras e serviços sob responsabilidade da Secretaria. **Objetivo:** Relatar a experiência de implantação do Plano de Gestão de Logística Sustentável da SEOSP/RO, destacando as etapas de elaboração, os principais eixos de atuação e as contribuições esperadas para o fortalecimento da gestão pública sustentável. **Relato de experiência:** A construção do PGLS iniciou-se com diagnóstico institucional das práticas administrativas e ambientais adotadas pela Secretaria, permitindo identificar oportunidades de melhoria e estabelecer metas, indicadores e cronograma de execução. Foram definidos eixos estratégicos voltados à redução do consumo de materiais descartáveis, racionalização do uso de papel e impressões, gestão adequada de resíduos sólidos, promoção da coleta seletiva, eficiência energética, capacitação e sensibilização dos servidores, realização de licitações sustentáveis, arborização urbana e incorporação de critérios socioambientais em contratos administrativos. Para garantir a execução das ações, foi instituída comissão gestora responsável pelo monitoramento dos indicadores, acompanhamento das metas e elaboração de relatórios periódicos de avaliação. A experiência evidenciou a relevância do planejamento sustentável como ferramenta de modernização administrativa, fortalecimento da governança ambiental e promoção da cultura institucional voltada ao uso consciente dos recursos públicos. **Conclusão:** A implantação do PGLS na SEOSP/RO representa importante avanço na consolidação da sustentabilidade na administração pública estadual, contribuindo para maior eficiência administrativa, conscientização institucional e alinhamento às metas globais de desenvolvimento sustentável. A experiência demonstra que a adoção de práticas de logística sustentável fortalece a governança pública e amplia a responsabilidade socioambiental das instituições governamentais.

Palavras-chave: **ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA; LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL; SUSTENTABILIDADE;**

DOI: 10.51189/vii-coninters/81956

SUSTENTABILIDADE NO ENSINO FUNDAMENTAL I: INTEGRANDO A CONSCIÊNCIA ECOLÓGICA AO CURRÍCULO

ALESSANDRA OLIVEIRA BERRÊDO ARAÚJO

RESUMO

A crescente intensificação dos problemas ambientais globais, como as mudanças climáticas, a perda da biodiversidade, a poluição e o uso inadequado dos recursos naturais, evidencia a necessidade de promover ações educativas voltadas para a construção de uma sociedade mais sustentável. Nesse contexto, a escola assume papel fundamental na formação de cidadãos conscientes e comprometidos com a preservação ambiental. O Ensino Fundamental I, por corresponder a uma etapa decisiva do desenvolvimento infantil, apresenta grande potencial para a formação de valores, atitudes e competências relacionadas à cidadania socioambiental. O presente estudo teve como objetivo investigar de que forma a sustentabilidade pode ser integrada ao currículo do Ensino Fundamental I, analisando sua abordagem nas práticas pedagógicas, nos materiais didáticos e nos documentos orientadores da educação brasileira, bem como identificando competências socioambientais passíveis de desenvolvimento em crianças de 6 a 10 anos. A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, exploratória e descritiva, fundamentada em levantamento bibliográfico e análise documental. Foram analisadas legislações educacionais, documentos normativos e produções científicas relacionadas à Educação Ambiental e à sustentabilidade. Os resultados demonstram que, embora a temática esteja contemplada na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e na Política Nacional de Educação Ambiental, sua implementação ainda ocorre de maneira fragmentada em muitas instituições escolares. Observou-se que metodologias ativas, projetos interdisciplinares, atividades investigativas, hortas escolares e ações voltadas à reciclagem e ao uso consciente dos recursos naturais favorecem significativamente a aprendizagem significativa e a construção da consciência ecológica. Além disso, a formação continuada dos docentes mostrou-se essencial para a efetiva inserção da sustentabilidade no cotidiano escolar. Conclui-se que a integração sistemática da sustentabilidade ao currículo dos anos iniciais contribui para a formação de sujeitos críticos, participativos e responsáveis, fortalecendo valores éticos e ambientais necessários para a construção de sociedades mais justas, sustentáveis e comprometidas com as futuras gerações.

Palavras-chave: Educação Ambiental; Cidadania Socioambiental; Desenvolvimento Sustentável.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, os impactos decorrentes das mudanças climáticas, da degradação ambiental e do uso inadequado dos recursos naturais têm despertado preocupações em diferentes setores da sociedade. Nesse cenário, a educação assume papel fundamental na formação de indivíduos capazes de compreender criticamente as relações entre sociedade e natureza e de atuar de forma responsável diante dos desafios socioambientais contemporâneos.

A sustentabilidade, compreendida como a busca pelo equilíbrio entre desenvolvimento econômico, preservação ambiental e justiça social, tornou-se elemento essencial para a construção

DOI: 10.51189/vii-coninters/82023

de uma sociedade mais consciente e comprometida com as futuras gerações. No âmbito educacional, essa temática vem sendo incorporada gradativamente aos documentos normativos, especialmente por meio da Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999) e da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que reconhecem a necessidade de desenvolver competências relacionadas à responsabilidade socioambiental.

O Ensino Fundamental I representa uma etapa privilegiada para a formação da consciência ecológica, pois corresponde ao período em que valores, hábitos e atitudes começam a ser consolidados. Entretanto, apesar dos avanços normativos, diversos estudos apontam que a sustentabilidade ainda é trabalhada de forma superficial e fragmentada no cotidiano escolar, muitas vezes limitada a ações pontuais e atividades comemorativas.

Diante dessa realidade, torna-se necessário refletir sobre estratégias que possibilitem a integração efetiva da sustentabilidade ao currículo escolar. Assim, este estudo tem como objetivo investigar como a sustentabilidade pode ser incorporada ao currículo do Ensino Fundamental I, analisando práticas pedagógicas, materiais didáticos e competências socioambientais adequadas ao desenvolvimento infantil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, exploratória e descritiva, desenvolvida por meio de levantamento bibliográfico e análise documental.

O levantamento bibliográfico contemplou livros, artigos científicos, dissertações, teses e publicações especializadas sobre Educação Ambiental, sustentabilidade e currículo escolar. Foram selecionadas obras de referência nacional e internacional que abordam a formação da consciência ecológica, o desenvolvimento sustentável e a inserção da temática ambiental na educação básica.
A análise documental concentrou-se em legislações e documentos orientadores da educação brasileira, com destaque para a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e documentos relacionados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Os materiais selecionados foram submetidos à leitura, organização, categorização e interpretação temática, possibilitando identificar desafios, potencialidades e estratégias para a integração da sustentabilidade ao currículo do Ensino Fundamental I.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados evidenciam que a sustentabilidade constitui elemento essencial para a formação integral dos estudantes, contribuindo para o desenvolvimento de competências relacionadas à cidadania socioambiental e ao exercício da responsabilidade coletiva.

A análise dos referenciais teóricos demonstra que a sustentabilidade deve ser compreendida de forma ampla, contemplando dimensões ambientais, sociais, econômicas e culturais. Segundo Sachs (2002), o desenvolvimento sustentável pressupõe a articulação equilibrada dessas dimensões, exigindo mudanças nos padrões de produção, consumo e relacionamento com o meio ambiente.

No contexto educacional, autores como Gadotti (2008), Carvalho (2018) e Loureiro (2019) defendem a necessidade de uma Educação Ambiental crítica, capaz de promover reflexões sobre as relações entre sociedade, natureza e desenvolvimento. Essa perspectiva ultrapassa abordagens meramente conservacionistas e incentiva a formação de sujeitos capazes de compreender e transformar a realidade em que vivem.

A análise dos documentos normativos revela que a BNCC contempla competências relacionadas à responsabilidade social, ao pensamento crítico e ao cuidado com o meio ambiente. Entretanto, pesquisas recentes indicam que a efetivação dessas orientações ainda enfrenta

obstáculos no cotidiano escolar. Muitos materiais didáticos abordam a sustentabilidade de forma fragmentada, sem promover conexões significativas com a realidade dos estudantes.

Nesse contexto, práticas pedagógicas fundamentadas em metodologias ativas apresentam resultados promissores. Projetos interdisciplinares, hortas escolares, atividades investigativas, reciclagem, campanhas ambientais e ações voltadas à preservação dos recursos naturais favorecem a aprendizagem significativa e o desenvolvimento da consciência ecológica.

Outro aspecto relevante refere-se à formação docente. Estudos demonstram que muitos professores reconhecem a importância da sustentabilidade, mas enfrentam dificuldades para incorporá-la ao planejamento pedagógico devido à ausência de formação específica e à escassez de recursos metodológicos. Dessa forma, a formação continuada emerge como condição indispensável para fortalecer práticas educativas comprometidas com os princípios da sustentabilidade.

Sob a perspectiva do desenvolvimento infantil, as contribuições de Piaget, Vygotsky e Wallon indicam que crianças entre 6 e 10 anos apresentam condições favoráveis para a construção de competências socioambientais por meio de experiências concretas, interações sociais e vivências contextualizadas. Assim, o ambiente escolar torna-se espaço privilegiado para estimular valores relacionados ao cuidado, à cooperação e à responsabilidade ambiental.

Os resultados analisados apontam que a integração da sustentabilidade ao currículo deve ocorrer de forma contínua e interdisciplinar, assumindo caráter estruturante no projeto pedagógico da escola. Tal abordagem favorece a formação de estudantes mais críticos, participativos e comprometidos com a construção de uma sociedade sustentável.

4 CONCLUSÃO

A pesquisa evidenciou que a sustentabilidade constitui elemento fundamental para a formação integral dos estudantes do Ensino Fundamental I, contribuindo para o desenvolvimento de conhecimentos, valores e atitudes voltados à cidadania socioambiental.

Embora os documentos oficiais reconheçam a relevância da temática, sua implementação ainda ocorre de forma limitada e fragmentada em muitas instituições escolares. Esse cenário reforça a necessidade de fortalecer a integração curricular da sustentabilidade, promovendo práticas pedagógicas contínuas, contextualizadas e interdisciplinares.

Os resultados demonstram que metodologias ativas, projetos educativos e experiências concretas favorecem significativamente a construção da consciência ecológica desde os anos iniciais da escolarização. Além disso, a formação continuada dos professores mostrou-se indispensável para a efetivação de propostas pedagógicas alinhadas aos princípios da sustentabilidade.

Conclui-se que a integração da sustentabilidade ao currículo do Ensino Fundamental I deve ser compreendida como estratégia permanente de formação cidadã, contribuindo para a construção de indivíduos críticos, responsáveis e comprometidos com a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a Política Nacional de Educação Ambiental. Brasília, DF, 1999.

DOI: 10.51189/vii-coninters/82023

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. *Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico*. São Paulo: Cortez, 2018.

FREIRE, Ana Maria. Educação para a sustentabilidade: implicações para o currículo escolar e para a formação de professores. *Revista Pesquisa em Educação Ambiental*, v. 2, n. 1, p. 41-54, 2007.

GADOTTI, Moacir. *Educar para a sustentabilidade*. São Paulo: Instituto Paulo Freire, 2008.

JACOBI, Pedro Roberto. Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. *Educação e Pesquisa*, v. 31, p. 233-250, 2005.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. *Educação ambiental crítica: perspectivas e desafios*. São Paulo: Cortez, 2019.

SACHS, Ignacy. *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

TAVARES, Aline Rebecca Cordeiro Fonseca. *Inserção da educação ambiental no currículo escolar: estratégias pedagógicas e práticas para a vida*. João Pessoa: UFPB, 2024.

UNESCO. *Education for Sustainable Development Goals: Learning Objectives*. Paris: UNESCO, 2017.

DOI: 10.51189/vii-coninters/82023

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM CONTEXTOS EXTREMOS: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE RIACHO DE SANTANA/RN (BRASIL) E USHUAIA, TIERRA DEL FUEGO (ARGENTINA)

DANIEL ALVES DA SILVA

RESUMO

O presente trabalho propõe uma análise comparativa da gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) em dois municípios com características radicalmente opostas: Riacho de Santana, localizado no semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil, e Ushuaia, capital da Província de Tierra del Fuego, Argentina. A comparação abrange dimensões geográficas, climáticas, populacionais e técnicas da cadeia de gestão de resíduos, desde a coleta até a destinação final. Os dados foram obtidos do Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) de Riacho de Santana (2021), elaborado pela empresa Qu4tro Soluções Ambientais, e de informações institucionais da Agrotécnica Fueguina S.A.C.I.F., concessionária responsável pela gestão dos RSU em Ushuaia, além de dados da Secretaria de Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Municipalidad de Ushuaia e fontes bibliográficas complementares. Os resultados indicam que, apesar do abismo socioeconômico e climático entre as duas cidades, ambas enfrentam desafios estruturais significativos: Riacho de Santana opera com vazadouro a céu aberto, em desconformidade com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305/2010), e carece de coleta seletiva consolidada; enquanto Ushuaia, embora disponha de aterro sanitário certificado pela ISO 9001:2015 e programa de reciclagem ativo desde 2007, lida com o esgotamento progressivo dos módulos de disposição final e o crescimento acelerado do fluxo turístico. O clima e o relevo de cada contexto operam como variáveis operacionais determinantes: o calor semiárido intensifica os riscos ambientais do lixão em Riacho de Santana, enquanto o frio subpolar e a topografia montanhosa impõem custos logísticos adicionais em Ushuaia. A pesquisa aponta para a necessidade urgente de adaptação das políticas nacionais de resíduos às realidades locais, considerando não apenas o volume populacional, mas também a geografia, o clima e a capacidade institucional de cada município.

Palavras-chave: Gestão integrada; Resíduos sólidos urbanos; Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

O A gestão de resíduos sólidos urbanos representa um dos maiores desafios ambientais do século XXI. Em países em desenvolvimento como o Brasil e a Argentina, a diversidade territorial, climática e socioeconômica entre municípios impõe soluções igualmente diversas, raramente contempladas por políticas nacionais uniformes. A comparação entre realidades contrastantes permite identificar lacunas, boas práticas e oportunidades de adaptação institucional (Qu4tro Soluções Ambientais, 2021).

DOI: 10.51189/vii-coninters/82057

Riacho de Santana, município de pequeno porte localizado no extremo oeste do Rio Grande do Norte, insere-se na lógica típica do semiárido nordestino: baixa densidade populacional, escassez hídrica, alta vulnerabilidade socioeconômica e infraestrutura de saneamento incipiente. Sua gestão de resíduos, documentada no PMGIRS de 2021, revela ausência de aterro sanitário regular, dependência de um vazadouro a céu aberto e coleta limitada à zona urbana.

No extremo oposto do hemisfério sul, Ushuaia é a cidade mais austral do mundo com status de capital provincial. Cercada pelos Andes patagônicos e banhada pelo Canal de Beagle, enfrenta desafios igualmente complexos: topografia acidentada, clima subpolar e crescimento urbano e turístico acelerado que pressiona os sistemas de disposição final (Agrotécnica Fueguina, 2025).

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma análise comparativa sistemática entre as duas cidades nas dimensões geográfica, climática, populacional e na cadeia de gestão de resíduos sólidos, desde a coleta até a destinação final, verificando a hipótese de que ambos os municípios compartilham vulnerabilidades estruturais que exigem atenção urgente das políticas públicas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa adotou abordagem qualitativa-comparativa, com revisão documental e análise de dados secundários. Para Riacho de Santana, a principal fonte foi o PMGIRS elaborado em dezembro de 2021 pela empresa Qu4tro Soluções Ambientais, contendo diagnóstico completo dos aspectos físicos, socioeconômicos, da infraestrutura de coleta, composição gravimétrica e disposição final dos resíduos.

Para Ushuaia, os dados foram coletados a partir das informações institucionais da Agrotécnica Fueguina S.A.C.I.F., concessionária responsável pelo Serviço de Higiene Urbana e pela operação do aterro sanitário, além de dados da Secretaria de Ambiente e Desenvolvimento Sustentável da Municipalidad de Ushuaia e fontes jornalísticas especializadas.

A análise comparativa foi estruturada em seis dimensões: (i) localização e caracterização geográfica; (ii) relevo e condicionantes físicos; (iii) clima; (iv) população e aspectos socioeconômicos; (v) aspectos culturais e sociais; e (vi) gestão de RSU — coleta, transbordo, tratamento e destinação final. Os dados foram organizados em quadros comparativos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As duas cidades apresentam perfis radicalmente distintos. Riacho de Santana possui aproximadamente 4.199 habitantes (IBGE, 2020), clima semiárido (Köppen BSh) com temperatura média de 27–30°C, PIB per capita de R$ 8.294,68 e economia baseada na agricultura familiar. Ushuaia, por sua vez, conta com 74.000–80.000 habitantes, clima oceânico subpolar (Köppen Cfc) com temperatura média de 5–6°C e economia orientada pelo turismo internacional e pela indústria eletrônica.

No tocante à geração de resíduos, Riacho de Santana produz aproximadamente 1,1 tonelada/dia, com per capita de 0,52 kg/hab.dia — valor abaixo da média nacional (1,04 kg/hab.dia). Ushuaia gera cerca de 120 toneladas/dia, com per capita estimada em 1,5 a 1,8 kg/hab.dia nos picos de temporada turística (dezembro–março), reflexo direto do intenso fluxo de visitantes.

O quadro a seguir sintetiza as principais dimensões comparativas entre as duas cidades:

DOI: 10.51189/vii-coninters/82057

Dimensão	Riacho de Santana/RN – Brasil	Ushuaia – Argentina
População	≈ 4.199 hab.	≈ 74.000–80.000 hab.
Clima	BSh – Semiárido quente; T média ≈ 28°C	Cfc – Oceânico subpolar; T média ≈ 5,7°C
Geração diária de RSU	≈ 1,1 t/dia	≈ 120 t/dia
Per capita RSU	0,52 kg/hab.dia	≈ 1,5–1,8 kg/hab.dia
Modelo de gestão	Gestão pública direta	Concessão privada (Agrotécnica Fueguina)
Coleta domiciliar	3×/semana; zona urbana	Diária; múltiplos percursos e modelos
Coleta seletiva	Inexistente	Sistema ativo: campanas + porta a porta
Programa de reciclagem	Proposto no PMGIRS	"Ushuaia Recicla" (desde 2007)
Destinação final	LIXÃO (vazadouro a céu aberto)	ATERRO SANITÁRIO certificado
Controle ambiental	Ausente	Geomembrana, lixiviados, gases, monitoramento
Certificação	Não possui	ISO 9001:2015
Conformidade legal	Não conforme (lixão proibido desde 2014)	Conforme (legislação provincial e nacional)

Tabela 1 – Comparativo geral entre Riacho de Santana/RN e Ushuaia/ARG. Fonte: Autores (2025).

4 CONCLUSÃO

A análise comparativa revela que ambas as cidades compartilham uma vulnerabilidade estrutural comum: a fragilidade de seus sistemas de destinação final frente ao crescimento das demandas. Riacho de Santana opera em claro estado de irregularidade ambiental, com um lixão que viola frontalmente as determinações da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS – Lei 12.305/2010), a qual estabeleceu 2014 como prazo para eliminação dos lixões no Brasil. O município dispõe de planejamento documentado e integra consórcios regionais (CONSOP e Consórcio Intermunicipal de RSU do Alto Oeste), mas a lacuna entre o diagnóstico técnico e a implementação efetiva permanece aberta, reflexo de

restrições orçamentárias e capacidade institucional limitada.

Ushuaia, embora em patamar operacional muito superior, enfrenta o esgotamento programado de sua infraestrutura de aterro. O crescimento populacional, combinado com o aumento do fluxo turístico e a limitação geográfica para expansão do aterro — cercado por montanhas e áreas protegidas —, torna a ampliação da capacidade um desafio recorrente. O mais recente módulo do aterro tem vida útil estimada de aproximadamente cinco anos (Secretaría de Ambiente, 2022), sinalizando a urgência de investimento em reciclagem e compostagem para redução do volume disposto.

O clima e o relevo operam como variáveis operacionais determinantes. No semiárido, o calor intenso acelera a degradação da matéria orgânica no lixão, intensificando chorume e gases, aumentando o risco de contaminação do aquífero cristalino fraturado da região — já escasso por natureza. Em Ushuaia, o frio subpolar retarda a decomposição, mas o regime de precipitação contínua exige operação ininterrupta do sistema de captação de lixiviados; o relevo montanhoso impõe custos logísticos adicionais e limitações de acesso ao aterro no inverno.

Quanto à coleta seletiva e à educação ambiental, Ushuaia conta com programa consolidado desde 2007, com campanas diferenciadas por tipo de material, coleta seletiva porta a porta em implantação e a Cooperativa Kaux integrada ao sistema. Riacho de Santana ainda não possui coleta seletiva formal, mas o PMGIRS identificou potencial cultural relevante: parte significativa da população já segrega resíduos orgânicos para alimentação animal, o que explica a baixa presença de matéria orgânica na composição gravimétrica (17,95%) e constitui base para ações futuras de compostagem e separação na fonte.

REFERÊNCIAS

AGROTÉCNICA FUEGUINA S.A.C.I.F. AF Ushuaia – Gestión Integral de Residuos Sólidos Urbanos. Disponível em: https://www.afueguina.com.ar/af-ushuaia. Acesso em: maio 2025.

BRASIL. Lei Federal n.º 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília: Presidência da República, 2010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estimativa

Populacional 2020. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

IBGE. Produto Interno Bruto dos Municípios – 2018. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

QU4TRO SOLUÇÕES AMBIENTAIS. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) do Município de Riacho de Santana – RN. Riacho de Santana: Prefeitura Municipal, dezembro de 2021.

SECRETARÍA DE AMBIENTE Y DESARROLLO SUSTENTABLE DE USHUAIA.

Dirección de Residuos Sólidos Urbanos y Economía Circular. Relatório de ampliação do relleno sanitario. Ushuaia, 2022.

SUR54.COM. La Municipalidad de Ushuaia habilitará el nuevo módulo de relleno sanitario a finales del invierno. Ushuaia, 19 maio 2022. Disponível em: https://sur54.com. Acesso em: maio 2025.

DOI: 10.51189/vii-coninters/82057

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

MODA SUSTENTÁVEL: A COLEÇÃO MOSAICO COMO APOTEOSE DO PROJETO RECICLOCIDADES DA COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ – CAGECE

ISI DE OLIVEIRA BARREIRA; HELENA STELA SAMPAIO

Introdução: Este trabalho é parte integrante da pesquisa que foi concluída no Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará – UFC. O Projeto "Reciclocidades" da Companhia de Água e Esgoto do Ceará (Cagece) é uma ação de responsabilidade social da empresa, com uma ênfase socioambiental, por meio do qual, principalmente, mulheres em vulnerabilidade socioeconômica efetivam, mediante a reciclagem e artesanato, ações em defesa do meio ambiente, como mecanismos de autonomia e produtividade. A moda surge no projeto em 2024, com o desfile da Coleção "Mosaico" produzida pelo estilista Kallil Nepomuceno e em parceria com as mulheres participantes do programa. **Objetivo**: A pesquisa, busca discutir o conceito de sustentabilidade na moda, aliado à concepção de responsabilidade social, de modo avaliar as impressões materiais e simbólicas do desfile da Coleção "Mosaico" na vida das mulheres participantes, notadamente, na transformação de resíduos têxteis em peças de luxo. **Metodologia**: A pesquisa é de natureza qualitativa, mediada por entrevistas semiestruturadas, visando a elaboração das análises, ou seja, transformar o visto e ouvido em escrita. **Resultados**: A pesquisa evidenciou que as mulheres, acostumadas com a reciclagem e artesanato, manifestaram resistência, pois não queriam aprender sobre moda. No entanto, mediante oficinas com o estilista, os obstáculos foram superados. **Conclusão**: O Projeto "Reciclocidades", por quinze anos, esteve circunscrito ao desenvolvimento de produtos artesanais de decoração. Entretanto, ao ingressar no contexto da moda, o programa moveu-se para um campo simbólico, marcado pela efemeridade, atingindo visibilidade internacional, com desfiles na Colômbia e Chile. Portanto, as mulheres participantes, ao quebrarem as resistências, perceberam que a elaboração de "objetos de luxo" a partir de resíduos, os desmitificou como "lixo", impregnando novos signos e símbolos, possibilitando um outro olhar para a sustentabilidade.

Palavras-chave: **MODA SUSTENTÁVEL; MULHERES; DESFILE DE MODA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/82097

A PERCEPÇÃO AMBIENTAL DE BANHISTAS E FREQUENTADORES DA PRAIA DE GRUMARI (RJ) SOBRE OS IMPACTOS DA PRESENÇA ANTRÓPICA

LUCIANO SANTANA DE SOUZA; FERNANDA STEFANY NUNES COSTA

RESUMO

A Praia de Grumari, localizada na zona oeste do município do Rio de Janeiro, constitui uma das áreas costeiras mais preservadas da cidade, estando inserida em uma Área de Proteção Ambiental (APA). Apesar disso, o aumento do fluxo de visitantes tem intensificado os impactos ambientais relacionados ao uso público desordenado. O presente estudo teve como objetivo analisar a percepção ambiental de banhistas e frequentadores da Praia de Grumari acerca dos impactos provocados pela presença antrópica. A pesquisa foi realizada entre os meses de outubro e dezembro de 2025, por meio da aplicação de 140 questionários estruturados, contendo questões fechadas e abertas relacionadas ao perfil dos entrevistados, percepção ambiental, hábitos individuais e participação em ações de preservação. Os dados quantitativos foram organizados em planilhas eletrônicas e analisados por estatística descritiva, utilizando frequências absolutas e relativas. As respostas qualitativas foram examinadas por meio da técnica de análise de conteúdo. Os resultados demonstraram que 84,3% dos entrevistados reconhecem que a Praia de Grumari está inserida em uma APA, enquanto os principais impactos ambientais percebidos foram trânsito e estacionamento irregular (43,6%), acúmulo de lixo (37,1%) e degradação da vegetação de restinga (29,3%). Observou-se ainda que 45% atribuíram os impactos ambientais principalmente à falta de fiscalização, evidenciando um processo de externalização da responsabilidade ambiental. Embora 92,1% afirmam recolher o próprio lixo, apenas 38,6% reconhecem que sua presença causa impactos ambientais. Conclui-se que os frequentadores apresentam percepção ambiental satisfatória, porém ainda existe dissociação entre consciência ambiental e práticas efetivamente conservacionistas. Dessa forma, reforça-se a necessidade de integração entre educação ambiental, fiscalização e ordenamento do uso público para garantir a conservação da APA de Grumari.

Palavras-chave: conservação costeira; percepção ecológica; impactos humanos.

1 INTRODUÇÃO

A crescente ocupação das zonas costeiras e o turismo desordenado têm sido reconhecidos como importantes fatores de degradação dos ecossistemas marinhos e costeiros brasileiros (Diegues, 2001; Brasil, 2010). Esses processos antrópicos intensificam a pressão sobre ambientes naturalmente sensíveis, comprometendo a biodiversidade e a sustentabilidade ambiental (Primack; Rodrigues, 2001). Nesse contexto, as Unidades de Conservação assumem papel fundamental na proteção ambiental e no ordenamento territorial.

DOI: 10.51189/vii-coninters/82251

A Área de Proteção Ambiental (APA) de Grumari, localizada na zona oeste do município do Rio de Janeiro, representa uma importante área de conservação costeira, caracterizada pela presença de vegetação de restinga, dunas e remanescentes da Mata Atlântica. Entretanto, o crescimento da visitação turística e recreativa tem provocado impactos ambientais significativos, especialmente relacionados ao acúmulo de resíduos sólidos, degradação da vegetação e ocupação irregular da faixa costeira (Oliveira; Castro, 2018).

A percepção ambiental dos usuários dessas áreas constitui importante ferramenta para compreender o nível de conscientização acerca dos impactos decorrentes das atividades humanas (Rodrigues *et al.*, 2023). Além disso, estudos demonstram que ações de educação ambiental podem contribuir para mudanças comportamentais e fortalecimento da conservação ambiental (Matias e Imperador; 2022).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo analisar a percepção ambiental dos frequentadores da Praia de Grumari sobre os impactos decorrentes da presença antrópica, identificando os principais problemas ambientais percebidos e discutindo a relação entre conscientização ambiental e autorresponsabilização.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Praia de Grumari, localizada na zona oeste do município do Rio de Janeiro (23° 02' 59" S e 43° 31' 35" W), inserida na Área de Proteção Ambiental de Grumari (Figura 1).

Figura 1. Mapa da Praia de Grumari, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. Fonte: Elaboração própria, com base em dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (limites territoriais), Agência Espacial Europeia (imagem de satélite) e OpenStreetMap (vias e elementos cartográficos).

Trata-se de uma pesquisa descritiva, com abordagem quantitativa e qualitativa. Foram aplicados 140 questionários estruturados entre os meses de outubro, novembro e dezembro de 2025, em finais de semana de maior fluxo de visitantes. Os participantes incluíram banhistas, frequentadores e comerciantes presentes na praia. Os questionários continham perguntas

DOI: 10.51189/vii-coninters/82251

relacionadas ao perfil sociodemográfico, percepção ambiental, hábitos individuais e disposição para participação em ações de preservação ambiental. Segue o questionário abaixo.

As respostas quantitativas foram organizadas em planilhas do Microsoft Excel® e analisadas por meio de estatística descritiva, utilizando frequências absolutas e relativas. As respostas discursivas foram analisadas conforme a técnica de análise de conteúdo proposta por Bardin (2016), permitindo a identificação de categorias temáticas predominantes.

A pesquisa respeitou os princípios éticos aplicáveis, de modo que os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

I – PERFIL DO ENTREVISTADO

Idade:
( ) Menor de 18
( ) 18–30
( ) 31–40
( ) 41–50
( ) 51-60
( ) Acima de 60 anos

Sexo:
( ) Masculino
( ) Feminino
( ) Outro / Prefere não dizer

Nível de escolaridade:
( ) Ensino fundamental incompleto
( ) Ensino fundamental completo
( ) Ensino médio completo
( ) Ensino superior incompleto
( ) Ensino superior completo
( ) Pós-graduação

Você mora na cidade do Rio de Janeiro?
( ) Sim
( ) Não – de onde você vem? _____

Com que frequência você frequenta a Praia de Grumari?
( ) Primeira vez
( ) Raramente (menos de 1 vez por mês)
( ) Ocasionalmente (1 a 2 vezes por mês)
( ) Frequentemente (semanalmente ou mais)

II – PERCEPÇÃO AMBIENTAL

Você conhece alguma informação sobre a importância ecológica da Praia de Grumari?
( ) Sim
( ) Não

Você sabe que Grumari é uma Área de Proteção Ambiental (APA)?
( ) Sim
( ) Não

Quais problemas ambientais você percebe na praia? (Pode marcar mais de uma)

( ) Acúmulo de lixo
( ) Degradação da vegetação
( ) Poluição da água
( ) Trânsito e estacionamento irregular
( ) Poluição sonora
( ) Outros: _____

Na sua opinião, quem mais contribui para esses impactos?
( ) Banhistas
( ) Vendedores ambulantes
( ) Falta de fiscalização
( ) Moradores locais

DOI: 10.51189/vii-coninters/82251

( ) Outros: _____

Você costuma recolher todo o lixo que produz na praia?
( ) Sim ( ) Às vezes ( ) Não

Você acha que sua presença aqui causa algum tipo de impacto ambiental?
( ) Sim ( ) Nunca havia pensado sobre isso
( ) Não

III – OPINIÃO E CONSCIÊNCIA

Você já participou de alguma ação de limpeza e conscientização ambiental?
( ) Sim ( ) Não

Você estaria disposto a participar de ações de preservação da praia?

( ) Sim ( ) Talvez ( ) Não

Na sua opinião, o que poderia melhorar a preservação da Praia de Grumari?

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados evidenciaram que 84,3% dos entrevistados reconhecem que a Praia de Grumari está inserida em uma Área de Proteção Ambiental (APA), demonstrando relativo conhecimento acerca da condição legal e ecológica da área. Tal resultado sugere que os frequentadores possuem contato prévio com informações relacionadas à conservação ambiental, especialmente em razão da notoriedade de Grumari como uma das últimas praias com características naturais preservadas do município do Rio de Janeiro. Segundo Vallejo (2002), as Unidades de Conservação desempenham papel fundamental na manutenção dos ecossistemas naturais, conciliando preservação ambiental e uso sustentável dos recursos naturais. Contudo, o conhecimento sobre a existência da unidade de conservação não se mostrou suficiente para promover percepção integral acerca dos impactos individuais causados pela presença humana.

Os principais impactos ambientais identificados pelos participantes foram trânsito e estacionamento irregular (43,6%), acúmulo de lixo (37,1%), degradação da vegetação de restinga (29,3%), poluição sonora (17,9%) e poluição da água (13,6%). Esses dados demonstram que os impactos mais perceptíveis aos usuários estão relacionados à pressão direta do uso público desordenado sobre a infraestrutura e os ecossistemas costeiros. A predominância das menções ao trânsito e estacionamento irregular evidencia um problema recorrente em áreas costeiras protegidas submetidas à intensa visitação turística, sobretudo em períodos de maior fluxo sazonal. Conforme destacam Irving e colaboradores (2022), o turismo em áreas protegidas representa importante desafio para a conservação ambiental, especialmente quando inexistem mecanismos eficientes de ordenamento territorial e controle da visitação.

A degradação da vegetação de restinga merece destaque por representar um dos componentes ecológicos mais sensíveis da APA de Grumari. A restinga exerce funções fundamentais para a estabilidade costeira, proteção contra erosão, manutenção da biodiversidade e equilíbrio microclimático. O pisoteamento da vegetação, abertura de trilhas informais e estacionamento sobre áreas arenosas foram frequentemente mencionados nas respostas discursivas, demonstrando que os entrevistados reconhecem visualmente os efeitos

da ocupação desordenada sobre o ambiente natural. Resultados semelhantes foram observados por Oliveira e Castro (2018), ao analisarem impactos do uso público no Parque Natural de Grumari, identificando degradação da cobertura vegetal e compactação do solo como consequências frequentes da circulação excessiva de visitantes.

Observou-se ainda significativa contradição entre consciência ambiental declarada e autorresponsabilização individual. Embora 92,1% dos participantes afirmam recolher o próprio lixo, apenas 38,6% reconheceram que sua presença na praia gera impactos ambientais. Esse dado revela uma percepção ambiental fragmentada, na qual os impactos são frequentemente associados apenas a práticas consideradas "visivelmente poluidoras", como descarte inadequado de resíduos, desconsiderando efeitos indiretos decorrentes da simples pressão humana sobre o ecossistema. Segundo Rodrigues e colaboradores (2023), a percepção ambiental não se limita ao conhecimento técnico sobre os problemas ecológicos, envolvendo também fatores culturais, sociais e subjetivos que influenciam a maneira como os indivíduos interpretam sua relação com o meio ambiente.

Tal dissociação também ficou evidente quando 45% dos entrevistados atribuíram os impactos ambientais principalmente à ausência de fiscalização do poder público, enquanto apenas 16,4% responsabilizaram diretamente os próprios frequentadores. Esse comportamento pode ser interpretado como um processo de externalização da responsabilidade ambiental, no qual os indivíduos reconhecem a existência do problema, mas tendem a deslocar a responsabilidade para terceiros ou para o Estado. Estudos realizados por Freitas e colaboradores (2020) e França e colaboradores (2024) demonstram que, em praias brasileiras submetidas à intensa atividade turística, é comum que frequentadores reconheçam problemas ambientais sem necessariamente se perceberem como agentes causadores desses impactos.

As respostas abertas reforçam essa interpretação. Aproximadamente 60% das sugestões apresentadas pelos entrevistados estavam relacionadas ao aumento da fiscalização, aplicação de multas e maior presença de agentes ambientais. Em menor proporção, foram mencionadas ações de educação ambiental e conscientização (25%), controle de acesso de visitantes e veículos (10%) e melhorias de infraestrutura (5%). A predominância da fiscalização como principal solução demonstra que os frequentadores percebem fragilidade na gestão ambiental da área, especialmente durante períodos de alta visitação. De acordo com Guerra (2005), os conflitos ambientais em Grumari estão diretamente relacionados à dificuldade de conciliar conservação ambiental, turismo e uso recreativo da faixa costeira.

Apesar disso, o destaque secundário atribuído à educação ambiental revela que parte dos usuários compreende a necessidade de ações voltadas à mudança comportamental e ao fortalecimento da consciência ecológica coletiva. Nesse contexto, Matias e Imperador (2022) ressaltam que programas contínuos de educação ambiental em áreas costeiras contribuem significativamente para o desenvolvimento de práticas mais sustentáveis por parte dos usuários desses ambientes.

Outro aspecto relevante identificado no estudo foi a coexistência entre valorização estética da paisagem natural e práticas potencialmente degradadoras. Muitos entrevistados demonstraram reconhecer Grumari como um ambiente "mais limpo", "preservado" e "diferente das praias urbanas", evidenciando percepção positiva acerca da qualidade ambiental local. Entretanto, tal valorização não necessariamente se converte em práticas efetivamente conservacionistas, reforçando a existência de um distanciamento entre percepção ambiental cognitiva e comportamento ambiental prático. Conforme discutem Diegues (2001) e Primack e Rodrigues (2001), a ideia de natureza preservada frequentemente produz percepção idealizada do ambiente natural, sem que haja efetiva compreensão sobre a complexidade ecológica e os impactos cumulativos das atividades humanas.

Os resultados obtidos corroboram a literatura que aponta que a simples percepção dos impactos ambientais não garante mudanças comportamentais efetivas. Dessa forma, a conservação de áreas protegidas depende não apenas do conhecimento ecológico da população, mas também da construção de mecanismos permanentes de sensibilização, fiscalização e gestão participativa.

Diante disso, os dados obtidos neste estudo evidenciam a necessidade de fortalecimento das políticas públicas voltadas ao ordenamento do uso público na APA de Grumari. Medidas como limitação da capacidade de carga turística, ampliação da sinalização ambiental, controle de estacionamento, recuperação de áreas degradadas e programas contínuos de educação ambiental podem contribuir significativamente para a redução dos impactos antrópicos observados. Conforme defendem Gurgel de Lima e colaboradores (2025), a gestão eficiente de áreas protegidas depende da integração entre planejamento ambiental, participação social e políticas públicas permanentes de conservação.

Além disso, torna-se fundamental integrar poder público, frequentadores, comerciantes locais e instituições de ensino em estratégias de gestão compartilhada, favorecendo maior engajamento social na proteção do patrimônio ambiental de Grumari. Dessa forma, a conservação da área deixa de ser percebida exclusivamente como responsabilidade estatal e passa a constituir um compromisso coletivo voltado à manutenção da integridade ecológica da APA.

4 CONCLUSÃO

Os frequentadores da Praia de Grumari apresentam nível satisfatório de percepção ambiental, reconhecendo os principais impactos associados ao uso público da área. Os impactos mais frequentemente identificados foram trânsito irregular, acúmulo de resíduos sólidos e degradação da vegetação de restinga.

Entretanto, verificou-se uma significativa dissociação entre consciência ambiental e autorresponsabilização individual, evidenciada pela tendência dos entrevistados em atribuir os impactos principalmente à ausência de fiscalização do poder público.

Os resultados demonstram que o conhecimento sobre a existência da Área de Proteção Ambiental não garante, isoladamente, atitudes compatíveis com a conservação ambiental. Dessa forma, torna-se necessária a implementação de ações contínuas de educação ambiental associadas ao fortalecimento da fiscalização e ao ordenamento do uso público.

Como limitação do estudo, destaca-se o recorte temporal restrito ao período de alta visitação. Sugere-se, para pesquisas futuras, a ampliação da amostragem em diferentes épocas do ano e a inclusão de análises comparativas com outras praias inseridas em Unidades de Conservação costeiras.

REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo.** São Paulo: Edições 70, 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Gestão integrada da orla marítima.** Brasília: MMA, 2010.

DIEGUES, A. C. **O mito moderno da natureza intocada.** 3. ed. São Paulo: Hucitec, 2001.

FRANÇA, J. P.; GUEDES, A. P. P. Percepção ambiental dos usuários das praias sobre os resíduos sólidos: uma abordagem na microrregião de Salvador, Bahia, Brasil. **Revista Multidisciplinar do Núcleo de Pesquisa e Extensão (RevNUPE)**, v. 5, n. 2, p. e202505v5, 2025.

FREITAS, J. A.; FRANÇA, C. L.; FERNANDES, J. F. F.; FURTADO, J. A.; *et al*. Percepção ambiental dos usuários em duas praias do Nordeste do Brasil: a problemática da poluição. **Brazilian Journal of Development,** Curitiba, v. 6, n. 6, p. 33984–34001, 2020.

GUERRA, M. F. Conflitos ambientais no Parque Natural Municipal de Grumari. **Revista Rio de Janeiro**, n. 16-17, p. 115-132, 2005.

GURGEL DE LIMA, M. A.; IRVING, M. A.; FRAGELLI, C.; NASRI, Y.; FAICO FERREIRA, G. Políticas públicas de turismo no Brasil: contradições e caminhos para a sustentabilidade no horizonte da Agenda 2030. RITUR - **Revista Iberoamericana de Turismo,** Penedo, v. 15, n. 3, p. 108-133, 2025.

IRVING, M. A.; LIMA, M. A. G.; NASRI, Y. X. G. Turismo e áreas protegidas: tendências globais e desafios para a integração de políticas públicas. **Confins,** n. 54, 2022.

MATIAS, T. P;; IMPERADOR, A. M. As funções da Educação Ambiental na efetividade de políticas ambientais marinhas e costeiras no Brasil. **Revista Brasileira de Educação Ambiental** (RevBEA), v. 17, n. 1, p. 95–106, 2022.

OLIVEIRA, A. O.; CASTRO, A. O. C. Avaliação dos impactos de uso público na trilha ecológica da Praia do Perigoso – Parque Natural de Grumari, RJ. **Revista Meio Ambiente Sustentabilidade**, v. 14, n. 7, p. 50-68, 2018.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação.** Londrina, 2001.

RODRIGUES, K.; SEREIA, D. A. O.; OBARA, A. T. Estudos de percepção ambiental em unidades de conservação: uma revisão sistemática da literatura. Ambiente & Educação: **Revista de Educação Ambiental,** Rio Grande, v. 28, n. 2, p. 1-31, 2023.

VALLEJO, L. R. **Unidades de Conservação: aspectos históricos e conceituais.** In: BENJAMIN, A. H. (Org.). Direito ambiental das áreas protegidas. Rio de Janeiro: Forense Universitária, p. 45-65, 2002.

DOI: 10.51189/vii-coninters/82251

PÉROLAS NEGRAS: EMPODERAMENTO FEMININO E SUSTENTABILIDADE SOCIAL ATRAVÉS DA DANÇA QUILOMBOLA EM SIBAÚMA/RN

WILANEIDE DA SILVA CAMPOS; MARCIA LARISSA DA SILVA; SEVERINO FERNANDES DA SILVA NETO; GILBERTO JORGE DE CAVARLHO NETO.

RESUMO

Este trabalho relata a experiência pedagógica e cultural do Grupo Pérolas Negras, um projeto de dança quilombola desenvolvido na escola da comunidade remanescente de quilombo de Sibaúma, localizada em Tibau do Sul/RN. Iniciado em 2023, o projeto é coordenado pela diretora da instituição, contando com o apoio contínuo da vice-diretora, do coordenador pedagógico e do apoio pedagógico. O objetivo central do estudo é analisar como a prática da dança, articulada à cultura popular e à educação ambiental, atua no fortalecimento da autoestima, do protagonismo juvenil e da consciência socioambiental de 11 jovens participantes, sob uma perspectiva interseccional que cruza marcadores de gênero, raça e diversidade. A metodologia adotada possui abordagem qualitativa, caracterizando-se como um relato de experiência fundamentado em observação participante ativa, rodas de conversa mensais com as integrantes e registros fotográficos e audiovisuais das oficinas semanais. As ações práticas do grupo envolvem o aprendizado de ritmos de matriz africana, apresentações artísticas em espaços comunitários e eventos regionais, além da confecção sustentável de indumentárias. Entre os anos de 2023 e 2025, o grupo utilizou saias tradicionais de chita. Para o segundo semestre de 2026, planeja-se uma inovação estética e ecológica, na qual as estudantes, sob orientação da equipe pedagógica, produzirão saias de "São Julhão", utilizando retalhos de fuxico e calças jeans descartadas, unindo tradição e circularidade têxtil. Os resultados obtidos demonstram uma visível elevação da autoestima das jovens, o aumento da frequência escolar e a ampliação da visibilidade da cultura quilombola na região. Destaca-se também a atuação da diretora escolar que, além de coordenar e produzir, dança junto ao grupo, consolidando-se como uma referência prática de protagonismo feminino negro. Conclui-se que a dança quilombola, aliada ao reaproveitamento de resíduos têxteis, constitui uma estratégia pedagógica altamente eficaz para a promoção da equidade racial, da sustentabilidade social e do empoderamento comunitário, reafirmando a escola do campo como um legítimo e potente território de resistência e transformação.

Palavras-chave: Ancestralidade; Cultura; Reaproveitamento.

1 INTRODUÇÃO

A dança quilombola se configura como linguagem ancestral de resistência, memória e identidade para comunidades remanescentes de quilombos no Brasil (LEAL, 2008). Na comunidade de Sibaúma, Tibau do Sul/RN, jovens negros da escola do campo enfrentam baixa autoestima, invisibilidade cultural e carência de espaços que valorizem sua corporeidade e ancestralidade. Diante desse contexto, surge em 2023 o Grupo Pérolas Negras, projeto de extensão escolar coordenado pela diretora com apoio da vice-diretora, coordenador pedagógico e apoio pedagógico, com adesão da equipe docente.

DOI: 10.51189/vii-coninters/82312

O projeto articula dança, cultura popular e educação ambiental, tomando como eixo a confecção de indumentárias a partir do reaproveitamento de resíduos têxteis, prática alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 12 e 5 da ONU (2015). Este relato objetiva apresentar a trajetória do grupo entre 2023 e 2026, evidenciando a dança quilombola como dispositivo pedagógico para equidade racial e sustentabilidade social.

A escola do campo em Sibaúma, assim como outras escolas quilombolas do país, enfrenta o desafio histórico da invisibilidade curricular. Os conteúdos tradicionais pouco dialogam com a realidade territorial, gerando distanciamento entre o conhecimento escolar e os saberes da comunidade. A dança, nesse sentido, emerge como ponte entre gerações, pois resgata memórias das avós e bisavós que dançavam coco e maracatu nas festas de santo, mantendo viva a tradição oral que sustenta a identidade quilombola.

Além disso, a pandemia de 2020-2022 agravou o quadro de isolamento e desânimo entre os jovens da comunidade. O retorno às aulas presenciais em 2023 exigiu estratégias pedagógicas que reconstruíssem vínculos e autoestima. O Grupo Pérolas Negras nasce dessa urgência: criar um espaço seguro onde o corpo negro pudesse ser celebrado, e não silenciado. A coordenação pela gestão escolar garante que o projeto não seja ação isolada de um professor, mas política institucional de valorização da cultura local.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de pesquisa qualitativa, do tipo relato de experiência, desenvolvida na escola da comunidade quilombola de Sibaúma entre 2023 e 2026. Participam 10 meninas e 1 estudante do sexo masculino, totalizando 11 integrantes em perspectiva interseccional de gênero e diversidade. A diretora coordena o projeto com apoio direto da vice-diretora, do coordenador pedagógico e do apoio pedagógico, e além de produzir, criar e ensaiar, também dança no grupo como referência de protagonismo feminino negro.

O caráter interseccional do grupo merece destaque. Com 10 meninas e 1 menino, o projeto discute gênero sem excluir o público masculino, promovendo respeito às diversidades. A participação do único estudante do sexo masculino quebra estereótipos de que "dança é coisa de menina", fortalecendo uma masculinidade que valoriza a cultura e a sensibilidade. A diretora, além de coordenar, dança como referência de protagonismo feminino negro para as alunas, mostrando que liderança e arte caminham juntas.

A coleta de dados ocorreu por meio de observação participante, diário de campo, rodas de conversa mensais e registros fotográficos/vídeos das oficinas semanais. As oficinas estruturam-se em três eixos: 1) Estudo de ritmos e movimentos de matriz africana: maracatu, coco de roda e mistura de capoeira com ritmos de matriz africana; 2) Confecção de indumentárias sustentáveis: de 2023 a 2025 foram confeccionadas saias de chita; para o segundo semestre de 2026 as estudantes, orientadas pela equipe gestora e pedagógica, produzirão saias de "São Julhão" com retalhos de fuxico e calças jeans descartadas pela comunidade, prática de reaproveitamento de resíduos têxteis; 3) Reflexões sobre identidade negra, gênero e meio ambiente por meio de rodas de conversa.

A metodologia das oficinas semanais segue uma lógica de construção coletiva. Primeiro apresenta-se o ritmo e sua história de resistência. Depois os estudantes experimentam os movimentos no corpo, sem correção estética eurocêntrica. Por fim, registra-se em diário de campo as percepções: "o que esse ritmo fala sobre você?". Esse ciclo garante que a dança não seja mera coreografia, mas processo de autoconhecimento e pertencimento. As apresentações ocorreram na escola, na comunidade, em Tibau do Sul e em eventos regionais, incluindo participação prevista para o segundo semestre de 2026 no III Encontro Estadual de Educação do Campo.

Como resultado desse percurso formativo e artístico, o projeto consolida-se como um espaço potente de letramento racial e emancipação crítica dentro da comunidade de Sibaúma.

DOI: 10.51189/vii-coninters/82312

A vivência nas oficinas e a ocupação de palcos locais e regionais não apenas fortalecem a autoestima e o sentimento de pertencimento dos estudantes quilombolas, mas também subvertem lógicas coloniais e patriarcais que historicamente marginalizam esses corpos. Ao aliar a valorização das matrizes africanas à sustentabilidade ecológica e à desconstrução de papéis de gênero, este relato de experiência demonstra que a gestão escolar, quando comprometida com uma práxis pedagógica antirracista e interseccional, é capaz de transformar a escola em um polo vivo de salvaguarda cultural, protagonismo comunitário e resistência política.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados evidenciam três impactos centrais. Primeiro, empoderamento e identidade: os relatos das alunas apontam elevação da autoestima e orgulho de ser negra e quilombola. A dança permitiu que corpos historicamente silenciados ocupassem o espaço público, ressignificando estigmas (MUNANGA, 2012).

Segundo sustentabilidade e criatividade: a transição das saias de chita para o reaproveitamento de resíduos têxteis com fuxico e jeans em 2026 demonstra consciência ambiental e capacidade criativa. Transformar resíduo em arte cênica dialoga com os ODS e com a pedagogia da autonomia (FREIRE, 1996).

Terceiro, visibilidade e rede: as apresentações extramuros geraram reconhecimento da comunidade e parcerias, fortalecendo a escola como centro cultural do território quilombola. O reconhecimento pelo III Encontro Estadual de Educadores do Campo valida o projeto como prática replicável na formação docente.

Um dado relevante refere-se à participação das famílias. Mães e avós começaram a doar retalhos, fuxico e jeans velhos para confecção das indumentárias. Esse envolvimento familiar transforma o projeto em ação comunitária, e não apenas escolar. A mãe de uma das alunas relatou: "Minha filha antes não queria ir pra escola, agora cobra pra não faltar no dia da oficina". Isso demonstra como a arte desloca a escola do lugar de obrigação para o lugar de desejo.

Outro impacto observado foi na relação com o território. As apresentações na comunidade, em praças e eventos de Tibau do Sul, fizeram os moradores reconhecerem Sibaúma como território de cultura viva. Turistas passaram a buscar a escola para conhecer o trabalho, e a própria comunidade revalorizou seus saberes. A dança quilombola, portanto, não apenas empodera os jovens, mas reposiciona a comunidade no mapa cultural da região. A dança quilombola extrapola a dimensão artística e assume função pedagógica de enfrentamento às desigualdades de gênero, raça e classe, sustentada pelo compromisso da gestão escolar.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que a experiência do Grupo Pérolas Negras entre 2023 e 2026 comprova que a dança quilombola, integrada ao reaproveitamento de resíduos têxteis e sustentada pelo apoio da vice-diretora, coordenador pedagógico e apoio pedagógico, é ferramenta pedagógica eficaz para promoção de equidade racial e sustentabilidade social na escola do campo.

O protagonismo das alunas, dos 11 jovens em perspectiva interseccional de gênero e diversidade e da diretora que também dança, a valorização da cultura afro-brasileira e a transformação de resíduos em indumentária cênica revelam o potencial transformador de práticas educativas contextualizadas. Limita-se pela ausência de financiamento público contínuo.

A limitação do financiamento público aponta para um problema estrutural da educação quilombola no Brasil. Projetos como Pérolas Negras sobrevivem da criatividade e do trabalho voluntário da gestão e docentes. No entanto, a ausência de edital específico e de verba contínua impede a compra de materiais, transporte para eventos e formação específica dos professores.

DOI: 10.51189/vii-coninters/82312

Essa realidade reforça a necessidade de políticas públicas que financiem práticas já existentes e exitosas, ao invés de criar projetos do zero.

Recomenda-se que políticas públicas de educação escolar quilombola incorporem linguagens artísticas e ações sustentáveis como componentes curriculares, garantindo formação docente e apoio da gestão escolar. Recomenda-se ainda que a formação inicial de professores inclua componentes sobre educação escolar quilombola e metodologias artísticas. Muitos docentes chegam à escola do campo sem conhecer a história local, reproduzindo práticas urbanas descontextualizadas. A experiência de Sibaúma comprova que quando o professor estuda o território, ele transforma a sala de aula em espaço de potência. A gestão escolar tem papel central nessa formação continuada. Que outras "Pérolas Negras" do Brasil tenham seus corpos, saberes e territórios reconhecidos como potência educativa.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 10.639, de 9 de janeiro de 2003. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, para incluir no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática "História e Cultura Afro-Brasileira". **Diário Oficial da União**, Brasília, 10 jan. 2003.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25. ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GOMES, N. L. **O Movimento Negro educador: saberes construídos nas lutas por emancipação**. Petrópolis: Vozes, 2017.

LEAL, M. **Dança africana: corpo, ritual e tradição**. 2. ed. Salvador: EDUFBA, 2008.

MUNANGA, K. **Origens africanas do Brasil contemporâneo: histórias, línguas, culturas e civilizações**. São Paulo: Global, 2012.

ONU. **Transformando Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova York: Organização das Nações Unidas, 2015.

DOI: 10.51189/vii-coninters/82312

CARACTERIZAÇÃO DA REGENERAÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS NATIVAS EM UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM CANOINHAS-SC

LAURO WILLIAM PETRENTCHUK; MARIANA JURASZEK BATISTA; JASMINE LUCIANE BOSSE SERINI WOEHL; PETERSON MARCELO ZAPOTOCZNY; MARINA IZABEL ROSA; GABRIEL BREHMER LINZMEIER; DAFNY HACK LIEBEL.

RESUMO

A Floresta Ombrófila Mista (FOM), formação característica do bioma Mata Atlântica no Planalto Norte Catarinense, tem como principal espécie a araucária (*Araucaria angustifolia*). Ao longo do tempo, essa formação sofreu intensa fragmentação devido à expansão das atividades agrícolas e pecuárias, resultando em alterações estruturais e florísticas. Diante desse cenário, estudos sobre regeneração natural tornam-se fundamentais para compreender a dinâmica sucessional e subsidiar estratégias de conservação e restauração florestal, além de determinar a resiliência dos fragmentos, constitui um elemento básico para se planejar e usar os recursos florestais. O presente estudo teve como objetivo caracterizar o componente arbóreo regenerativo de um fragmento secundário de Mata de Araucária localizado na comunidade de Salto da Água Verde, em Canoinhas (SC). Foram instaladas dez parcelas de 1 m², totalizando 10 m² amostrados, onde foram avaliadas a ocorrência de sementes em germinação, plântulas, número de indivíduos e altura dos regenerantes. As coletas ocorreram quinzenalmente durante o primeiro semestre de 2026. Foram registrados 136 indivíduos regenerantes distribuídos em nove espécies arbóreas nativas. As espécies mais abundantes foram guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*), araticum (*Annona rugulosa*), camboim (*Myrciaria cuspidata*) e canela-sebo (*Ocotea puberula*). Também foram encontradas sementes de imbuia (*Ocotea porosa*) e cedro-rosa (*Cedrela fissilis*), indicando potencial de enriquecimento florístico. As plântulas apresentaram alturas entre 5 e 80 cm, com predominância da classe entre 20 e 40 cm. Os resultados evidenciam regeneração natural ativa e contínua, com coexistência de espécies pioneiras e tardias. Apesar do potencial sucessional observado, atividades como pastoreio de ovinos, roçadas e manejo da erva-mate podem limitar o desenvolvimento dos regenerantes e influenciar a dinâmica futura da floresta.

Palavras-chave: Araucária; Manejo; Mata.

1 INTRODUÇÃO

O território do Planalto Norte Catarinense está inserido dentro da área de abrangência do bioma mata atlântica, abrigando uma de suas formações florestais mais características, a floresta ombrófila mista (FOM). Esta formação apresenta espécies e fitofisionomia peculiar, com dossel predominado pela espécie *Araucaria angustifolia*, considerada seu símbolo (Petrentchuk, *et al*., 2016).

DOI: 10.51189/vii-coninters/82416

A floresta ombrófila mista, foi intensamente perturbada e fragmentada para a instalação de práticas agrícolas e pecuárias, reduzindo sua área original. Essas alterações, provavelmente, resultaram em mudanças na sua estrutura e na composição (Higuchi *et al*., 2012).

Em razão da grande fragmentação em que floresta se encontra e das consequências geradas por restrições de fluxos gênicos, com eventual perda de biodiversidade, Ribeiro *et al*. (2013) adverte sobre a urgência da aquisição de informações sobre a composição, estrutura, riqueza e dinâmica sucessional, para a ampliação dos conhecimentos sobre as variações florísticas e estruturais nos trechos de sua ocorrência natural. Porém, é notório que a maioria dos trabalhos referentes a esta região fitogeográfica abordam a estrutura arbórea, havendo uma lacuna para estudos de regeneração florestal para a floresta ombrófila mista (Mazon *et al*., 2019).

O entendimento do processo de regeneração natural e de sua organização espacial em florestas nativas é de grande importância para se compreender o funcionamento de comunidades arbóreas e subsidiar estratégias de conservação e a exploração sustentável de recursos. Em termos de floresta ombrófila mista de Santa Catarina, são raros os trabalhos que avaliam o componente regenerativo (Meyer *et al*., 2013). Desta forma, esta pesquisa objetivou caracterizar o componente arbóreo regenerativo de um fragmento de mata de araucária secundário.

A densidade das araucárias geralmente é baixa, permitindo o desenvolvimento de um sub-bosque (Backes *et al*., 2000). A composição florística do sub-bosque dessas florestas varia de uma região para outra (Fernandes e Backes, 1998). Espécies de sub-bosque são aquelas que completam todo seu ciclo de vida no interior da floresta (Oliveira *et al*., 2001).

As florestas secundárias vêm se destacando em notoriedade em decorrência dos avanços do desmatamento. Apesar disso, muito ainda precisa ser entendido sobre os processos de sucessão secundária. Por isso, informações relacionadas ao potencial regenerativo de áreas florestais, como o banco de semente e de plântulas, são indispensáveis para orientar a recuperação de áreas degradadas (Szuta da Silva *et al*., 2020).

De acordo com Aide *et al*. (2000), a regeneração florestal é justamente uma ferramenta de baixo custo para projetos de recuperação e restauração da biodiversidade, pois baseia-se nestes pressupostos e princípios naturais de sucessão ecológica. Assim sendo, de elevada valia para se determinar a resiliência dos fragmentos e constitui um elemento básico para o planejamento e utilização dos recursos florestais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no território do Planalto Norte Catarinense, no município de Canoinhas. Os dados foram coletados em um fragmento florestal na localidade de Salto da Água Verde (Latitude 26º 12’ 39’’ S e Longitude 50º 23’ 30’’ O), com altitude média de 775 metros) em uma propriedade rural que possui área de mata nativa secundária com aproximadamente 13 hectares e distante cerca de 7,0 km da área urbana do município.

A área do estudo florestal se constitui em um fragmento de floresta secundária em estágio sucessional transitando do médio para avançado, decorrentes de processos antrópicos ocorridos no passado, quando a quase totalidade da floresta primária local foi substituída por áreas agrícolas e áreas de pastagens. Atualmente o fragmento é utilizado na propriedade rural como área de manejo animal por meio do pastoreio de ovinos (Figura 1). Roçadas e manejo extrativista de erva-mate também são realizados na área, o que caracteriza um intenso uso, e de certa forma comprometendo a regeneração florestal.

Essas características de uso e conservação do fragmento nativo podem mostrar dados

que possivelmente interfiram na regeneração e formação fitossociológica da mata.

Foram instaladas 10 parcelas quadradas de 1,00 m², ou seja 10,00 m² amostrados, onde em cada parcela será avaliado a ocorrência de germinação de sementes florestais e ocorrência de plântulas, número de indivíduos e altura de plântula. A determinação do local de cada parcela se dará por sorteio de quadriculas feitas com base em imagem de satélite de cada área proveniente do imageamento do Software *Google Earth* Pro.

Figura 1: Manejo animal no fragmento florestal estudado.
Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Para a determinação da área de 1,00 m² de cada parcela será utilizado um gabarito de madeira no formato quadrado com medidas de 1,00 metro x 1,00 metro. No campo, as parcelas serão instaladas com estacas de madeira com 1,00 metro de altura, circundadas a um terço de altura com ripas laterais para impedir o pastejo pelos ovinos e também impedir a roçada mecânica da vegetação em regeneração.

Para as variáveis de altura de plântulas foram utilizadas réguas e para as demais avaliações foram realizadas análises visuais e registros em formulários específicos de dados de coletas da pesquisa. Posteriormente os dados foram tabulados em planilha de *Microsoft Exce*l.

As informações coletadas a campo ocorreram quinzenalmente durante o primeiro semestre de 2026. Alguns registros de campo foram feitos por meio de fotografia e também através de formulário específico. Com auxílio de GPS realizou-se a marcação de pontos (Latitude e Longitude) de cada parcela, e posteriormente realizado o processamento destes pontos no *Google Earth* Pro e em planilha *Microsoft Excel* para compor um cadastro e mapeamento da ocorrência das parcelas em campo.

As informações coletadas a campo ocorreram quinzenalmente durante o primeiro semestre de 2026. Alguns registros de campo foram feitos por meio de fotografia e também através de formulário específico. Com auxílio de GPS realizou-se a marcação de pontos (Latitude e Longitude) de cada parcela, e posteriormente realizado o processamento destes pontos no *Google Earth* Pro e em planilha *Microsoft Excel* para compor um cadastro e

mapeamento da ocorrência das parcelas em campo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o levantamento foram registrados indivíduos regenerantes pertencentes a nove espécies arbóreas nativas, além da ocorrência de sementes de espécies florestais de importância ecológica. Foram contabilizados 136 indivíduos regenerantes distribuídos entre nove espécies arbóreas (Tabela 1). Resultados semelhantes foram observados por Meyer *et al.* (2013) e Mazon *et al.* (2019), que verificaram elevada diversidade de espécies regenerantes em fragmentos de Floresta Ombrófila Mista, evidenciando a importância da regeneração natural para a manutenção da diversidade florística. A espécie com maior número de indivíduos foi a guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*), seguida por araticum (*Annona rugulosa*), camboim (*Myrciaria cuspidata*) e canela-sebo (*Ocotea puberula*). A mamica-de-cadela (*Zanthoxylum rhoifolium*) apresentou a menor ocorrência entre as espécies registradas.

Tabela 1. Espécies regenerantes encontradas nas parcelas amostradas.

Espécie	**Nome científico**	**Família**	**Nº de indivíduos**	**Frequência relativa (%)**
Guabiroba	*Campomanesia xanthocarpa*	Myrtaceae	28	20,6
Araticum	*Annona rugulosa*	Annonaceae	24	17,6
Camboim	*Myrciaria cuspidata*	Myrtaceae	21	15,4
Canela-sebo	*Ocotea puberula*	Lauraceae	18	13,2
Pinheiro-bravo	*Podocarpus lambertii*	Podocarpaceae	14	10,3
Tarumã	*Vitex megapotamica*	Lamiaceae	11	8,1
Guaçatonga	*Casearia sylvestris*	Salicaceae	9	6,6
Araucária	*Araucaria angustifolia*	Araucariaceae	7	5,1
Mamica-de-cadela	*Zanthoxylum rhoifolium*	Rutaceae	4	3,1
Total			**136**	**100,0**

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Observou-se a ocorrência de pelo menos três espécies regenerantes em todas as parcelas avaliadas, evidenciando uma distribuição relativamente homogênea da regeneração natural ao longo da área amostrada. As parcelas apresentaram diferentes combinações florísticas, indicando heterogeneidade ambiental e diferentes condições microclimáticas no interior do fragmento.

Além das plântulas regenerantes, foram encontradas sementes em processo de germinação em cinco das dez parcelas avaliadas.

Em três parcelas foram registradas sementes de imbuia (*Ocotea porosa*), enquanto em duas parcelas foram encontradas sementes de cedro-rosa (*Cedrela fissilis*). Nas demais parcelas foram observadas apenas plântulas já estabelecidas das espécies regenerantes identificadas no levantamento. A ocorrência de sementes de imbuia e cedro-rosa é um indicativo importante da presença de fontes de propágulos na paisagem e demonstra potencial

para a incorporação de espécies de elevado valor ecológico e madeireiro à estrutura futura da floresta.

A altura dos indivíduos regenerantes variou entre 5 cm e 80 cm, evidenciando a presença de plântulas estabelecidas em diferentes períodos de germinação e recrutamento. A distribuição dos indivíduos por classes de altura está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Distribuição das plântulas por classes de altura.

Classe de altura	**Número de indivíduos**	**Percentual (%)**
5 a 20 cm	42	30,9
20,1 a 40 cm	48	35,3
40,1 a 60 cm	30	22,1
60,1 a 80 cm	16	11,7
Total	**136**	**100,0**

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

A predominância de indivíduos nas classes entre 20 e 40 cm sugere estabelecimento recente e contínuo da regeneração natural. A maior concentração de indivíduos nas menores classes de altura é característica de florestas em processo contínuo de recrutamento, indicando renovação da comunidade arbórea (Souza e Soares, 2013). Entretanto, a presença de indivíduos com até 80 cm de altura demonstra que parte dos regenerantes consegue permanecer na área por períodos mais longos, apesar das interferências decorrentes do pastoreio de ovinos e do manejo da erva-mate.

Os resultados indicam que o fragmento apresenta regeneração natural ativa, caracterizada pela coexistência de espécies pioneiras, secundárias iniciais e secundárias tardias. A elevada abundância de guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa*), araticum (*Annona rugulosa*) e camboim (*Myrciaria cuspidata*) demonstra que o ambiente ainda apresenta características associadas a áreas em recuperação, favorecendo espécies adaptadas a condições de maior luminosidade. O predomínio de espécies como guabiroba e araticum está associado ao comportamento ecológico de espécies pioneiras e secundárias iniciais, frequentemente favorecidas em áreas submetidas a distúrbios e maior disponibilidade de luz (Budowski, 1965; Carvalho, 2003).

Por outro lado, a presença de espécies como canela-sebo (*Ocotea puberula*), pinheiro-bravo (*Podocarpus lambertii*), araucária (*Araucaria angustifolia*) e a ocorrência de sementes de imbuia (*Ocotea porosa*) e cedro-rosa (*Cedrela fissilis*) evidenciam processos ecológicos compatíveis com estágios mais avançados de sucessão florestal. A presença de sementes de espécies tardias e de elevado valor ecológico indica a existência de fontes de propágulos e de processos ativos de dispersão, fatores fundamentais para a manutenção da sucessão florestal (Aide *et al*., 2000; Gandolfi *et al*., 2007). Para Backes, 2009; Vibrans *et al*., 2013 a regeneração de espécies típicas da Floresta Ombrófila Mista, como araucária, imbuia e pinheiro-bravo, sugere a manutenção de processos ecológicos compatíveis com estágios mais avançados de conservação da floresta.

A presença simultânea de plântulas em diferentes classes de altura e de sementes recém-germinadas sugere que o processo de recrutamento ocorre de forma contínua ao longo do tempo. No entanto, as atividades de pastoreio, roçadas periódicas e manejo extrativista da

erva-mate podem representar fatores limitantes ao desenvolvimento dos indivíduos regenerantes, especialmente das espécies de crescimento mais lento.

4 CONCLUSÃO

A regeneração natural do fragmento estudado apresentou elevada diversidade florística, com predominância de guabiroba, araticum e camboim. A ocorrência de espécies típicas da Floresta Ombrófila Mista, associada à presença de sementes de imbuia e cedro-rosa, demonstra potencial de continuidade do processo sucessional. A presença de indivíduos em diferentes classes de altura confirma a ocorrência de recrutamento contínuo, embora a intensidade do uso da área possa influenciar a dinâmica da regeneração e o estabelecimento futuro das espécies arbóreas nativas.

REFERÊNCIAS

AIDE, T. M.; ZIMMERMAN, J.; PASCARELLA, J.; RIVERA, L.; MARCANO-VEGA, H. *Forest regeneration in a chronosequence of tropical abandoned pastures: implications for restoration ecology.* **Restoration Ecology**, v. 8, p. 328-338, 2000. Disponível em: https://encurtador.com.br/BhMj . Acesso em 03 Jun. 2026.

AIDE, T. M.; ZIMMERMAN, J. K.; ROSARIO, M.; MARCANO-VEGA, H. *Forest recovery in abandoned tropical lands: a review of patterns and processes*. **Forest Ecology and Management**, v. 99, p. 69–76, 2000.

BACKES, A.; FERNANDES, A.V.; ZENI, D.J Produção de folhedo em uma floresta com *Araucaria angustifolia* no sul do Brasil. **Pesquisa-Botânica**, São Leopoldo, n. 50, p. 97-117, 2000.

BACKES, J. **Floresta com Araucária**: as árvores, a flora e a fauna. Porto Alegre: Paisagem do Sul, 2009.

BUDOWSKI, G. *Distribution of Tropical American Rain Forest Species in the Light of Successional Processes.* **Turrialba**, v. 15, n. 1, p. 40–42, 1965.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo: Embrapa Florestas, 2003. v. 1.

FERNANDES, A. V.; BACKES, A. Produtividade primária em floresta com *Araucaria angustifolia* no Rio Grande do Sul. Iheringia - **Botânica**, Porto Alegre, v. 51, n. 1, p. 63-78, 1998.

GANDOLFI, S.; RODRIGUES, R. R. Metodologias de restauração florestal. **In: Manejo ambiental e restauração de áreas degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. p. 109–139.

HIGUCHI, P., DA SILVA, A.C.; FERREIRA, T.S.; DE SOUZA, S.T.; GOMES, J.P.; DA SILVA, K.M.; SANTOS, K.F. *Floristic composition and phytogeography of the tree component of Araucaria Forest fragments in southern Brazil*. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 145-157, 2012a. Disponível Em: https://encurtador.com.br/DLLv . Acesso em 31 Mai. 2026.

MAZON, J. A.; SILVA, R.A.R.; WATZLAWICK, L.F. Estrutura e composição da regeneração natural em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista secundária *in:* **Pesquisa Florestal Brasileira**., Colombo, v. 39, p. 1-16, 2019. Disponível em: https://pfb.sede.embrapa.br/pfb/article/view/1698 . Acesso em 01 Jun. 2026

MEYER, L.; GASPER, A.L.; SEVEGNANI, L.; SCHORN, L.A.; LINGNER, D.V.; VERDI, M.; SANTOS, A.S.; DREVECK, S.; KORTE, A. Regeneração natural da Floresta Ombrófila Mista em Santa Catarina. *In*: Vibrans, A.C.; (Org.). **Floresta Ombrófila Mista. Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina.** Blumenau: Edifurb, 2013. v.3, p. 191-222.

OLIVEIRA, R. J.; MANTOVANO, V.; de MELO, M.M.R.F. Estrutura do componente arbustivo-arbóreo da floresta Atlântica de encosta. Peruíbe, SP. **Acta Botanica Brasileira**., Rio de Janeiro, v. 15, n. 3, p. 391-412, 2001. Disponível em: https://www.scielo.br/j/abb/a/WT3cVX9mxkQK3R7Cvsr3HvJ/?lang=pt Acesso em 02 Jun. 2026.

PETRENTCHUK, L.W.; SCHINATO, F.; MARCHESAN, J. Possibilidades e Desafios do Manejo de Fragmentos de Floresta Ombrófila Mista como Alternativa de Desenvolvimento no Planalto Norte Catarinense. **DRd –Desenvolvimento Regional em debate**. v. 6, n. 2, ed. esp., p. 104-126, jul. 2016. Disponível em: https://www.periodicos.unc.br/index.php/drd/article/view/1207. Acesso em 03 Jun. 2026.

RIBEIRO, T. M.; IVANAUSKAS, N.M.; MARTINS, S.V.; POLISEL, R.T.;dos SANTOS, R.L.R.; NETO, A.M. *Mixed rain forest in southeastern Brazil: tree species regeneration and floristic relationships in a remaining stretch of forest near the city of Itaberá, Brazi*l. **Acta Botanica Brasilica**, v. 27, n. 1, p. 71–86, 2013. Disponível em: https://encurtador.com.br/Vdid. Acesso em 30 Mai. 2026.

SOUZA, A. L.; SOARES, C. P. B. **Florestas Nativas**: Estrutura, Dinâmica e Manejo. Viçosa: Editora UFV, 2013. 322 p.

SZUTA da SILVA, D.;BENTOS, T.V.; da SILVA, A.K.M.; TAKACS, C.R.T.; FERREIRA, E.J.L. Caracterização da Regeneração em um Fragmento Florestal Secundário em rio Branco Acre *in:* IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. **XI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Vitória/ES, 2020. Disponível em: https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2020/VI-008.pdf . Acesso em 03 Jun. 2026.

VIBRANS, A. C.; SEVEGNANI, L.; GASPER, A. L.; LINGNER, D. V. (Org.). **Inventário Florístico Florestal de Santa Catarina** – Floresta Ombrófila Mista. Blumenau: Edifurb, 2013.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS COMO ESTRATÉGIAS PARA A SUSTENTABILIDADE NO TURISMO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

GUIA VALOES;

Introdução: O crescimento das atividades turísticas tem contribuído para o desenvolvimento econômico de diversas regiões, porém também pode gerar impactos ambientais significativos, especialmente relacionados à geração de resíduos sólidos e ao uso inadequado dos recursos naturais. Nesse contexto, a sustentabilidade ambiental surge como um princípio fundamental para a promoção de práticas turísticas responsáveis, capazes de conciliar desenvolvimento econômico, preservação ambiental e bem-estar social. **Objetivo:** Analisar, por meio de revisão bibliográfica, a importância da educação ambiental e da gestão de resíduos sólidos como estratégias para fortalecer a sustentabilidade no turismo. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão bibliográfica de caráter descritivo, realizada a partir da análise de publicações científicas, livros, documentos técnicos e legislações relacionadas à sustentabilidade ambiental, educação ambiental, turismo sustentável e gestão de resíduos sólidos. Foram selecionados estudos que abordam práticas de conservação ambiental e ações voltadas à redução dos impactos ambientais decorrentes das atividades turísticas. **Resultados:** A literatura analisada evidencia que a educação ambiental desempenha papel essencial na sensibilização de turistas, gestores e comunidades locais quanto à adoção de comportamentos sustentáveis. Além disso, a implementação de sistemas eficientes de gestão de resíduos sólidos, incluindo coleta seletiva, reciclagem e logística reversa, contribui para a redução da poluição ambiental e para a conservação dos ecossistemas. Os estudos também demonstram que destinos turísticos que incorporam práticas sustentáveis apresentam maior valorização social, ambiental e econômica, fortalecendo sua competitividade e atratividade. **Conclusão:** Conclui-se que a educação ambiental associada à gestão adequada dos resíduos sólidos constitui uma importante ferramenta para a promoção da sustentabilidade no turismo. A adoção dessas estratégias favorece a conservação dos recursos naturais, a melhoria da qualidade ambiental dos destinos turísticos e o fortalecimento do desenvolvimento sustentável, beneficiando tanto as gerações atuais quanto as futuras

Palavras-chave: **EDUCAÇÃO AMBIENTAL; GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS; TURISMO SUSTENTÁVEL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/82490

ZONEAMENTO DA APTIDÃO TÉRMICA ATUAL E FUTURA PARA O CULTIVO DE *Coffea arabica* E *Coffea canephora* NO MUNICÍPIO DE CASTELO – ES

JONATHAN DE ARAUJO ZANELATO; CARLA CARETA ESCHETTINO; DOUGLAS GONZAGA DE SOUZA

RESUMO

A cafeicultura constitui uma das principais atividades econômicas do Espírito Santo, destacando-se pela produção de *Coffea arabica* e *Coffea canephora*. Entretanto, as mudanças climáticas têm alterado as condições ambientais necessárias ao desenvolvimento dessas espécies, podendo modificar a distribuição das áreas aptas ao cultivo. Este trabalho teve como objetivo realizar o zoneamento da aptidão térmica atual (1994–2023) e futura (2100) para o cultivo de *C. arabica* e *C. canephora* no município de Castelo–ES. Foram utilizados dados de temperatura máxima e mínima obtidos da base TerraClimate, processados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), por meio do software QGIS 3.36.0. A temperatura média anual foi estimada conforme metodologia da FAO e, posteriormente, reclassificada de acordo com as exigências térmicas das espécies. Para as projeções futuras, foram utilizados os cenários SSP1-1.9, SSP2-4.5 e SSP5-8.5 do Sexto Relatório de Avaliação do IPCC. Os resultados indicaram que, nas condições atuais, *C. arabica* apresenta maior aptidão térmica no município, especialmente nas áreas de maior altitude, onde as temperaturas são mais favoráveis ao seu desenvolvimento. Em contrapartida, o aumento das temperaturas projetado para 2100 favorece a expansão das áreas aptas ao cultivo de *C. canephora*, enquanto reduz significativamente a aptidão para *C. arabica*, sobretudo nos cenários de maior concentração de gases de efeito estufa. As alterações projetadas evidenciam uma possível mudança na distribuição espacial das áreas favoráveis à cafeicultura no município. Conclui-se que as mudanças climáticas poderão provocar impactos expressivos na produção cafeeira de Castelo–ES, reforçando a necessidade de planejamento agrícola e adoção de estratégias de adaptação, como o uso de cultivares mais tolerantes ao calor, manejo adequado do solo e da água e conservação de áreas de maior altitude. Dessa forma, o zoneamento climático constitui importante ferramenta para orientar decisões agrícolas e contribuir para a sustentabilidade e resiliência da cafeicultura municipal diante dos cenários climáticos futuros.

Palavras-chave: Cafeicultura; Clima; Geotecnologias

1- INTRODUÇÃO

A cafeicultura possui grande relevância econômica e social no Espírito Santo, estado que ocupa posição de destaque na produção nacional de café arábica e, principalmente, de café conilon. O município de Castelo, localizado na região sul capixaba, apresenta tradição na atividade cafeeira, favorecida pela diversidade de relevo e condições climáticas.

Entretanto, o aumento das temperaturas médias globais e a ocorrência de eventos climáticos extremos representam desafios crescentes para a sustentabilidade da produção agrícola. O cafeeiro é uma cultura sensível às condições térmicas, apresentando faixas ideais

DOI: 10.51189/vii-coninters/82494

distintas para cada espécie. Enquanto *Coffea arabica* desenvolve-se melhor entre 19 e 22 °C, *Coffea canephora* apresenta melhor desempenho em temperaturas entre 22 e 26 °C (Camargo, 2010; Matiello et al., 2020).

Nesse contexto, o zoneamento climático constitui importante ferramenta para subsidiar o planejamento agrícola, permitindo identificar áreas mais adequadas ao cultivo e antecipar possíveis impactos decorrentes das mudanças climáticas. Assim, este trabalho teve como objetivo realizar o zoneamento da aptidão térmica atual e futura para o cultivo de *Coffea arabica* e *Coffea canephora* no município de Castelo–ES.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O município de Castelo localiza-se na região sul do Espírito Santo, apresentando altitudes que variam de aproximadamente 100 a 1.200 metros. O clima predominante é tropical úmido, com precipitação anual entre 1.200 e 1.600 mm.

Foram utilizados dados de temperatura máxima e mínima provenientes da base TerraClimate para o período de 1994 a 2023. A temperatura média anual foi calculada conforme metodologia recomendada pela FAO, utilizando a média entre as temperaturas máximas e mínimas.

As análises espaciais foram realizadas no software QGIS 3.36.0. Inicialmente, foram elaborados mapas de temperatura média anual para o período histórico. Em seguida, os dados foram reclassificados conforme as exigências térmicas das espécies, estabelecidas por Matiello et al. (2020), definindo-se as classes apta, restrita e inapta.

Para a avaliação das condições futuras, foram considerados os cenários climáticos SSP1-1.9, SSP2-4.5 e SSP5-8.5 do IPCC (2023), que representam aumentos médios de temperatura de 1,4 °C, 2,4 °C e 4,4 °C, respectivamente. Os incrementos térmicos foram incorporados aos dados históricos por meio da Calculadora Raster do QGIS, gerando mapas de aptidão térmica futura para ambas as espécies.

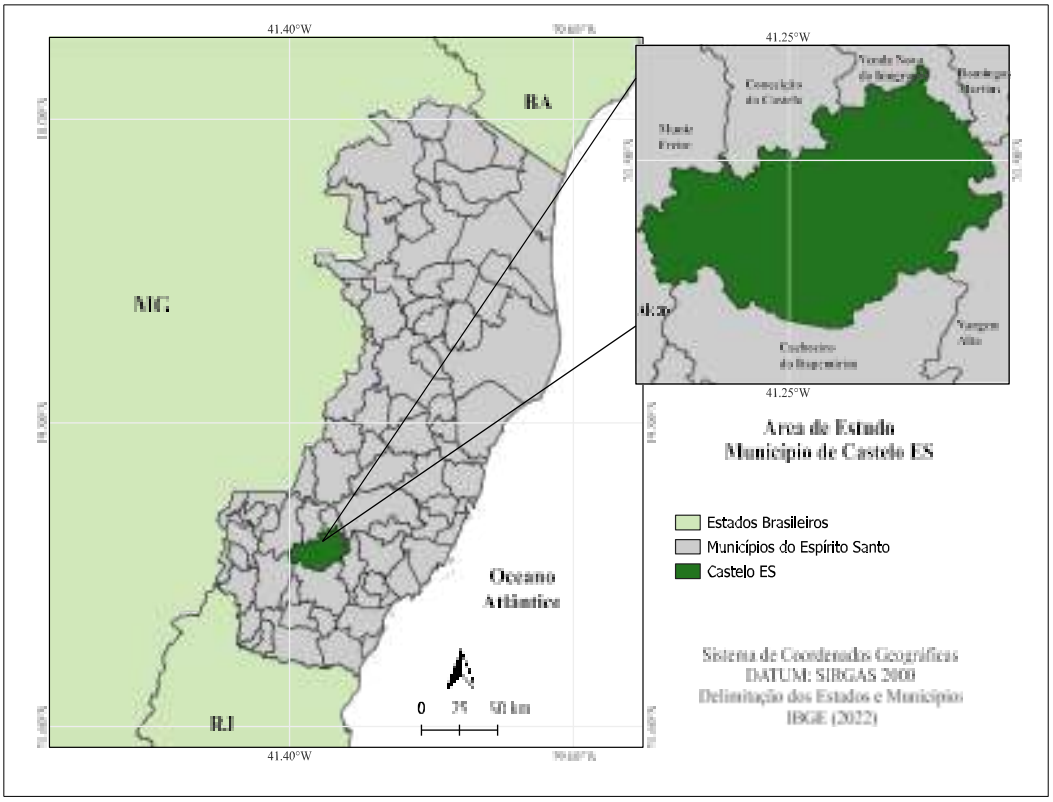


Figura 1. Município de Castelo ES, fonte: ZANELATO (2025)

DOI: 10.51189/vii-coninters/82494

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstram diferenças significativas entre as espécies avaliadas. No cenário atual (1994–2023), *Coffea arabica* apresenta maior adequação térmica no município de Castelo, com 368,31 km² classificados como aptos. Essa condição está associada à presença de áreas serranas e altitudes elevadas, que proporcionam temperaturas mais amenas.

Por outro lado, *Coffea canephora* apresenta apenas 117,85 km² de áreas aptas, enquanto 414,76 km² são classificados como inaptos. Tal resultado evidencia que grande parte do município apresenta temperaturas inferiores à faixa considerada ideal para a espécie.

As projeções climáticas indicam mudanças importantes na distribuição da aptidão térmica ao longo do século XXI. Para *Coffea canephora*, observa-se expansão progressiva das áreas aptas em todos os cenários analisados. No cenário SSP1-1.9, a área apta aumenta para 240,45 km², alcançando 340,67 km² no SSP2-4.5 e 481,03 km² no SSP5-8.5.

O comportamento de *Coffea arabica* é inverso. A elevação da temperatura provoca redução gradual das áreas adequadas ao cultivo. No cenário SSP1-1.9, a área apta diminui para 340,75 km², reduzindo-se para 320,74 km² no SSP2-4.5. No cenário SSP5-8.5, a área apta cai drasticamente para apenas 100,26 km², enquanto as áreas inaptas passam a representar a maior parte do território municipal.

Os resultados corroboram estudos que apontam elevada sensibilidade térmica do café arábica e maior tolerância do café conilon às condições de aquecimento global (Bunn et al.,
2015; IPCC, 2021). Dessa forma, o município poderá experimentar uma reconfiguração produtiva, com expansão do cultivo de conilon e retração do arábica para áreas de maior altitude.

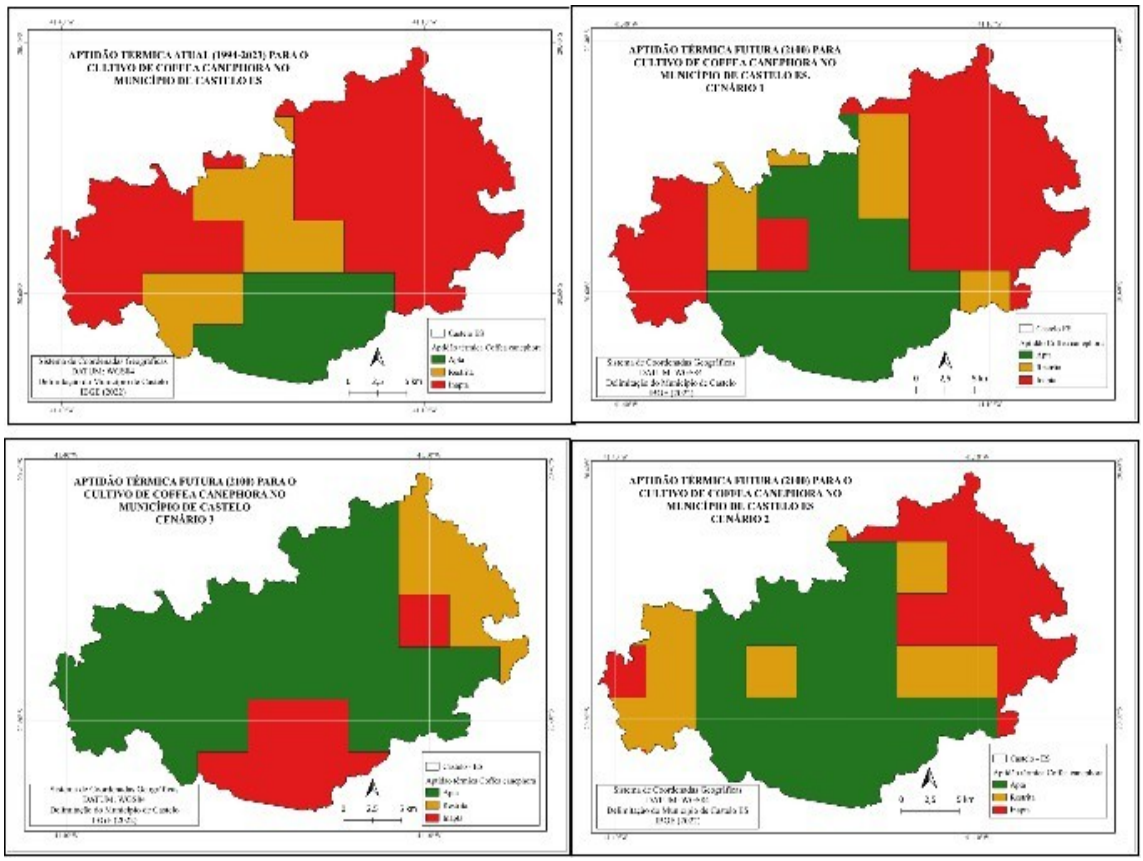


Figura 2. Aptidão térmica Coffea canephora. Fonte: ZANELATO (2025)

Tabela 1- Aptidão térmica Coffea canephora, Fonte: ZANELATO (2025)

Aptidão	Cenário Atual	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Apta	117,85Km^2	240,45Km^2	340,67Km^2	481,03Km^2
Restrita	130,90Km^2	100,22Km^2	160,34Km^2	80,21Km^2
Inapta	414,76Km^2	340,79Km^2	180,44Km^2	120,22Km^2

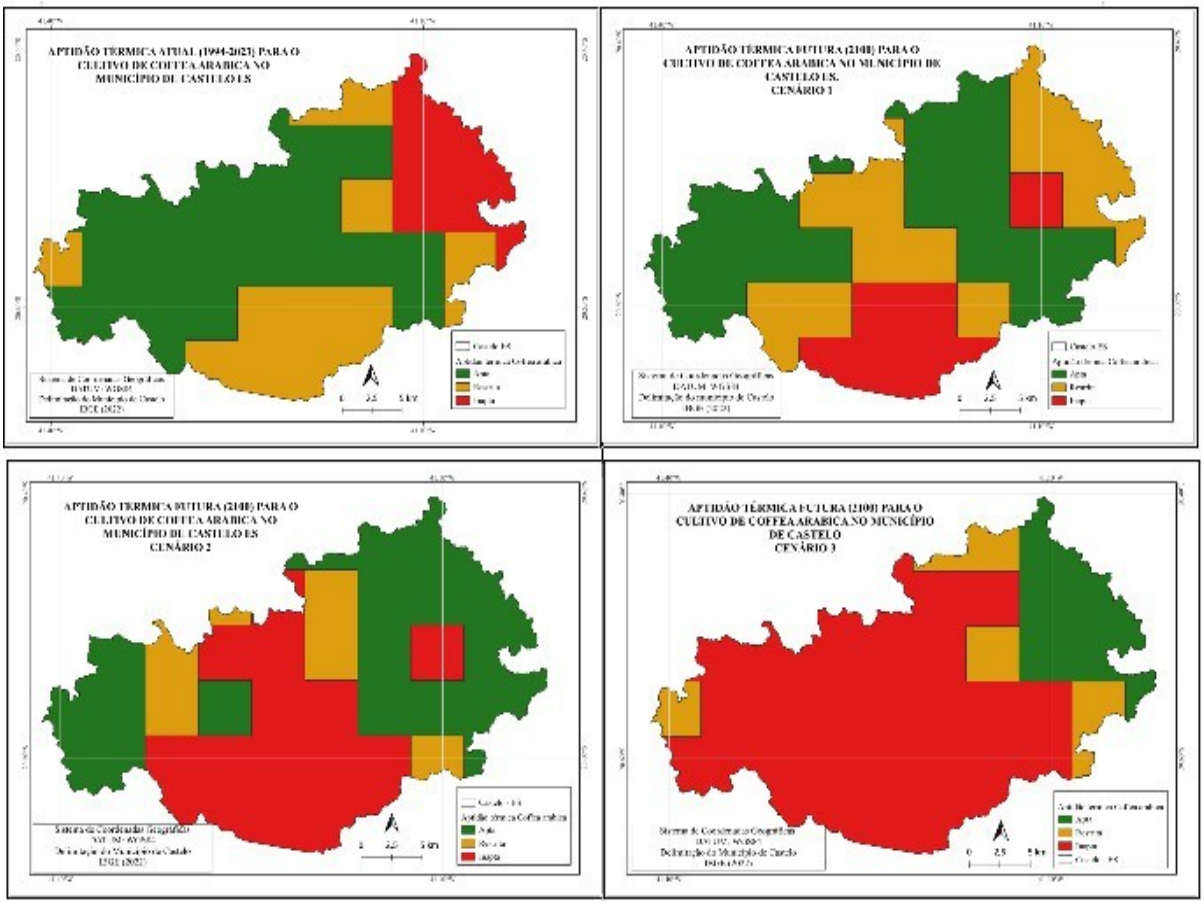


Figura 3- Aptidão térmica Coffea arabica. Fonte: ZANELATO (2025)

Tabela 2- Aptidão térmica para o cultivo de Coffea arabica Km^2

Aptidão	Cenário Atual	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
Apta	368,31Km^2	340,75Km^2	320,74Km^2	100,26Km^2
Restrita	191,60Km^2	220,49Km^2	100,22Km^2	80,19Km^2
Inapta	103,60Km^2	120,22Km^2	260,50Km^2	501,00Km^2

4 CONCLUSÃO

O município de Castelo apresenta atualmente maior aptidão térmica para o cultivo de *Coffea arabica*, especialmente nas áreas de maior altitude. Entretanto, os cenários futuros indicam que o aumento das temperaturas poderá reduzir significativamente as áreas adequadas para essa espécie.

Em contrapartida, *Coffea canephora* tende a ampliar sua área potencial de cultivo,

beneficiando-se das condições térmicas projetadas para as próximas décadas. Os resultados evidenciam a necessidade de planejamento territorial, adoção de estratégias de adaptação climática e utilização de ferramentas de geoprocessamento para orientar a sustentabilidade da cafeicultura regional.

REFERÊNCIAS

ALVES, R. S. et al. **Zoneamento agrícola e riscos climáticos: avanços e desafios.** *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 13, n. 06, p. 2984-3002, 2020.

BUNN, C. et al. **A bitter cup: climate change profile of global production of Arabica and Robusta coffee**. *Climatic Change*, v. 129, p. 89–101, 2015.

CAMARGO, M. B. P. de. **The impact of climatic variability and climate change on arabica coffee crop in Brazil**. *Bragantia*, v. 69, n. 1, p. 239–247, 2010.

CARVALHO JÚNIOR, O. A. et al. **Análise espacial aplicada ao zoneamento agrícola em ambientes tropicais.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 27, n. 2, p. 145–156, 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. ***Zoneamento agrícola de risco climático*.** Brasília, DF: EMBRAPA, 2019.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. ***Agrometeorological methods and tools for climate risk reduction in agriculture*.** Rome: FAO, 2017.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. ***Base Cartográfica Contínua ao Milionésimo – BCIM*.** Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. ***Relatório técnico anual*.** Vitória: INCAPER, 2021.

INCAPER. Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural. ***Panorama da cafeicultura capixaba 2022*.** Vitória: INCAPER, 2022.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. ***Climate Change 2021: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report.** Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. ***Sixth Assessment Report (AR6) – Synthesis Report*.** Geneva: IPCC, 2023.

LADERO, M. et al. **Climate change impacts on coffee production: a global review.** *Environmental Research Letters*, v. 15, p. 1–14, 2020.

MATIELLO, J. B. et al. ***Café conilon e café arábica: recomendações técnicas e zoneamento climático*.** Vitória: INCAPER, 2020.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. ***QGIS Geographic Information System. Version 3.36.0 – Prizren*.** Open Source Geospatial Foundation, 2023.

TERRACLIMATE. University of Idaho. ***Global Climate Data – TerraClimate Dataset*.** Idaho: University of Idaho, 2023.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

MUDANÇAS NO USO E COBERTURA DO SOLO E SUA RELAÇÃO COM O RISCO DE INUNDAÇÕES EM UMA CIDADE MÉDIA DO SUL DO BRASIL

KAREENN CRISTINA ZANELA DIENER; ANA EMILIA SIEGLOCH; LENITA AGOSTINETO

Introdução: O crescimento urbano associado à impermeabilização das superfícies e às alterações na cobertura vegetal tem sido apontado como um dos principais fatores relacionados ao aumento da vulnerabilidade hidrológica em cidades médias brasileiras. Em Lages (SC), a expansão urbana observada nas últimas décadas ocorreu simultaneamente ao aumento da frequência de eventos hidrológicos extremos, demandando análises integradas entre dinâmica territorial e risco de inundações. **Objetivo:** Analisar a relação entre densificação urbana, impermeabilização das superfícies, mudanças na cobertura do solo e ocorrência de eventos hidrológicos extremos no município de Lages (SC), entre 1985 e 2024. **Metodologia:** Foi realizada análise multitemporal do uso e cobertura do solo utilizando imagens Landsat processadas por classificação supervisionada Random Forest. Foram avaliadas quatro classes de uso do solo (vegetação arbórea, vegetação rasteira, solo exposto e área urbana), além dos índices espectrais NDVI, NDBI e SAVI. Os resultados foram integrados a registros históricos de eventos hidrológicos extremos, dados topográficos e análises estatísticas baseadas nos coeficientes de correlação de Pearson e Spearman. **Resultados:** A área urbana apresentou crescimento de aproximadamente 65%, passando de 21,93 km² para 35,75 km² entre 1985 e 2024. No mesmo período, observou-se redução expressiva da vegetação rasteira, de 51,91 km² para 23,09 km²[2]. As análises indicaram associação positiva entre expansão urbana e ocorrência de eventos hidrológicos extremos ($r = 0,847$), enquanto a vegetação apresentou associação negativa ($r = -0,823$). Os resultados também evidenciaram aumento dos valores de NDBI e redução dos índices NDVI e SAVI, indicando intensificação dos processos de artificialização da paisagem. As áreas mais suscetíveis aos impactos concentraram-se em fundos de vale e setores de baixa declividade ocupados pela expansão urbana recente. **Conclusão:** Os resultados demonstram que as transformações territoriais ocorridas em Lages contribuíram para o aumento da vulnerabilidade hidrológica urbana. A expansão das superfícies impermeáveis e a redução das áreas vegetadas mostraram-se fortemente associadas ao aumento dos eventos hidrológicos extremos. Os achados reforçam a necessidade de incorporar infraestrutura verde, soluções baseadas na natureza e critérios hidrológicos ao planejamento urbano de cidades médias.

Palavras-chave: **DENSIFICAÇÃO URBANA; MUDANÇA DE COBERTURA DO SOLO; RISCO DE INUNDAÇÕES**

DOI: 10.51189/vii-coninters/82509

COBOGÓ CULTURAL: EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E SUSTENTABILIDADE SOCIAL NA FORMAÇÃO DE JOVENS DO CURSO DE DESIGN DE INTERIORES

KETSIA ANNE DE OLIVEIRA FRAZÃO; GABRIELA GOUVEIA LUCENA PAIVA; RAISSA SILVA RODRIGUES

RESUMO

O projeto Cobogó Cultural foi desenvolvido junto aos estudantes do curso técnico de Design de Interiores da Escola Cidadã Integral Técnica (ECIT) Papa Paulo VI, em João Pessoa-PB, com o objetivo de promover a Educação Profissional e Tecnológica (EPT) articulada à sustentabilidade social por meio da valorização da cultura nordestina e da resolução de problemas reais vivenciados pelos estudantes. Os cobogós constituem uma solução arquitetônica sustentável, ao favorecerem a ventilação cruzada, a entrada de luz natural e o sombreamento dos ambientes, reduzindo a necessidade de climatização artificial e o consumo de energia. Além disso, sua versatilidade permite utilizar materiais de baixo impacto ambiental, conciliando eficiência, conforto e valorização da cultura regional. Fundamentado nas metodologias ativas da Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) e do Design Thinking, o trabalho propôs que os estudantes observassem suas residências, identificassem problemáticas que tivessem relação com conforto térmico e setorização de espaços e, assim, desenvolvessem protótipos de cobogós funcionais utilizando materiais acessíveis. As etapas de aplicação consistiram em: ideação, concepção, prototipagem e exposição. A análise dos resultados foi feita por meio de registros fotográficos, análise dos protótipos e avaliação dos protótipos feita pelos docentes do curso por meio de critérios pré-estabelecidos. Os resultados apontaram mudanças significativas nas habilidades técnicas e no protagonismo dos estudantes, contribuindo para a formação de cidadãos comprometidos com práticas sustentáveis e com a transformação de seus contextos, demonstrando o potencial da EPT para promover a sustentabilidade, ao integrar saberes técnicos, cultura regional e responsabilidade socioambiental, formando jovens capazes de propor soluções inovadoras e sustentáveis para os desafios presentes em suas realidades.

Palavras-chave: Conforto ambiental; Capacitação técnica; Responsabilidade socioambiental;

1 INTRODUÇÃO

Segundo estudos sobre a habitação social, existe uma carência de opções arquitetônicas acessíveis que propiciem mais qualidade aos espaços habitacionais, principalmente quanto ao conforto ambiental (Bonduki, 1998). Dentre as alternativas apontadas referente a este indicador, está a utilização de cobogós nas estruturas da habitação. Segundo Vieira, Borba e Rodrigues (2012), cobogó ou cobogó é um elemento arquitetônico vazado, feito de cimento, cuja principal função é separar o interior do exterior sem comprometer a entrada de luz natural e a ventilação.

Os cobogós fazem parte da história, da paisagem e da identidade cultural nordestina, pois vivemos em uma região de clima quente, e seu uso é uma solução sustentável que promove ventilação cruzada, diminuindo a necessidade de climatização artificial, além de permitir o sombreamento e a passagem de luz natural. Pinto *et al.* (2015) enfatizam que

“atualmente, apesar de o cobogó ainda estar presente em diversas edificações, este tem sido gradativamente substituído pelos sistemas de condicionamento de ar mecânico, que apresentam um alto grau de consumo energético. Contudo, as crescentes preocupações com questões relacionadas à sustentabilidade estão promovendo cada vez mais pesquisas que visam identificar soluções alternativas que possibilitem a redução do consumo energético ao longo da vida útil do edifício”.

De acordo com Araújo (2025, p. 2264):

> “O cobogó contribui para três dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU: ODS3 (Saúde e bem-estar), ao promover conforto ambiental; ODS7 (Energia Limpa e Acessível), ao reduzir consumo de energia com refrigeração e iluminação artificial; e ODS9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura), ao viabilizar adaptabilidade das edificações frente a mudanças climáticas”.

Sendo assim, a iniciativa contribui para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030.

A intervenção Cobogó Cultural foi desenvolvida junto aos alunos de Design de Interiores da Escola Cidadã Integral (ECIT) Papa Paulo VI, localizada no bairro de Cruz das Armas, em João Pessoa - PB. Primeiramente, foi solicitado que os alunos observassem os cobogós presentes na escola, o que levou à reflexão sobre o papel do elemento arquitetônico não apenas naquele ambiente, mas em todo contexto escolar, nas residências e nas mais diversas paisagens urbanas do nordeste.

Além do benefício de permitir a ventilação cruzada, também foi introduzido junto aos estudantes o papel frente à iluminação natural dos espaços, divisão de ambientes, privacidade e sombreamento, e, logo após, foi solicitado que eles observassem a arquitetura de suas próprias residências para que discutíssemos em sala de aula se a inclusão deste elemento em suas casas poderia colaborar positivamente em algum destes aspectos. Assim, verificou-se que a maioria vive em locais com pouca infraestrutura e muitos relataram, ainda, a ausência de privacidade em casa, a necessidade de compartilhar espaços com outros familiares, além da falta de ventilação e iluminação adequadas.

A proposta está inserida no campo da sustentabilidade social, ao buscar conceder acesso dos estudantes a conhecimentos técnicos como instrumento para modificar o contexto em que vivem, fortalecendo o protagonismo estudantil, a valorização da identidade cultural nordestina e a capacidade de transformação das condições de vida em suas comunidades, contribuindo assim com uma formação omnilateral.

Diante disso, delimitou-se como objetivo principal desenvolver, em conjunto com os alunos do curso técnico de Design de Interiores da ECIT Papa Paulo VI, cobogós como atividade prática, articulando o ensino e a conscientização sobre melhorias nas condições ambientais das residências dos próprios estudantes, por meio de solução acessível, sustentável e culturalmente relevante. Para alcançar o presente objetivo, foram definidos os seguintes objetivos específicos: 1. Fortalecer o protagonismo estudantil e a capacidade de resolução de problemas dos alunos mediante um projeto com impacto para a comunidade; 2. Desenvolver competências técnicas e criativas no uso de elementos arquitetônicos e de design, com foco em soluções sustentáveis e culturais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Elementos como paredes vazadas e cobogós são respostas ao clima quente, com o objetivo de melhorar o conforto térmico e lumínico dos ambientes sem o uso de tecnologias sofisticadas ou consumo de energia. De acordo com Oliver (2006), “a arquitetura vernacular é

a linguagem arquitetônica do povo que possui dialetos étnicos locais e regionais e, por esse motivo, pode ser compreendida como uma identidade cultural local".

A intervenção nasceu da observância da arquitetura do cotidiano urbano escolar, residências e comunidades em que vivem os alunos, com o objetivo de desenvolver protótipos funcionais de cobogós e conscientizá-los sobre como podem, utilizando materiais acessíveis, propor mudanças para melhorar seus contextos de forma consciente, sustentável e integrada à nossa cultura. "A prática educativa deve articular teoria e prática em uma totalidade" (Saviani, 2003, p.71)

Com foco em atingir os objetivos indicados neste projeto e garantir a implementação adequada, a iniciativa Cobogó Cultural foi desenvolvida por meio das seguintes etapas: 1. Ideação: estudos sobre conforto térmico e pesquisas sobre padrões de cobogós nordestinos; 2. Concepção: reinterpretação e produção de desenhos com os padrões a serem replicados nos cobogós, 3. Prototipagem: produção de cobogós físicos e funcionais utilizando materiais acessíveis, 4. Exposição: mostra pública dos protótipos desenvolvidos no evento Mostra Como Faz 2026 e 5. Análise dos resultados: avaliação dos dados do projeto.

Metodologicamente, foi utilizada na concepção dessa proposta o Design Thinking, que caracteriza-se por ter um processo centrado no ser humano e orientado para a resolução de problemas colaborativamente. O Design Thinking baseia-se em três elementos: a colaboração, a empatia e a experimentação. Di Licosa (2021) destaca que o Design Thinking possibilita que os estudantes apliquem seus conhecimentos resolvendo problemas reais em sala de aula, desenvolvendo assim a colaboração, pensamento crítico e criatividade.

Participaram da intervenção 46 estudantes, de ambos os sexos, entre 15 e 18 anos, do curso técnico em Design de Interiores. Em todo o processo, houve colaboração entre sujeitos e grupos, trocas de experiências, técnicas e estímulo à experimentação estética, além da oportunidade de avaliar seus resultados e aplicabilidade real em uma exposição, fechando assim o ciclo do Design Thinking.

A intervenção também fundamentou-se na metodologia da Aprendizagem Baseada em Projetos, uma vez que os alunos foram protagonistas do seu próprio aprendizado, e a professora atuou como uma mediadora do conhecimento, articulando teoria e prática de forma transformadora. Segundo Masson *et al*. (2012), essa metodologia caracteriza-se por ser um processo ativo, interdisciplinar e orientado para a aprendizagem do estudante. A iniciativa, assim, integrou saberes técnicos, culturais e sociais, colaborando para a construção de saberes relevantes, além de estimular a autonomia e o senso de autoria dos participantes.

Para avaliação da atividade, foram estabelecidos indicadores para mensurar os resultados e verificar o nível de aprendizagem dos alunos, bem como o eventual potencial da intervenção. São eles os registros fotográficos das atividades desenvolvidas; a análise dos protótipos produzidos; e a aplicação de um questionário estruturado aos cinco docentes do curso técnico de Design de Interiores da ECIT Papa Paulo VI, responsáveis pela avaliação dos protótipos apresentados durante o evento Mostra Como Faz 2026.

Na avaliação feita pelos professores, os critérios utilizados foram originalidade (criatividade formal, releitura de referências de cobogós nordestinos, inovação estética e caráter autoral da proposta) e funcionalidade (possibilidade de ventilação e passagem de luz, adequação das aberturas, potencial de aplicação em ambientes reais e qualidade construtiva do modelo). A utilização de múltiplos instrumentos permitiu a triangulação das informações obtidas, contribuindo para maior consistência das análises.

Os dados quantitativos foram analisados por meio de estatística descritiva simples, utilizando frequência absoluta e percentual das respostas obtidas para cada indicador avaliado. Os dados qualitativos provenientes da observação, dos registros fotográficos e do acompanhamento da participação dos estudantes foram interpretados por meio de análise

descritiva, buscando identificar evidências relacionadas ao protagonismo estudantil, à criatividade e ao desenvolvimento de competências técnicas e socioambientais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A arquitetura construída a partir de conhecimentos passados através das gerações, que reflete tanto a identidade quanto às necessidades das comunidades, é conhecida como Arquitetura Vernacular. Segundo Costa, "A casa popular, nascida do instinto de acomodação do homem ao meio, é expressão legítima de uma cultura; sua arquitetura, integrada à paisagem, é a mais pura forma de arquitetura vernacular" (Costa, 1962). Formar o olhar crítico e sensível dos estudantes em relação aos elementos de design que compõem a paisagem e a história da comunidade é parte essencial de sua formação profissional e cidadã.

Na etapa de ideação, foram apresentados aos alunos os conceitos e funcionalidades dos cobogós, e em seguida, na fase de concepção, os alunos reinterpretaram os desenhos dos cobogós por meio de formas livres. A proposta foi que a reorganização do mesmo desenho, com diferentes arranjos, gere composições variadas.

Na etapa de prototipagem, os alunos cortaram isopor no tamanho de 20x20cm, nos quais desenharam e recortaram as formas definidas na fase anterior. Após o corte, aplicaram massa corrida, lixaram e finalizaram com a pintura.

Para a execução das etapas de concepção e prototipagem, foram necessários os seguintes materiais: folhas A3, lápis, papéis coloridos, tesoura, cola para isopor, massa corrida, isopor de 20 mm, estiletes, lixas, tintas, pincéis e recipientes com água. Desse modo, os protótipos dos cobogós ganharam forma, com produção feita de forma autoral pelos alunos, idealizada e executada por eles em todas as fases do processo, com foco na experiência prática. O protagonismo estudantil foi destaque em todas as etapas da intervenção, pois os estudantes participaram da identificação dos problemas presentes em suas residências, da criação dos desenhos dos cobogós e da construção dos protótipos.

Imagem 01: Fase de prototipagem.

Fonte: Acervo das autoras, 2026.

A última etapa da iniciativa consistiu na exposição dos cobogós durante o evento Mostra Como Faz 2026, que contou com a presença dos alunos da escola, de estudantes convidados de escolas da região, além de professores e da equipe gestora. Nesse momento, os estudantes puderam compartilhar e apresentar suas criações à comunidade escolar, o protagonismo estudantil, a comunicação de ideias e a valorização dos conhecimentos construídos ao longo da intervenção .

Na mesma ocasião, os cinco docentes do curso técnico de Design de Interiores da ECIT Papa Paulo VI, previamente definidos como avaliadores, realizaram a observação dos protótipos por meio de um questionário com critérios pré-estabelecidos, elaborado com o objetivo de analisar os níveis de originalidade e funcionalidade das peças produzidas.

Imagem 02 - Exposição dos protótipos no evento Mostra Como Faz 2026.

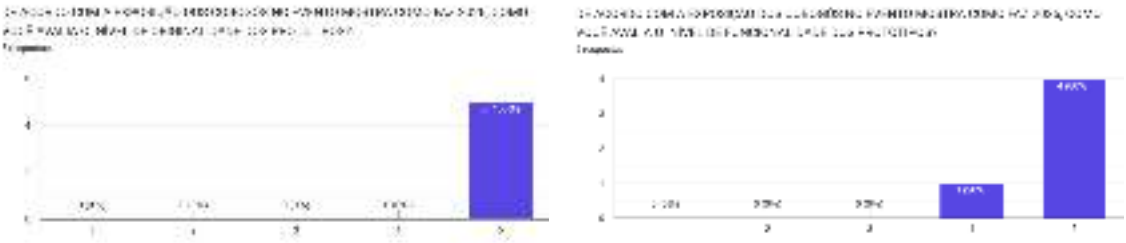
Fonte: Acervo das autoras, 2026.

Durante todo o processo formativo, foram registradas discussões sobre ventilação, iluminação e privacidade nos ambientes domésticos, indicando a apropriação dos conteúdos trabalhados em sala de aula. Os registros realizados pela professora mediadora indicaram que os estudantes passaram a reconhecer os cobogós como elementos associados não apenas à estética, mas também ao conforto ambiental e à identidade cultural nordestina.

Com base nas análises visuais e registros fotográficos feitos pela professora mediadora, verificou-se que 80% dos participantes se fizeram presentes em todas as fases do projeto, desde a ideação até a prototipagem. Esse dado evidencia a hipótese da Aprendizagem Baseada em Projetos, segundo Masson et al. (2012), ao demonstrar que situações de aprendizagem contextualizadas e centradas no estudante favorecem maior motivação e participação ativa.

Além disso, os professores de Design de Interiores da ECIT Papa Paulo VI avaliaram os níveis de originalidade e funcionalidade dos protótipos e responderam a um questionário qualitativo/quantitativo sobre o resultado final do projeto observado no evento Mostra Como Faz 2026. Os resultados foram que 100% deles conceituaram os protótipos como nível 5 de originalidade em uma escala de 1 a 5, onde os indicadores eram: 1 - pouco original e 5 - muito original, e 80% considerou os protótipos como nível 5 de funcionalidade e 20% considerou os protótipos como nível 4 de funcionalidade, em uma escala de 1 a 5 onde os indicadores eram: 1 - pouco funcional e 5 - muito funcional.

Imagem 03: Pesquisa sobre funcionalidade e originalidade dos protótipos.



Fonte: Elaborado pelas autoras, 2026

Os resultados observados corroboram as contribuições apontadas por Masson *et al.* (2012), segundo os quais a Aprendizagem Baseada em Projetos favorece maior participação dos estudantes e promove uma aprendizagem contextualizada e significativa. Da mesma forma, o processo de ideação, experimentação e prototipagem também se aproxima das contribuições de Di Licosa (2021), que destaca o Design Thinking como uma abordagem capaz de estimular criatividade, colaboração e pensamento crítico.

Do ponto de vista da sustentabilidade, os estudantes revelaram, em discussões posteriores, que passaram a reconhecer os cobogós como alternativa de conforto ambiental viável para suas residências, associando ventilação natural, iluminação indireta e privacidade, reduzindo o consumo energético. Esses resultados dialogam com Corbella e Yannas (2009), que enfatizam a importância das soluções bioclimáticas na criação de ambientes mais eficientes e sustentáveis. Esses resultados demonstram que a formação técnica pode contribuir para o desenvolvimento de competências voltadas à sustentabilidade e para a formação integral e emancipatória.

Os protótipos foram produzidos em escala experimental, não sendo possível mensurar quantitativamente seu desempenho térmico e energético. Porém, os resultados obtidos nas análises evidenciam o potencial da proposta para futuras aplicações envolvendo materiais recicláveis, ampliando as contribuições da EPT para a sustentabilidade ambiental e social. Papanek (1995) destaca que as pessoas, sejam elas criadoras ou destinatárias do design, podem contribuir para o bem-estar da população e do planeta, reforçando assim a responsabilidade social e ecológica do design na arquitetura.

4 CONCLUSÃO

O projeto Cobogó Cultural revelou-se uma iniciativa transformadora. O cenário inicial era o de estudantes que desconheciam o elemento arquitetônico que nomeia o projeto, assim como suas funcionalidades, benefícios e sua história atrelada à cultura nordestina.

Os dados evidenciaram que os cinco docentes avaliadores atribuíram aos protótipos o nível máximo de originalidade e quatro docentes avaliadores atribuíram o nível máximo de funcionalidade. Esses números revelam que o projeto resultou em protótipos de cobogós esteticamente relevantes, autorais e criativos.

Ao comparar os dados iniciais com os finais, fica evidente o potencial para a consolidação da proposta , que também encontrou desafios durante o seu percurso. Na fase de prototipagem, houve um problema na infraestrutura da escola, o que acarretou a suspensão de alguns dias de aula específicos e fez com que o tempo para finalização das peças fosse menor do que o planejado. Ainda assim, esse desafio foi superado e não teve grandes impactos na construção do saber dos discentes.

A criação de protótipos de cobogós feitos pelos estudantes mostra o potencial das metodologias ativas quando articuladas à cultura, à sustentabilidade e à realidade socioeconômica dos estudantes e abre portas para o desenvolvimento de uma linha de cobogós sustentáveis, utilizando materiais recicláveis ou resíduos da construção civil, fortalecendo a educação ambiental e a economia circular.

A intervenção apontou mudanças significativas nas habilidades técnicas e no protagonismo dos estudantes, demonstrando que sua continuidade representa o fortalecimento de um ensino baseado na participação, na criatividade e na responsabilidade social. Ao promover a capacitação técnica, a valorização dos saberes culturais locais e a formação de jovens capazes de propor soluções para os desafios presentes em suas comunidades, a iniciativa evidencia o papel da EPT como instrumento de sustentabilidade social e na formação integral dos estudantes.

Dessa forma, o projeto configura-se como uma prática de sustentabilidade, ao valorizar conhecimentos tradicionais, estimular o protagonismo estudantil e demonstrar que a educação pode atuar como instrumento de transformação social e de construção de comunidades mais sustentáveis.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Adriana Castelo Branco Ponte de; ENGLER, Rita. **Cobogós e sustentabilidade: design e inovação a partir da reciclagem de resíduos**. In: ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO, 13., 2025, Florianópolis. *Anais [...]*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2025. p. 2263-2274. Disponível em: https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/267060/S25-A1.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 12 jun. 2026.

BONDUKI, Nabil. **Origens da habitação social no Brasil: arquitetura moderna, lei do inquilinato e difusão da casa própria**. São Paulo: Estação Liberdade, 1998.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simos. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental.** 2. ed. Rio de Janeiro: Revan, 2009.

COSTA, Lúcio. **Arquitetura.** Rio de Janeiro: José Olympio, 1962.

DI LICOSA, G. M. **Contribuições do Design Thinking no ensino fundamental – anos iniciais em um contexto da aprendizagem por projeto.** 2021. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2021.

PINTO, Hugo Rodrigues de Souza; QUEIROZ, Natália; CARDOSO, Adriano Rodrigo Barreto; SOUSA, Joana Pack Melo. **O desenvolvimento de elementos de proteção de fachada responsivos: explorando o cobogó**. In: **CONGRESO DE LA SOCIEDAD IBEROAMERICANA DE GRÁFICA DIGITAL (SIGRADI), 19., 2015, Florianópolis**. *Proceedings [...]*. São Paulo: Blucher Design Proceedings, 2015. p. 519-524. DOI: 10.5151/despro-sigradi2015-100138. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Natalia-Queiroz/publication/301453711_O_desenvolvimento_de_elementos_de_protecao_de_fachada_responsivos_explorando_o_cobogo/links/5fbe670ca6fdcc6cc6656d86/O-desenvolvimento-de-elementos-de-protecao-de-fachada-responsivos-explorando-o-cobogo.pdf. Acesso em: 12 jun. 2026.

MASSON, Terezinha Jocelen; MIRANDA, Leila Figueiredo de; MUNHOZ JR., Antonio Hortêncio; CASTANHEIRA, Ana Maria Porto. **Metodologia de ensino: aprendizagem baseada em projetos (PBL).** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 40., 2012, Belém. *Anais [...]*. Belém: ABENGE, 2012. Disponível em: https://www.abenge.org.br/cobenge/legado/arquivos/7/artigos/104325.pdf. Acesso em: 07 jun. 2026.

OLIVER, Paul. **Built to meet needs: cultural issues in Vernacular Architecture.** Oxford: Elsevier LTDA, 2006.

PAPANEK, Victor. **Arquitectura e Design: Ecologia e Ética.** Lisboa: Edições 70, 1995.

SAVIANI, Dermeval. **O choque teórico da politecnia.** Trabalho, Educação e Saúde, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 131-152, 2003. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio. Disponível em: https://www.scielo.br/j/tes/a/zLgxpxrzCX5GYtgFpr7VbhG/?format=html&lang=pt. Acesso em: 12 jun. 2026.

VIEIRA, A; BORBA, C; RODRIGUES, J. **COBOGÓ de Pernambuco.** 1ª Ed. – Pernambuco. Josivan Rodrigues dos Santos, 2012.

O FIM DAS MÉTRICAS LINEARES: MODELAGEM PARAMÉTRICA E ALGORITMOS PREDITIVOS APLICADOS À GOVERNANÇA EM ECOSSISTEMAS DE SAÚDE

GILVAN BORGES DE SOUZA DROGOMIRECKI; PROF. DR. FERNANDO ERNESTO UCKER

RESUMO

A administração de ambientes de saúde apoia-se, de forma recorrente, em indicadores isolados e métricas espaciais genéricas, lineares e soltas, a exemplo da relação analítica de paciente-dia, para gerenciar infraestruturas e ecossistemas de altíssima criticidade. Contudo, os estabelecimentos de saúde operam como ecossistemas metabólicos complexos, caracterizados pela interdependência dinâmica entre fluxos assistenciais, infraestrutura predial e consumo impetuoso de recursos, diretrizes sanitárias e compliance. A aplicação de modelos tradicionais e lineares atua como um mecanismo simplista e reducionista que camufla riscos operacionais ocultos e promove análises fragmentadas e fraca dentro das linhas de defesa da sustentabilidade e dos pilares ESG corporativo. Diante disso, este trabalho apresenta o *framework* de uma ferramenta paramétrica aplicada a um Sistema de Gestão Integrada (SGI), consolidando o paradigma da Inteligência Operacional Hospitalar (HSOI) como motor de cálculo autônomo e preditivo. A modelagem lógica implementada oblitera de forma definitiva o emprego de médias aritméticas globais ao correlacionar multivariáveis estruturais, operacionais e ambientais por meio de denominadores estritos e constantes de criticidade setorial. O algoritmo provou a urgência científica de incorporar as áreas de apoio técnico indireto no núcleo analítico, visto que o diagnóstico emissor sistêmico apontou um predomínio esmagador e hegemônico das emissões vinculadas ao Escopo 2 e 3, evidenciando uma severa dependência da infraestrutura energética predial. A arquitetura integra um módulo heurístico de contenção de falhas e o indicador de maturidade comportamental denominado *Score Cultural ESG*. Conclui-se que o modelo HSOI reposiciona a gestão socioambiental, risco sanitário e compliance convertendo o antigo *compliance* documental e passivo em uma função preditiva de otimização operacional de nível *C-level* executivo.

Palavras-chave: *Business Intelligence*; Inovação Tecnológica; Teoria dos Sistemas Complexos.

1 INTRODUÇÃO

A administração hospitalar contemporânea apoia-se frequentemente em indicadores isolados e métricas espaciais genéricas, fracas e não possibilitando real uso em tomadas de decisão assertivas, como a relação linear de paciente-dia ou taxas de ocupação global para gerenciar e dimensionar estruturas de altíssima criticidade e risco biológico (KARLSSON; ÖHMAN, 2021). Contudo, os estabelecimentos assistenciais de saúde não figuram como meras edificações comerciais estáticas, eles operam como ecossistemas metabólicos de extrema complexidade socioecológica, onde fluxos contínuos de insumos críticos, vetores energéticos, recursos hídricos, diretrizes sanitárias de especificidades setoriais e capital humano interagem de forma ininterrupta e estruturalmente interdependente (MEADOWS, 2008). A eternização de modelos tradicionais e estatísticos de gestão atua, historicamente, como um mecanismo

DOI: 10.51189/vii-coninters/82527

simplista, limitante e reducionista no centro da governança corporativa em saúde. Tais arranjos analíticos mascaram passivos iminentes da operação e promovem interpretações estritamente fragmentadas, segregando a engenharia predial, a dinâmica da assistência clínica, as diretrizes sanitárias e a sustentabilidade ambiental (ESG). A adoção irrestrita de médias aritméticas simplistas para calcular o impacto ecológico e sanitário institucional gera distorções sistêmicas severas, penalizando setores de baixa intensidade assistencial ao mesmo tempo em que oculta desperdícios crônicos enraizados nas alas de maior criticidade e demanda de suporte técnico (LENZEN et al., 2020).

Diante do avanço irrefreável da transformação digital 4.0 aplicada à saúde e da crescente exigência regulatória por um *compliance* transversal, torna-se imperativa a transição definitiva de um gerenciamento passivo e retrospectivo para uma abordagem estritamente preditiva e alicerçada na ciência de dados, transformando dados em fatores de decisão inteligente. É nesta fronteira de inovação que se consolida o conceito autoral de Inteligência Operacional Hospitalar (HSOI - *Hospital Operational Sustainability Intelligence*). A matriz HSOI institui uma nova reflexão gerencial, elevando a sustentabilidade de um mero apêndice burocrático à condição de núcleo estratégico central, empregando inteligência analítica para prever falhas, antecipar demandas e retroalimentar a governança ambiental, social e corporativa de forma autônoma.

Sob essa teoria, o presente estudo possui como objetivo primário convidar a conhecer o *framework* metodológico e a modelagem lógica de uma ferramenta paramétrica aplicada a um Sistema de Gestão Integrada (SGI), materializando tecnologicamente os preceitos da HSOI. Esta ferramenta atua como um motor algorítmico que exclui o uso de denominadores estáticos, simplistas e de defesa fraca. Instituindo matrizes de cálculo dinâmicas que consolidam, rastreiam e cruzam transversalmente múltiplas variáveis ambientais, operacionais e sanitárias. O modelo visa, portanto, modificar matrizes de dados brutos em decisões preditivas, otimizando em tempo real a governança e mitigando os riscos em ecossistemas assistenciais de alta complexidade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O delineamento metodológico desta pesquisa original ocorre no campo do desenvolvimento tecnológico aplicado e na modelagem algorítmica de arquiteturas informacionais avançadas, estruturadas sob o escopo de *Business Intelligence* (BI). A fundamentação heurística do modelo alicerçou-se nos preceitos da Teoria dos Sistemas Complexos de Meadows (2008), interpretando o estabelecimento de saúde não como um aglomerado de setores estáticos, mas como um arranjo dinâmico, interdependente e não linear.

Para orquestrar essa complexidade, o ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act*) foi instituído como a espinha dorsal iterativa, viabilizando a integração de matrizes analíticas inerentes ao metabolismo operacional do ecossistema de saúde.

O desenvolvimento do motor algorítmico, guiado pelos princípios da Inteligência Operacional Hospitalar (HSOI), convida a correlação transversal e direta de três grandes eixos de dados institucionais:

- **Eixo Estrutural (I):** Englobando o dimensionamento físico, a capacidade instalada, o escalonamento por níveis de criticidade assistencial e os parâmetros de carga da envoltória predial.
- **Eixo Operacional (II):** Mapeando o fluxo assistencial intrínseco à internação clínica e dimensionando de forma fluida o contingente de colaboradores diretos, indiretos e população flutuante, transformando matematicamente o *headcount* da instituição em horas operacionais.

- **Eixo Ambiental (III):** Consolidando o inventário gravimétrico de geração de resíduos sólidos, a telemetria em tempo real do balanço de consumo hídrico e energético, além da contabilização holística das emissões atmosféricas por escopo 1, escopo 2 e escopo 3, conforme *GHG Protocol*.

Com o fito de excluir o paradigma obsoleto das médias aritméticas gerais, simplistas e lineares, condição falha na qual o impacto total da planta é fracionado de modo rudimentar e teoricamente fraco pelo quantitativo de leitos ocupados, a lógica paramétrica incorporada ao sistema estabelece denominadores estritos e específicos. A modelagem matemática da intensidade de risco e do impacto operacional estruturou-se na seguinte formulação algorítmica:

$$I_{total} = \sum \left(\alpha \frac{R_{inf}}{P_{dia}} + \beta \frac{R_{com}}{H_{total}} \right) + \gamma \left(S_{hvac} + S_{cme} \right)$$

Onde a legenda detalha os parâmetros que compõem a modelagem matemática paramétrica da Inteligência Operacional Hospitalar (HSOI):

- **Itotal:** Intensidade de risco e impacto operacional total do ecossistema hospitalar.
- **Rinf:** Volume de geração de resíduos infectantes (Grupo A da ANVISA).
- **Pdia:** Relação de paciente-dia (fluxo produtivo/assistencial da unidade).
- **Rcom:** Volume de geração de resíduos comuns e de potencial reciclável (Grupo D).
- **Htotal:** *Headcount* da instituição (contingente total de pessoas circulantes, incluindo colaboradores diretos, indiretos e população flutuante).
- **Shvac:** Carga de esforço, demanda energética e metabólica dos sistemas de climatização e exaustão (HVAC).
- **Scme:** Carga de esforço e demanda de insumos/recursos das Centrais de Material e Esterilização (CME).
- **α:** Constante de ponderação e criticidade setorial aplicada ao manejo de resíduos infectantes.
- **β:** Constante de ponderação e criticidade setorial aplicada ao manejo de resíduos comuns.
- **γ:** Constante de ponderação associada à infraestrutura de suporte operacional indireto (áreas técnicas).

Neste escopo metodológico, o rateio da geração de resíduos infectantes (Rinf, correspondente ao Grupo A, B, C, E da ANVISA), é indexado e isolado de forma exclusiva ao volume produtivo da unidade, expresso pela relação de paciente-dia (Pdia). Em contrapartida dialética, a fração de geração de resíduos comuns e recicláveis (Rcom, Grupo D) é atrelada de forma diretamente proporcional ao contingente total de pessoas circulantes na instalação, o *headcount* (Htotal).

Ambos os vetores são multiplicados por constantes de ponderação e criticidade setorial (α e β) para garantir a rastreabilidade fidedigna do custo-risco na fonte geradora. A inovação estrutural da HSOI consolida-se, sobretudo, na adição das variáveis de suporte operacional indireto moduladas pela constante γ. Essa arquitetura obriga a inclusão preditiva da carga de esforço dos sistemas de climatização (Shvac) e das Centrais de Material e Esterilização (Scme) no cômputo global, blindando a governança contra métricas simplistas, lineares e reducionistas e tangibilizando o impacto metabólico da infraestrutura de retaguarda.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A transposição das séries históricas para o motor analítico da ferramenta paramétrica evidenciou, de forma lógica, o ocaso das abordagens métricas convencionais. A consolidação sistêmica dos dados expôs que o desempenho ambiental, sanitário e de *compliance* da instituição não guarda nenhuma proporcionalidade linear com o fluxo absoluto de internações

ou com o volume genérico de paciente-dia. Ao recusar essa correlação simplista, o modelo comprova a premissa de que os hospitais operam sob a dinâmica adaptativa e multifatorial característica dos ecossistemas complexos, onde a intensidade de impacto é modulada por vetores permanentemente ignorados pela gestão clássica, debilitando a tomada de decisões estratégicas, imputando riscos potenciais as unidades de saúde.

O cruzamento algorítmico de multivariáveis isolou os fatores geradores latentes e atestou, com rigor preditivo, que as áreas de apoio técnico indireto operam como os verdadeiros dínamos do metabolismo hospitalar. Ao mapear a complexa rede de dependências estruturais, o sistema evidenciou que as matrizes de climatização central e controle de particulados (sistemas HVAC), a capilaridade operacional da lavanderia industrial, as engrenagens termodinâmicas ininterruptas da Central de Material e Esterilização (CME) e os serviços de apoio de higienizações atreladas ao rigor sanitário de descontaminação e ao uso intensivo de saneantes químicos exerceram pressões ecológicas e energéticas elevadas.

Fica expressamente comprovado que a sustentação da estabilidade microclimática predial e a garantia irrestrita da biossegurança de retaguarda impõem uma carga de esforço ambiental cumulativa (englobando demandas hídricas transversais, pico de consumo elétrico e complexidade de efluentes) que se desvincula e se sobrepõe largamente à simples flutuação populacional nos leitos de internação. Essa constatação exclui a validade das métricas lineares tradicionais, corroborando pela ótica da Inteligência Operacional Hospitalar (HSOI) que o impacto institucional é governado primordialmente pela intensidade inelástica da infraestrutura de suporte corporativo, e não apenas pelo volume tático de pacientes assistidos.

No escopo do inventário de Gases de Efeito Estufa (GEE), o rastreamento paramétrico diagnosticou o predomínio incontestável das emissões indiretas vinculadas ao Escopo 2 e ao Escopo 3. A dependência profunda da matriz elétrica para a manutenção de equipamentos críticos de suporte à vida e para o refreamento da carga térmica gerada pela envoltória predial concentra a quase totalidade do passivo de carbono corporativo, ladeada pelas complexas ramificações logísticas da cadeia de suprimentos (*Supply Chain*). Esse achado revoluciona a crença histórica de que a assistência clínica direta figura como a principal fonte emissora e evidencia que a descarbonização hospitalar exige intervenções drásticas tanto na eficiência arquitetônica quanto na governança de aquisições, superando em definitivo as ações mitigatórias estritamente paliativas.

Ao dissecar a rastreabilidade gravimétrica dos Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), o algoritmo detectou anomalias sistêmicas associadas diretamente à cultura organizacional. Observando uma crônica superclassificação de resíduos comuns, descartados de maneira arbitrária em contêineres de risco biológico e infectante. Esse desvio corriqueiro eleva artificialmente a pegada ecológica da hotelaria e inflaciona a tarifação do tratamento térmico. A plataforma HSOI inovou ao correlacionar, estatisticamente, essa assimetria à severa sobrecarga laboral e à alta rotatividade (*turnover*) nas alas assistenciais, transformando a falha humana em um indicador tático rastreável.

Para equacionar essa debilidade comportamental, o *Score Cultural ESG* consolidou-se no algoritmo como um poderoso termômetro preditivo. O cruzamento revelou que os setores submetidos a protocolos imersivos de capacitação mantiveram o rigor da segregação na fonte, comprovando que a resiliência ecológica em saúde não renuncia da maturidade educacional das equipes de ponta.

Em suma, a aplicação da matriz HSOI demonstrou que o reducionismo simplista administrativo é teoricamente insustentável para a governança em saúde. A ferramenta paramétrica modificou o antigo *compliance* documental de natureza estática e passiva em um autêntico painel executivo de Inteligência Operacional. Ao evidenciar padrões ocultos, o modelo instrumentaliza a alta gestão (*C-Level*) para a contenção precoce de vulnerabilidades sanitárias, financeiras e ambientais, redefinindo o futuro da sustentabilidade corporativa no setor.

DOI: 10.51189/vii-coninters/82527

4 CONCLUSÃO

A validação estrutural do modelo paramétrico alicerçado na Inteligência Operacional Hospitalar (HSOI) encerra definitivamente a viabilidade analítica das métricas lineares, reducionistas e simplistas como paciente-dia, m² de área construída e taxa de ocupação na gestão de ecossistemas de saúde. Fica categoricamente atestado que a governança ambiental e sanitária contemporânea exige uma interpretação multifatorial, na qual a infraestrutura de suporte técnico indireto e a maturidade comportamental das equipes exercem pressões metabólicas substancialmente superiores às oscilações pontuais do indicador de paciente-dia.

A ferramenta tecnológica desenvolvida excedeu o mero registro retrospectivo e passivo de *compliance*, estabelecendo um núcleo de inteligência preditiva capaz de correlacionar vulnerabilidades operacionais, mitigar riscos regulatórios e orientar a descarbonização estratégica e executiva da instituição, incluindo as novas diretrizes estabelecidas na Resolução do CONAMA 513/2026, bem como outras regulamentações internacionais similares.

Como limitações inerentes ao escopo deste desenvolvimento, reconhece que a precisão preditiva do motor algorítmico permanece intrinsecamente ligada à maturidade digital primária da organização e à integridade na captação descentralizada dos dados setoriais.

Para investigações futuras e desdobramentos tecnológicos, projeta-se a incorporação de arquiteturas de, telemetria baseada a Internet das Coisas (Iot) aplicada aos parâmetros sanitários a exemplo do monitoramento contínuo da qualidade da água, do ar interior e da gestão avançada de efluentes líquidos. Adicionalmente, almeja-se a integração de *Machine Learning* e Inteligência Artificial ao *framework* HSOI, ambicionando o mapeamento autônomo de instabilidades sanitárias e climáticas na cadeia de suprimentos (Escopo 3). Em última análise, a consolidação deste modelo redefine o princípio da sustentabilidade corporativa, transformando a mitigação de passivos socioambientais em um pilar inegociável da excelência e da resiliência assistencial.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução RDC n° 222, de 28 de março de 2018. **Regulamenta as boas práticas de gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde.** Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 513. **Dispõe sobre os padrões de qualidade do ar interior e monitoramento ambiental.** Brasília, DF: Diário Oficial da União.

KARLSSON, M.; ÖHMAN, M. ***Environmental sustainability in modern hospital systems: integrated approaches for resource efficiency and operational resilience***. *Journal of Cleaner Production*, Amsterdam, v. 312, p. 127-145, 2021.

LENZEN, M. et al. ***The environmental footprint of health care: a global assessment.*** *The Lancet Planetary Health*, London, v. 4, n. 7, p. e271-e279, 2020.

MEADOWS, D. H. ***Thinking in systems: a primer.*** *White River Junction: Chelsea Green Publishing,* 2008.

WORLD RESOURCES INSTITUTE (WRI); WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD). ***The greenhouse gas protocol: a corporate accounting and reporting standard.*** *Washington,* DC: WRI; WBCSD, 2004.

DOI: 10.51189/vii-coninters/82527

AGENDA 2030 NOS MUNICÍPIOS DO ALTO JEQUITINHONHA: EDUCAÇÃO E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

RITA DE CÁSSIA RODRIGUES DE LIMA; MARA LÚCIA RAMALHO

RESUMO

A pesquisa analisa como a Agenda 2030 e as políticas públicas para o Desenvolvimento Sustentável - ODS 4, meta 4.7, se materializam nas ações previstas nos documentos elaborados pelas secretarias de Educação dos Municípios do Alto Jequitinhonha, tomando como referencial os indicadores: avaliação do índice de desenvolvimento sustentável, gestão educacional, formação de professores, dos profissionais de serviço e apoio escolar, práticas pedagógicas e de avaliação e infraestrutura física e recursos pedagógicos. A referida meta 4.7, que tem previsão de até o ano 2030 garantir que os estudantes construam conhecimentos e habilidades necessárias para promover o desenvolvimento sustentável, conforme a Resolução nº 70 de 2015 da Organização das Nações Unidas que prevê a educação de qualidade voltada à sustentabilidade. Para o desenvolvimento da pesquisa foi utilizada como metodologia a pesquisa documental, de abordagem qualitativa. Para análise dos dados, foi adotada a análise de conteúdo, a fim de organizar os dados por categorias e subcategorias. Por se tratar de uma pesquisa documental o estudo se serviu de uma análise de conteúdo dos documentos que serão objeto investigação, analisando-se, para tanto, o Plano Municipal de Educação- PME e documentos infraconstitucionais produzidos nos municípios. O recorte temporal abrange o período de 2015 a 2023, ano em que as negociações da Agenda 2030 foram concluídas. Como resultados pode-se indicar a realização de uma revisão literárias onde os autores indicam, portanto, a existência de uma produção consolidada sobre implementação dos ODS em contextos municipais, mas apontam uma lacuna geográfica e socioeconômica que este trabalho busca preencher. A literatura também sugere a necessidade de superar abordagens meramente descritivas ou normativas, avançando para uma reflexão crítica sobre os limites do formato universalista da Agenda 2030 quando confrontado com territórios de vulnerabilidade estrutural. O marco teórico, se apresenta numa estrutura organizada em três movimentos complementares, os quais orientam a fundamentação conceitual e analítica da pesquisa. Primeiro, a construção histórica e política do conceito de desenvolvimento sustentável; segundo, a institucionalização da agenda em fóruns e marcos internacionais; terceiro, a passagem dos ODM aos ODS como expressão de um aprendizado institucional.

Palavras-chave: Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (ODS); Políticas Públicas; Planos Municipais

DOI: 10.51189/vii-coninters/82941

1 INTRODUÇÃO

A aprovação da Agenda 2030 pela Organização das Nações Unidas (ONU), em 2015, representou um marco na construção de uma agenda global voltada ao desenvolvimento sustentável, sucedendo os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM). Estruturada em 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), 169 metas e indicadores de monitoramento, a Agenda 2030 propõe ações integradas nas dimensões social, econômica e ambiental, visando promover sociedades mais justas, inclusivas e sustentáveis (ONU, 2015). Entre esses objetivos, destaca-se o ODS 4, que busca assegurar educação inclusiva, equitativa e de qualidade, reconhecendo a educação como elemento central para a promoção do desenvolvimento sustentável.

No contexto educacional, a Meta 4.7 do ODS 4 estabelece que, até 2030, todos os estudantes devem adquirir conhecimentos e habilidades necessários para promover o desenvolvimento sustentável, por meio da educação para a cidadania global, direitos humanos, cultura de paz, valorização da diversidade e sustentabilidade socioambiental (ONU, 2015). Nessa perspectiva, a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) assume papel estratégico ao contribuir para a formação de sujeitos capazes de compreender e enfrentar os desafios contemporâneos relacionados às desigualdades sociais, às mudanças climáticas e à gestão responsável dos recursos naturais (UNESCO, 2023).

A implementação da Agenda 2030 demanda processos de adaptação às realidades nacionais e locais, exigindo a incorporação de seus princípios nas políticas públicas e nos instrumentos de planejamento governamental (Catanante *et al.*, 2017; Nascimento, 2018). No Brasil, essa adequação tem sido incentivada por diferentes iniciativas institucionais, incluindo a nacionalização das metas dos ODS e sua articulação com políticas educacionais. Contudo, ainda são necessários estudos que investiguem como esses compromissos internacionais têm sido efetivamente incorporados aos sistemas municipais de ensino, especialmente em territórios marcados por vulnerabilidades socioeconômicas e desafios relacionados ao desenvolvimento sustentável.

Essa discussão torna-se particularmente relevante no contexto do Alto Jequitinhonha, região caracterizada por desigualdades históricas, desafios educacionais e intensa atividade mineradora, fatores que reforçam a necessidade de políticas educacionais comprometidas com a sustentabilidade e a formação cidadã.

Nesse cenário, compreender como os princípios da Agenda 2030 são incorporados ao planejamento educacional municipal contribui para avaliar o alinhamento entre os compromissos globais e as ações desenvolvidas nos territórios locais. Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar como a Agenda 2030 e as políticas públicas para o desenvolvimento sustentável, especialmente o ODS 4 e sua Meta 4.7, se materializam nas ações previstas nos documentos elaborados pelas Secretarias Municipais de Educação dos municípios do Alto Jequitinhonha.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza aplicada, com objetivos exploratórios e procedimentos bibliográficos e documentais, fundamentados nos pressupostos teórico-metodológicos de Minayo (2009) e Gil (2010). A abordagem qualitativa foi adotada por possibilitar a compreensão de fenômenos sociais relacionados aos significados, valores, crenças e práticas presentes nas políticas públicas educacionais voltadas ao desenvolvimento sustentável.

A pesquisa documental teve como fontes primárias a Agenda 2030 das Nações Unidas, documentos oficiais relacionados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e os Planos Municipais de Educação dos municípios pertencentes ao território do Alto Jequitinhonha, em Minas Gerais. O recorte territorial compreende 4 municípios da região, caracterizada por

desafios socioeconômicos históricos e pela necessidade de fortalecimento de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento sustentável.

Para a coleta dos dados, foram elaborados formulários específicos destinados ao registro e identificação de metas, estratégias e ações relacionadas ao ODS 4 e, particularmente, à Meta 4.7.A análise dos dados foi realizada por meio da técnica de Análise de Conteúdo, conforme Bardin (2016) e Franco (2005), contemplando as etapas de pré-análise, exploração do material, categorização e interpretação dos resultados. Esse procedimento possibilitou identificar como os princípios da Agenda 2030 e as diretrizes do ODS 4 se materializam nas ações educacionais previstas nos documentos oficiais das Secretarias Municipais de Educação dos municípios investigados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise documental realizada a partir dos dados disponibilizados pelo Índice de Desenvolvimento Sustentável das Cidades Brasil (IDSC-BR), desenvolvido pelo Instituto Cidades Sustentáveis, permitiu identificar o nível de atendimento aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nos municípios do Alto Jequitinhonha, com destaque para o ODS 4 Educação de Qualidade. Os resultados evidenciam que os municípios investigados apresentam desafios significativos relacionados à promoção de uma educação inclusiva, equitativa e de qualidade, refletindo as desigualdades socioeconômicas historicamente presentes na região.

Os dados analisados demonstram diferenças entre os municípios quanto à pontuação geral, classificação e nível de desenvolvimento sustentável, indicando que o cumprimento das metas da Agenda 2030 ocorre de forma desigual no território. Em relação ao ODS 4, observam-se limitações relacionadas ao acesso à educação infantil, à permanência escolar, à infraestrutura educacional e à qualidade dos processos de ensino e aprendizagem. Esses resultados corroboram as análises de Nascimento (2018) e UNESCO (2023), que apontam a educação como elemento central para a promoção do desenvolvimento sustentável e para a redução das desigualdades sociais.

A pesquisa também evidenciou que os indicadores educacionais não podem ser analisados de forma isolada, uma vez que estão diretamente relacionados a outros objetivos da Agenda 2030, especialmente aqueles voltados à erradicação da pobreza (ODS 1), redução das desigualdades (ODS 10) e promoção do trabalho decente (ODS 8). Essa constatação reforça o caráter integrado e indivisível dos ODS, conforme defendido pelas Nações Unidas (2015), demonstrando que avanços na educação dependem da articulação entre diferentes políticas públicas.

Os resultados revelam ainda que a disponibilidade de indicadores municipais constitui importante instrumento para o monitoramento e a avaliação das políticas públicas locais. Entretanto, foram identificadas limitações relacionadas à capacidade técnica dos municípios para coleta, sistematização e utilização dos dados, bem como à fragilidade de mecanismos de participação social e acompanhamento das metas estabelecidas pela Agenda 2030. Esses aspectos também foram apontados por Catanante *et al*. (2017) como desafios recorrentes para a implementação dos ODS em contextos locais.

De modo geral, os achados da pesquisa indicam que os municípios do Alto Jequitinhonha vêm desenvolvendo iniciativas alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, porém ainda enfrentam obstáculos estruturais que dificultam o alcance das metas propostas. Nesse sentido, destaca-se a necessidade de fortalecimento das políticas educacionais, ampliação dos investimentos públicos, formação continuada de profissionais da educação e integração entre diferentes setores governamentais. Tais medidas são fundamentais para que a educação se consolide como estratégia de transformação social e de promoção do desenvolvimento sustentável nos territórios investigados.

DOI: 10.51189/vii-coninters/82941

4 CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo analisar como a Agenda 2030 e as políticas públicas voltadas ao desenvolvimento sustentável, especialmente o ODS 4 e sua Meta 4.7, se materializam nos documentos educacionais dos municípios do Alto Jequitinhonha. Os resultados evidenciaram que, embora os municípios apresentem iniciativas alinhadas aos princípios da educação de qualidade, a incorporação explícita dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável ainda ocorre de forma limitada nos instrumentos de planejamento educacional analisados.

A análise documental permitiu identificar avanços relacionados à ampliação do acesso à educação, à promoção da inclusão e à valorização da diversidade cultural. Entretanto, verificou-se que temas centrais da Educação para o Desenvolvimento Sustentável, como cidadania global, sustentabilidade socioambiental e integração entre as dimensões social, econômica e ambiental, ainda não aparecem de forma sistemática nos documentos estudados.

Os resultados também demonstram que a efetivação do ODS 4 depende da articulação com outros objetivos da Agenda 2030, especialmente aqueles relacionados à redução das desigualdades, ao combate à pobreza e à promoção do desenvolvimento territorial sustentável. Nesse sentido, a educação assume papel estratégico na formação de cidadãos capazes de enfrentar os desafios socioambientais contemporâneos e contribuir para o desenvolvimento regional.

Como limitação do estudo, destaca-se a utilização exclusiva de fontes documentais, o que não permitiu analisar a implementação das ações previstas nos documentos no cotidiano das redes municipais de ensino. Além disso, o recorte territorial concentrou-se nos municípios do Alto Jequitinhonha, restringindo a generalização dos resultados para outras realidades.

Como perspectivas futuras, recomenda-se a realização de pesquisas que incluam gestores, professores e demais atores educacionais, possibilitando compreender como os princípios da Agenda 2030 são efetivamente incorporados às práticas pedagógicas e às políticas públicas locais. Espera-se que os resultados deste estudo contribuam para o fortalecimento do planejamento educacional municipal e para a ampliação do debate sobre a Educação para o Desenvolvimento Sustentável nos territórios do Alto Jequitinhonha e em outras regiões brasileiras.

REFERÊNCIAS

BARDIN, Laurence. Análise de Conteúdo. São Paulo: Almedina Brasil, 2016. 141 p. Disponível em: https://madmunifacs.files.wordpress.com/2016/08/anc3a1lise-de-contec3bado-laurence-bardin.pdf . Acesso em: 26 out. 2024.

CATANANTE, Guilherme. V. et al. Participação social na Atenção Primária à Saúde em direção à Agenda 2030. Ciência & Saúde Coletiva, São Paulo, v. 22, n. 12, p. 3965-3974,dez.2017.Disponívelem:https://www.scielo.br/j/csc/a/ZC5wsYrzRDmGvysy5CdpgRq/?lang=pt&format=pdf . Acesso em: 22 jan. 2026.

FRANCO, Maria L. P. B. Análise de conteúdo. 2. ed. Brasília: Liber Livro Editora, 2005.

GIL, Antônio. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. São Paulo, SP: Atlas, 2010.

IDSC. Instituto Cidades Sustentáveis, 2025. Disponível em: https://idsc.cidadessustentaveis.org.br/profiles/3116100/ . Acesso em: 22 jan. 2026.

IPEA. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 2018. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/ods/ . Acesso em: 22 fev. 2026.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Cadernos ODS: ODS 4. 2019. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/ods/ . Acesso em: 22 fev. 2026.

IPEA. Portaria Normativa IPEA Nº 303, de 16 de dezembro de 2024. Fixa o Plano de Metas de Desempenho Institucional do Ipea para o período de 1º de janeiro a 31 de dezembro de 2025. Diário Oficial da União, 17 dez. 2024, ed. 242, seção: 1, p. 98, 2025.

IPEA, 2018. Disponível em: https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/180801_ods_meta_nac_dos_obj_de_desenv_susten_propos_de_adequa.pdf . Acesso em: 10 fev. 2026.

MINAYO, Maria. C. S. (org.). Pesquisa social: teoria, método e criatividade. Rio de Janeiro, RJ: Vozes, 2009.

NASCIMENTO, Francisco. R.F. do. Brasil ODS: um modelo colaborativo de apoio à realização dos objetivos de desenvolvimento sustentável da ONU, Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2018. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2018.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Objetivos do Desenvolvimento do Milênio. 2010. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/66851-os-objetivos-de-desenvolvimento-do-mil%C3%AAnio . Acesso em: 29 set. 2023.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2025. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel . Acesso em: 10 out. 2025.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Sobre como o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. 2025. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs . Acesso em: 05 de out. 2023.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. A/67/L.48/Rev.1 - Grupo de Trabalho Aberto da Assembleia Geral sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. 2013. Disponível em: https://sdgs.un.org/documents/a67l48rev1-open-working-group-genera-19507 . Acesso em: 12 set. 2023.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015a. Disponível em: https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/ . Acesso em: 29 set. 2023.

ONU. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. My World 2030. 2015b. Disponível em: https://sdgs.un.org/partnerships/my-world-2030 . Acesso em: 12 set. 2023.

PREFEITURA DE SERRO. Plano Municipal de Educação de Serro (2015-2025).

Prefeitura de Serro/MG, Gestão 2025-2028, Minas Gerais, 2025. Disponível em: https://www.serro.mg.gov.br/portal/secretarias-paginas/30/plano-de-educacao/ . Acesso em:

11 jan. 2025.

PMDI. Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado. Territórios III. Disponível em: https://mediaserver.almg.gov.br/acervo/17/626/1017626.pdf . Acesso em: 11 mar. 2026.

PNUD. Programa das Nações Unidas Para o Desenvolvimento. Serviços Social Da Indústria Do Paraná. Interpretação e Análise de Indicadores. Brasília: SESI-PR/PNUD, 2014.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento; SESI/PR, Serviços Social da Indústria do Paraná. Movimento ODM Brasil 2015. Brasília: SESI-PR/PNUD, 2014. Acesso em 29 de set. 2023.

PNUD. Programa das Nações Unidas Para o Desenvolvimento. Acompanhando a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável: subsídios iniciais do Sistema das Nações Unidas no Brasil sobre a identificação de indicadores nacionais referentes aos objetivos de desenvolvimento sustentável. Brasília: 2015.

PNUD. Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável: dos ODM aos ODS. Brasília: 2023. Disponível em: http://www.br.undp.org/content/brazil/pt/home/post-2015.html . Acesso em: 29 set. 2023.

PPGSaSA EM AÇÃO: promovendo os objetivos do desenvolvimento sustentável. Coordenação: Rosana Passos Cambraia, Bernat Viñola Prat. 1. ed. Diamantina, UFVJM, 2025. Disponível em: https://portal.ufvjm.edu.br/prppg/noticias/2025/lancamento-do-e-book-do-ppgsasa-em-acao-2025-promovendo-os-objetivos-do-desenvolvimento sustentavel/e_livro_ppgsasa_ods_2025 . Acesso em: 12 jan. 2026.

RAMOS, Patrícia. de O. Objetivos do desenvolvimento sustentável (ODS), educação ambiental e o currículo da Cidade de São Paulo. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental – Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

UNESCO. Manifesto 2000. Cultura da paz. 2016. Disponível em: https://www.dhnet.org.br/direitos/bibpaz/textos/m2000.htm . Acesso em: 10 fev. 2026.

UNESCO. Educação para o desenvolvimento sustentável no Brasil. 2023. Disponível em: https://www.unesco.org/pt/node/99531. Acesso em: 12 set. 2023.
https://smastr16.blob.core.windows.net/portaleducacaoambiental/sites/11/2024/05/Nosso-Futuro-Comum.pdf . Acesso em: 08 nov 2025.

A ORGANIZAÇÃO DOS TRILHEIROS COMO ESTRATÉGIA DE GOVERNANÇA PARTICIPATIVA PARA A SUSTENTABILIDADE DAS TRILHAS OFF-ROAD: CONTRIBUIÇÕES DO STEWARDSHIP AMBIENTAL E DA CIÊNCIA CIDADÃ

ANDRÉ JÚLIO COSTA; ALEXANDRE DINIZ CÉSAR

RESUMO

O crescimento das atividades recreativas em ambientes naturais tem ampliado significativamente a utilização de trilhas por diferentes públicos, incluindo praticantes de motociclismo off-road, cicloturismo, caminhadas e outras modalidades de aventura. Embora frequentemente associadas a potenciais impactos ambientais, essas atividades também apresentam oportunidades para fortalecer a conservação dos territórios quando estruturadas sob modelos participativos de gestão. Nesse contexto, este trabalho discute o papel da organização dos trilheiros como estratégia de governança ambiental voltada à sustentabilidade das trilhas recreativas e off-road. A pesquisa foi desenvolvida por meio de revisão bibliográfica e documental, fundamentada nos conceitos de governança ambiental, gestão dos bens comuns, stewardship ambiental, associativismo e ciência cidadã. Também foram analisadas experiências nacionais e internacionais de gestão participativa de trilhas, com destaque para iniciativas que promovem o envolvimento direto dos usuários em ações de conservação, monitoramento ambiental e manejo colaborativo. Os resultados indicam que clubes, associações e redes colaborativas fortalecem a educação ambiental, ampliam o monitoramento participativo e favorecem a construção de mecanismos de corresponsabilidade entre usuários, gestores públicos, proprietários rurais e comunidades locais. Observou-se que experiências internacionais demonstram a relevância do voluntariado, da manutenção colaborativa e da participação social organizada para a conservação das trilhas e redução de conflitos de uso. Destaca-se ainda o potencial das tecnologias de navegação, georreferenciamento e mapeamento colaborativo para transformar praticantes em agentes de ciência cidadã capazes de registrar impactos ambientais, identificar problemas de infraestrutura e produzir informações relevantes para a gestão territorial. Conclui-se que a organização dos trilheiros constitui uma importante ferramenta de governança participativa, capaz de integrar conservação ambiental, turismo sustentável, patrimônio cultural e participação social. Ao promover o engajamento dos usuários na proteção dos territórios, o associativismo fortalece a sustentabilidade ecológica, social e econômica das trilhas, contribuindo para a construção de modelos mais colaborativos e duradouros de gestão dos ambientes naturais.

Palavras-chave: Motociclismo; governança; off-road.

1 INTRODUÇÃO

As atividades recreativas realizadas em ambientes naturais vêm crescendo significativamente nas últimas décadas, impulsionadas pela expansão do turismo de natureza, dos esportes de aventura e das práticas de lazer ao ar livre. Esse fenômeno reflete mudanças

DOI: 10.51189/vii-coninters/82953

nos padrões de consumo turístico e recreativo, marcadas pela crescente valorização de experiências associadas ao contato com a natureza, à busca por desafios físicos e à vivência de territórios rurais e áreas naturais.

Nesse contexto, o motociclismo off-road destaca-se como uma modalidade que mobiliza milhares de praticantes em todo o Brasil, abrangendo atividades esportivas, recreativas e turísticas desenvolvidas em trilhas, estradas vicinais e caminhos históricos. Além de sua dimensão esportiva, a atividade movimenta importantes cadeias econômicas relacionadas ao turismo, hospedagem, alimentação, comércio especializado, manutenção de veículos e prestação de serviços, contribuindo para a geração de renda em diversas comunidades.

O aumento do uso das trilhas, entretanto, também gera desafios relacionados à conservação ambiental e à gestão sustentável dos territórios utilizados. Questões como erosão do solo, descarte irregular de resíduos, abertura de caminhos não autorizados, conflitos entre diferentes usuários e impactos sobre ecossistemas sensíveis são frequentemente apontadas como problemas associados ao uso recreativo dos ambientes naturais.

Apesar dessas preocupações, experiências nacionais e internacionais demonstram que os próprios usuários podem atuar como agentes de conservação quando organizados em associações, clubes ou redes colaborativas. Sob a perspectiva da governança participativa, os praticantes deixam de ocupar apenas a posição de usuários dos espaços naturais e passam a assumir responsabilidades relacionadas ao monitoramento ambiental, à manutenção das trilhas, à educação ambiental e à construção de mecanismos de corresponsabilidade pela conservação dos territórios.

Nesse cenário, ganha relevância a discussão sobre o papel do associativismo e da participação social na gestão sustentável das trilhas. Assim, este trabalho busca discutir de que forma a organização dos trilheiros pode contribuir para a construção de modelos sustentáveis de gestão das trilhas off-road, analisando contribuições teóricas relacionadas à governança ambiental, ao stewardship ambiental, à ciência cidadã e às experiências de gestão participativa desenvolvidas no Brasil e em outros países.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa possui caráter qualitativo e exploratório, fundamentada em revisão bibliográfica e documental. Foram analisadas publicações relacionadas à governança ambiental, gestão dos bens comuns, stewardship ambiental, associativismo, ciência cidadã e manejo participativo de áreas naturais.

Também foram examinadas experiências internacionais de gestão colaborativa de trilhas, incluindo iniciativas desenvolvidas por organizações como a International Mountain Bicycling Association (IMBA), a Tread Lightly! e a Pacific Crest Trail Association (PCTA), além de experiências brasileiras vinculadas à Rede Brasileira de Trilhas e à Rede Trilhas Responsáveis.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados evidenciam que a sustentabilidade das trilhas depende da articulação entre diferentes atores sociais e não apenas da atuação do poder público. A literatura sobre governança ambiental destaca que recursos de uso comum podem ser administrados de forma eficiente quando existem mecanismos de cooperação, monitoramento e responsabilização coletiva (OSTROM, 1990). Nessa perspectiva, a conservação dos territórios passa a ser entendida como uma responsabilidade compartilhada entre usuários, comunidades locais, proprietários rurais, organizações da sociedade civil e instituições governamentais.

Sob essa ótica, as trilhas recreativas podem ser compreendidas como bens comuns territoriais, cuja manutenção e preservação dependem diretamente da participação dos

DOI: 10.51189/vii-coninters/82953

próprios usuários. O conceito de stewardship ambiental reforça essa compreensão ao defender que indivíduos e grupos sociais que utilizam determinado recurso natural também devem assumir responsabilidades relacionadas à sua conservação (BERKES, 2018). Dessa forma, os praticantes deixam de ocupar apenas a posição de consumidores dos ambientes naturais e passam a atuar como parceiros na proteção e no manejo desses espaços.

As experiências internacionais analisadas demonstram que associações de usuários frequentemente assumem funções relacionadas à manutenção de trilhas, monitoramento ambiental, recuperação de áreas degradadas, educação ambiental e interlocução com órgãos gestores. Organizações como a International Mountain Bicycling Association (IMBA), a Tread Lightly! e a Pacific Crest Trail Association demonstram que a participação organizada dos usuários contribui para reduzir impactos ambientais, fortalecer a cultura de uso responsável e ampliar a capacidade de gestão dos territórios. Tais experiências evidenciam que o associativismo pode transformar interesses recreativos em ações concretas de conservação.

Outro aspecto relevante refere-se à ciência cidadã. A participação voluntária dos cidadãos na produção de informações ambientais tem se mostrado uma estratégia eficaz para ampliar a capacidade de monitoramento dos recursos naturais (BONNEY et al., 2009). No contexto do motociclismo off-road, a utilização de GPS, aplicativos de navegação, *roadbooks* digitais, sistemas de rastreamento e ferramentas de georreferenciamento permite registrar e compartilhar informações sobre erosão, bloqueios de trilhas, incêndios florestais, descarte irregular de resíduos, danos à sinalização e outras ocorrências relevantes para a conservação ambiental.

Nesse sentido, os praticantes deixam de ser percebidos exclusivamente como usuários e passam a atuar como observadores qualificados e colaboradores da gestão ambiental. Essa mudança de paradigma aproxima-se dos princípios da governança participativa e amplia as possibilidades de integração entre conservação ambiental, turismo sustentável e participação social. Além da geração de dados, o monitoramento participativo fortalece o sentimento de pertencimento, estimula comportamentos pró-conservação e amplia o conhecimento dos usuários sobre os impactos e fragilidades dos ambientes naturais.

No contexto brasileiro, iniciativas como a Rede Brasileira de Trilhas e a Rede Trilhas Responsáveis demonstram que a mobilização dos usuários pode contribuir para a disseminação de boas práticas, para a realização de ações de manejo e para o fortalecimento da cultura da corresponsabilidade. Essas experiências indicam a viabilidade da construção de modelos de governança capazes de integrar praticantes, proprietários rurais, comunidades locais e órgãos públicos em torno de objetivos comuns relacionados à conservação e ao uso sustentável das trilhas.

A Rede Trilhas Responsáveis apresenta especial relevância nesse debate ao propor uma abordagem baseada na educação ambiental, no engajamento dos usuários e na promoção de práticas sustentáveis. Sua atuação reforça a ideia de que a conservação das trilhas não deve ser compreendida apenas como uma obrigação institucional, mas como uma responsabilidade coletiva compartilhada por todos aqueles que utilizam esses espaços. Essa perspectiva contribui para superar visões que associam os praticantes exclusivamente aos impactos ambientais, reconhecendo-os também como potenciais agentes de proteção e conservação.

A partir da literatura analisada e das experiências observadas, propõe-se um modelo de governança participativa estruturado em cinco componentes interdependentes: organização social dos praticantes, educação ambiental contínua, ciência cidadã e monitoramento participativo, manejo colaborativo das trilhas e governança territorial participativa. A interação entre esses elementos favorece a construção de sistemas adaptativos de gestão voltados à conservação e ao uso sustentável das trilhas. Nesse modelo, a organização dos trilheiros assume papel central ao articular ações de educação, monitoramento, conservação e

diálogo institucional, fortalecendo a sustentabilidade ecológica, social e econômica dos territórios utilizados para fins recreativos, esportivos e turísticos.

4 CONCLUSÃO

A organização dos trilheiros apresenta significativo potencial para atuar como instrumento de governança ambiental e conservação das trilhas utilizadas para fins recreativos, esportivos e turísticos. As experiências analisadas ao longo deste estudo demonstram que associações, clubes e redes colaborativas podem desempenhar papel estratégico na promoção da sustentabilidade, fortalecendo a educação ambiental, ampliando o monitoramento participativo, promovendo ações de manejo e facilitando o diálogo entre usuários, gestores públicos, proprietários rurais e comunidades locais.

Os resultados discutidos evidenciam que a gestão sustentável das trilhas não depende exclusivamente de mecanismos de fiscalização e controle, mas da construção de processos colaborativos capazes de estimular a corresponsabilidade dos diferentes atores envolvidos. Nesse contexto, o associativismo contribui para o fortalecimento do capital social, para a disseminação de boas práticas e para a criação de canais permanentes de participação social voltados à conservação dos ambientes naturais.

Além disso, a incorporação dos princípios da ciência cidadã amplia as possibilidades de envolvimento dos praticantes na produção de informações relevantes para a gestão territorial. O uso crescente de tecnologias de navegação, georreferenciamento e mapeamento colaborativo permite que os usuários atuem como observadores qualificados da paisagem, contribuindo para a identificação de impactos ambientais, o monitoramento das condições das trilhas e a geração de dados úteis para ações de conservação e planejamento.

Conclui-se que a organização dos trilheiros deve ser compreendida não apenas como uma forma de representação de interesses recreativos ou esportivos, mas como uma estratégia de governança participativa capaz de integrar conservação ambiental, turismo sustentável, patrimônio cultural e participação cidadã. Ao transformar usuários em agentes ativos da conservação, o associativismo fortalece a proteção dos recursos naturais, amplia o engajamento comunitário e contribui para a construção de modelos mais resilientes, colaborativos e sustentáveis de gestão das trilhas off-road. Dessa forma, a união dos praticantes representa uma oportunidade concreta para consolidar uma cultura de corresponsabilidade e cuidado com os territórios utilizados pelas atuais e futuras gerações.

REFERÊNCIAS

BERKES, Fikret. Sacred Ecology. 4. ed. New York: Routledge, 2018.

BONNEY, Rick et al. Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. BioScience, v. 59, n. 11, p. 977-984, 2009.

OSTROM, Elinor. Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

PUTNAM, Robert D. Bowling Alone: The Collapse and Revival of American Community. New York: Simon & Schuster, 2000.

SHIRK, Jennifer L. et al. Public Participation in Scientific Research: A Framework for Deliberate Design. Ecology and Society, v. 17, n. 2, 2012.

XAVIER, Erick Caldas. Governança: a gestão compartilhada, integrada e participativa da Rede Trilhas. Revista ((o))eco, 2021.

REDE BRASILEIRA DE TRILHAS. Rede Brasileira de Trilhas de Longo Curso e Conectividade. Disponível em: https://redetrilhas.org.br. Acesso em: 18 jun. 2026.

REDE TRILHAS RESPONSÁVEIS. Disponível em: https://www.redetrilhasresponsaveis.com.br. Acesso em: 18 jun. 2026.

DOI: 10.51189/vii-coninters/82953

LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO OBRIGAÇÃO NAS CONTRATAÇÕES PÚBLICAS DE OBRAS: DIAGNÓSTICO DE UMA LACUNA DE EFETIVIDADE NA LEI Nº 14.133/2021

CÉSAR AUGUSTO WANDERLEY OLIVEIRA

RESUMO

A construção civil é uma das principais fontes de resíduos sólidos do país, e a logística reversa figura no ordenamento brasileiro como instrumento central para reintegrá-los à cadeia produtiva. Este trabalho tem por objetivo diagnosticar a lacuna de efetividade que separa o potencial normativo da logística reversa dos resíduos da construção civil de sua concretização nas obras contratadas pelo poder público. Adotou-se revisão bibliográfica qualitativa, combinando a análise de estudos de caso empíricos sobre a logística reversa no setor da construção com a análise documental do arcabouço normativo pertinente, formado pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, pela Resolução CONAMA nº 307/2002 e pela Lei nº 14.133/2021. Os resultados revelam convergência na literatura técnica: a logística reversa desses resíduos não se efetiva quando deixada à adesão voluntária dos agentes econômicos, dependendo de imposição normativa acompanhada de fiscalização. Verificou-se, contudo, que as obrigações existentes se dirigem ao gerador privado e à cadeia produtiva em geral, sem que o contrato público de obra, instrumento por excelência do maior contratante de obras do país, seja mobilizado para impor a logística reversa como cláusula exigível, mensurável e sancionável. Conclui-se que a lacuna não é normativa, mas de efetividade e operacionalização: a Administração Pública, embora vinculada ao princípio do desenvolvimento nacional sustentável, não converte seu poder de compra em indutor da gestão ambientalmente adequada dos resíduos da construção civil. O diagnóstico indica que a sustentabilidade ambiental nas compras públicas depende menos de inovação legislativa e mais da incorporação efetiva da logística reversa ao regime contratual das obras públicas.

Palavras-chave: Compras governamentais; Desenvolvimento sustentável; Responsabilidade compartilhada.

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil ocupa posição singular no debate ambiental brasileiro. Responsável por cerca de 45 milhões de toneladas de resíduos coletados pelos municípios brasileiros em 2018 (ABRELPE, 2019), o setor produz volumes expressivos de entulho cuja destinação inadequada compromete o ambiente urbano, sobrecarrega aterros e desperdiça materiais reaproveitáveis. Diante desse cenário, a logística reversa consolidou-se como instrumento de política ambiental destinado a viabilizar o retorno dos resíduos ao ciclo produtivo ou a sua destinação final ambientalmente adequada.

No plano normativo, a resposta brasileira ao problema é estruturada em três camadas que se complementam. A Resolução CONAMA nº 307/2002 estabelece diretrizes específicas para a gestão dos resíduos da construção civil, classificando-os e impondo o respectivo plano de gerenciamento. A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305/2010, eleva a logística reversa à condição de instrumento central e a articula com o

DOI: 10.51189/vii-coninters/83282

princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. A Lei nº 14.133/2021, por fim, consagra o desenvolvimento nacional sustentável entre os princípios e objetivos das contratações públicas.

Esse arcabouço, todavia, convive com um déficit persistente de efetividade. A literatura técnica que examina experiências concretas de logística reversa no setor da construção é convergente ao apontar que a adesão voluntária dos agentes econômicos é insuficiente, e que a prática só prospera quando sustentada por imposição normativa e por fiscalização efetiva. Há, portanto, um descompasso entre a robustez do desenho normativo e a realidade da gestão dos resíduos.

Esse descompasso adquire contornos particulares quando se considera o papel do Estado. A Administração Pública é o maior contratante de obras e serviços de engenharia do país, e, nessa condição, gera e faz gerar volumes massivos de resíduos da construção civil. Ao mesmo tempo, dispõe de um instrumento singular de indução de comportamentos, o contrato administrativo, e está vinculada, por força de lei, ao princípio do desenvolvimento sustentável. A pergunta que orienta este estudo é: por que a logística reversa dos resíduos da construção civil não se efetiva nas obras públicas, apesar de existirem tanto o instrumento normativo quanto o instrumento contratual aptos a impô-la?

O objetivo geral deste trabalho é diagnosticar a lacuna de efetividade que separa o potencial normativo da logística reversa dos resíduos da construção civil de sua concretização no regime das contratações públicas de obras regidas pela Lei nº 14.133/2021.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo caracteriza-se como revisão bibliográfica de abordagem qualitativa, combinada com análise documental de fontes normativas. A seleção das fontes obedeceu a dois critérios complementares. No plano empírico, foram reunidos estudos de caso que investigaram a aplicação concreta da logística reversa no setor da construção civil em diferentes contextos territoriais brasileiros, de modo a captar regularidades quanto às condições de êxito e de fracasso da prática. No plano normativo, procedeu-se à análise documental do tripé que disciplina a matéria no Brasil, a saber, a Resolução CONAMA nº 307/2002, a Lei nº 12.305/2010 e a Lei nº 14.133/2021.

O recorte adotado é o da logística reversa dos resíduos da construção civil no âmbito das obras contratadas pelo poder público. A análise articulou os achados da literatura empírica com o conteúdo dos diplomas normativos, buscando identificar se e como a obrigação de logística reversa é endereçada ao contrato público de obra. A confrontação entre o que a literatura técnica demonstra e o que o arcabouço normativo prevê constitui o material a partir do qual se constrói o diagnóstico apresentado na seção seguinte.

A análise das fontes normativas considerou não apenas o conteúdo material de cada diploma, mas também o destinatário de cada obrigação e o instrumento jurídico por meio do qual ela se torna exigível. Esse duplo olhar, sobre o conteúdo e sobre a via de imposição, permitiu localizar com precisão o ponto em que o dever ambiental deixa de alcançar a relação contratual administrativa, e orientou a leitura crítica da literatura empírica à luz do regime das contratações públicas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados organizam-se em três eixos: a convergência da literatura empírica, o conteúdo do arcabouço normativo e o diagnóstico da lacuna que deles emerge.

No primeiro eixo, a literatura técnica examinada é consistente. O estudo de caso da empresa Future, dedicada à reciclagem de resíduos da construção civil, conclui que os benefícios da logística reversa só se realizam quando existem dispositivos legais que intensifiquem a prática e políticas de fiscalização pelos órgãos competentes que assegurem

DOI: 10.51189/vii-coninters/83282

sua adoção e cumprimento (Tadioto; Oliveira; Heringer, 2021). Em sentido próximo, a investigação sobre a logística reversa de sacos de cimento Portland, conduzida no estado de Sergipe, identifica disparidade entre a realidade observada e o estado desejável, atribuindo a resistência do setor à fragilidade da fiscalização dos órgãos competentes, ainda que a legislação já exista (Passos *et al.*, 2013). A análise da reutilização de resíduos de concreto em obras de grande porte reforça o diagnóstico ao demonstrar o potencial ambiental e econômico da prática, condicionando-a, contudo, à observância das exigências legais aplicáveis ao setor (Chaves; Costa Filho, 2019). O denominador comum desses estudos é inequívoco: a logística reversa dos resíduos da construção civil não se sustenta pela adesão espontânea dos agentes, mas depende de obrigação normativa associada a fiscalização efetiva.

No segundo eixo, o arcabouço normativo brasileiro oferece, em tese, os instrumentos necessários. A Resolução CONAMA nº 307/2002 classifica os resíduos da construção civil em quatro classes e impõe a elaboração e a implementação do Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil pelos grandes geradores, estabelecendo a não geração e a destinação ambientalmente adequada como objetivos prioritários. A Lei nº 12.305/2010 define a logística reversa como instrumento de desenvolvimento econômico e social voltado a viabilizar a coleta e a devolução dos resíduos para reaproveitamento, e a vincula ao princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, que alcança fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo. A Lei nº 14.133/2021, por sua vez, inscreve o desenvolvimento nacional sustentável entre os princípios das contratações públicas e o reafirma entre os objetivos do processo licitatório, que devem contemplar inclusive o ciclo de vida do objeto.

No terceiro eixo, da confrontação entre a literatura e o arcabouço normativo emerge o diagnóstico central deste trabalho. As obrigações de logística reversa existentes no ordenamento dirigem-se, predominantemente, ao gerador privado e à cadeia produtiva em geral, na lógica da responsabilidade compartilhada, e ao grande gerador, no caso do plano de gerenciamento exigido pela Resolução CONAMA nº 307/2002. Nenhum desses comandos roteia a obrigação por meio do contrato público de obra, convertendo-a em cláusula contratual exigível, mensurável na execução e sancionável em caso de descumprimento. O resultado é que a Administração Pública, embora vinculada ao princípio do desenvolvimento nacional sustentável e na posição de maior contratante de obras do país, não mobiliza seu poder de compra como indutor da gestão ambientalmente adequada dos resíduos da construção civil. A lacuna, portanto, não reside na ausência de norma ambiental, tampouco na ausência de princípio habilitante na legislação de contratações, mas na falta de operacionalização: o instrumento contratual, capaz de transformar o dever ambiental difuso em obrigação concreta e fiscalizável, permanece subutilizado. Justamente aquilo que a literatura empírica identifica como condição de êxito, a obrigatoriedade acompanhada de fiscalização, é o que o contrato público de obra poderia fornecer e não fornece de modo sistemático.

O exame do regime das contratações públicas evidencia que os pontos de inserção da obrigação de logística reversa já existem e permanecem inexplorados. A definição do objeto e as especificações técnicas do projeto poderiam incorporar metas de destinação e de reaproveitamento dos resíduos; os requisitos de habilitação poderiam exigir a comprovação da capacidade de gestão ambientalmente adequada; as cláusulas de execução poderiam converter a logística reversa em obrigação contratual mensurável; a fiscalização do contrato poderia aferir o seu cumprimento ao longo de toda a obra; e o regime sancionatório poderia tutelar a sua inobservância. A literatura empírica indica que é precisamente essa combinação de obrigatoriedade e fiscalização que falta para que a prática se efetive, e o contrato administrativo reúne, de modo concentrado, todos esses mecanismos. A não mobilização desse instrumental, e não a inexistência de norma, é o que explica a persistência do problema

mesmo após mais de duas décadas de disciplina específica sobre os resíduos da construção civil.

4 CONCLUSÃO

O diagnóstico realizado permite concluir que a inefetividade da logística reversa dos resíduos da construção civil nas obras públicas decorre de uma lacuna de operacionalização, e não de insuficiência normativa. O ordenamento brasileiro dispõe do instrumento ambiental, na Política Nacional de Resíduos Sólidos e na Resolução CONAMA nº 307/2002, e do instrumento habilitante, no princípio do desenvolvimento nacional sustentável consagrado pela Lei nº 14.133/2021. A literatura técnica, por seu turno, demonstra que a prática só se efetiva sob obrigação fiscalizada. O elo ausente é a conversão desse arcabouço em cláusula contratual exigível, mensurável e sancionável nas obras contratadas pelo poder público. Em outras palavras, o êxito da política ambiental de resíduos, no domínio das obras públicas, está menos condicionado à edição de novas normas do que ao manejo adequado dos instrumentos contratuais de que a Administração já dispõe.

Conclui-se, assim, que a sustentabilidade ambiental nas compras públicas depende menos de inovação legislativa e mais da incorporação efetiva da logística reversa ao regime contratual das obras públicas, com a mobilização do poder de compra estatal como indutor de comportamentos ambientalmente adequados. O reconhecimento dessa lacuna constitui o contributo do presente estudo e fornece base para o aperfeiçoamento da prática contratual administrativa no campo da gestão de resíduos da construção civil.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2019**. São Paulo: ABRELPE, 2019.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: Presidência da República, 2010.

BRASIL. **Lei nº 14.133, de 1º de abril de 2021**. Lei de Licitações e Contratos Administrativos. Brasília, DF: Presidência da República, 2021.

CHAVES, Augusto Olímpio Paula; COSTA FILHO, Ney Barros da. Logística reversa de pós-consumo por meio da reutilização dos resíduos de concreto usinado nas obras de parque eólico administradas pela construtora Alfa. **Revista de Engenharia da UNI7**, Fortaleza, v. 3, n. 1, p. 13-48, jan./jun. 2019.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, DF: CONAMA, 2002.

PASSOS, Anselmo Galvão; ALMEIDA, Ellana Cássia Araújo Dantas de; RUBERG, Claudia; SANTOS, Débora de Gois. Logística reversa de sacos de cimento Portland: estudo de caso em Sergipe, Brasil. In: **Congresso Interamericano de Resíduos Sólidos, 5.**, 2013, Lima. Anais [...]. Lima: AIDIS, 2013.

TADIOTO, Camila; OLIVEIRA, Jéssica Maciel de; HERINGER, Eudiman. Logística reversa de resíduos sólidos da construção civil: um estudo de caso da empresa Future. **City Farm**, [s.l.], 2021.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83282

A SECA AMAZÔNICA DE 2023 COMO TESTE PARA O PLANEJAMENTO HÍDRICO DIANTE DA VARIABILIDADE CLIMÁTICA

RAYANE CADETTE DOS SANTOS; YASMIN CARNEIRO GUIMARÃES DA SILVA.

RESUMO

A seca amazônica de 2023 esteve entre os eventos hidrológicos mais severos registrados na região nas últimas décadas. Em outubro de 2023, o Rio Negro atingiu o menor nível desde o início das medições em 1902, enquanto diferentes áreas da bacia amazônica registraram estiagens prolongadas e redução significativa das vazões. Os efeitos da seca repercutiram sobre o transporte fluvial, o abastecimento de água, a segurança alimentar e a mobilidade de populações que dependem diretamente dos rios para a realização de atividades cotidianas. Diante desse cenário, o presente trabalho tem por objetivo analisar em que medida a seca amazônica evidenciou desafios ao planejamento hídrico em cenários de variabilidade climática. A pesquisa possui natureza qualitativa e foi desenvolvida por meio de revisão bibliográfica e análise documental de estudos científicos, relatórios técnicos e boletins hidrológicos produzidos por instituições nacionais e internacionais. A análise dos documentos examinados indica que a severidade da estiagem esteve associada à atuação conjunta do fenômeno El Niño, do aquecimento anômalo do Atlântico Tropical Norte e da elevação das temperaturas observada nas últimas décadas. Os resultados indicam predominância de medidas emergenciais adotadas após a ocorrência dos impactos da seca, em comparação com estratégias previamente estruturadas de preparação para eventos extremos. Esse quadro reforça a importância do planejamento hídrico em cenários marcados pela recorrência de eventos climáticos extremos. Conclui-se que a recorrência de eventos extremos na Amazônia exige o fortalecimento de estratégias permanentes de adaptação, capazes de integrar informações climáticas, planejamento territorial e gestão hídrica, reduzindo a vulnerabilidade das populações e aumentando a capacidade de resposta diante de futuras estiagens.

Palavras-chave: eventos extremos; adaptação climática; recursos hídricos.

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia abriga a maior bacia hidrográfica do planeta, responsável por cerca de 16% a 18% da descarga global de água doce para os oceanos. Apesar dessa disponibilidade hídrica, a região registrou, em 2023, uma das secas mais severas desde o início dos registros instrumentais. Em outubro daquele ano, o Rio Negro atingiu em Manaus a cota de 12,70 m, o menor nível observado desde 1902, enquanto diferentes rios amazônicos apresentaram vazões significativamente inferiores às médias históricas (Espinoza et al., 2024).

Estudos recentes associam esse episódio à atuação conjunta do El Niño, ao aquecimento anômalo do Atlântico Tropical Norte e às elevadas temperaturas registradas na bacia amazônica (Espinoza et al., 2024; Clarke et al., 2024). A redução dos níveis dos rios dificultou o deslocamento das populações ribeirinhas e o transporte de água, alimentos e outros suprimentos essenciais, evidenciando os impactos da estiagem sobre atividades dependentes da navegação fluvial (Maciel; Loureiro; Santos, 2024). Ademais, a literatura registra temperaturas excepcionalmente elevadas durante o evento. Espinoza et al. (2024) observam que a seca de 2023 foi acompanhada por condições recordes de aquecimento em

DOI: 10.51189/vii-coninters/83312

diferentes áreas da Amazônia, característica que contribuiu para ampliar a gravidade do episódio quando comparado a secas anteriormente registradas.

A relevância do tema decorre da necessidade de compreender em que medida os parâmetros empregados na gestão dos recursos hídricos permanecem adequados diante da ocorrência de secas excepcionais em uma região que concentra parte significativa da disponibilidade de água doce do planeta.

O presente estudo tem por objetivo analisar em que medida a seca amazônica de 2023 evidenciou desafios ao planejamento hídrico em cenários de variabilidade climática.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo possui natureza qualitativa e foi desenvolvido por meio de revisão bibliográfica e análise documental. Foram utilizados artigos científicos e documentos técnicos recentes sobre a seca amazônica de 2023, com destaque para estudos que analisaram suas causas, impactos e implicações para o planejamento dos recursos hídricos.

A análise consistiu na sistematização das informações apresentadas pela literatura, buscando identificar os principais fatores associados à seca e os desafios apontados para o planejamento hídrico em cenários de variabilidade climática.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura analisada apresenta consenso quanto à excepcionalidade da seca amazônica observada em 2023. A seca de 2023 levou ao reconhecimento de situação de emergência em 60 dos 62 municípios do Estado do Amazonas (Maciel; Loureiro; Santos, 2024). A abrangência do evento também pode ser observada na distribuição espacial dos seus impactos. Atingindo praticamente todo o Estado do Amazonas, a estiagem não se restringiu a um conjunto específico de municípios, alcançando grande parte do território estadual. A abrangência territorial dos impactos constitui um dos elementos que distinguem a seca de 2023 de eventos hidrológicos anteriormente registrados na região. Os estudos examinados associam o evento à atuação simultânea de fatores oceânicos e atmosféricos, cujos efeitos contribuíram para a redução das precipitações e para a ocorrência de níveis hidrológicos historicamente baixos em diferentes áreas da bacia amazônica.

Espinoza et al. (2024) registram que a descida anual do nível do Rio Negro em 2023 alcançou amplitude de 15,6 m, valor superior em aproximadamente 50% à média histórica de 10,4 m. Esse dado reforça a excepcionalidade do evento e ajuda a compreender por que a estiagem de 2023 suscitou questionamentos sobre a adequação de parâmetros tradicionalmente utilizados no acompanhamento hidrológico da região.

Além da redução das precipitações, a literatura registra temperaturas excepcionalmente elevadas na bacia amazônica durante 2023. Espinoza et al. (2024) observam que o evento combinou condições extremas de seca e calor, circunstância que contribuiu para agravar os efeitos hidrológicos registrados na região.

Tabela 1 – Fatores associados à seca amazônica de 2023 segundo a literatura analisada

Fator identificado	**Contribuição para a estiagem**
El Niño	Alteração dos regimes de precipitação na Amazônia
Aquecimento do Atlântico Tropical Norte	Influência sobre a circulação atmosférica regional
Temperaturas elevadas	Intensificação do estresse hídrico
Mudanças climáticas	Aumento da probabilidade e severidade de eventos extremos

Fonte: Elaborada pelas autoras com base em Espinoza et al. (2024), Clarke et al. (2024) e SGB (2024).

DOI: 10.51189/vii-coninters/83312

Conforme sintetizado na Tabela 1, a literatura não atribui a seca a um único fator climático. Os estudos apontam para a interação entre fenômenos de variabilidade natural e processos de aquecimento observados nas últimas décadas. Espinoza et al. (2024) identificam que a combinação entre o El Niño, o aquecimento do Atlântico Tropical Norte e temperaturas excepcionalmente elevadas contribuiu para a magnitude do evento registrado em 2023. De modo semelhante, Clarke et al. (2024) indicam que as mudanças climáticas aumentaram a probabilidade de ocorrência de condições extremas na bacia amazônica.

Tabela 2 – Evidências da seca de 2023 e implicações para o planejamento hídrico

Evidência identificada	**Aspecto do planejamento afetado**
Níveis historicamente baixos dos rios amazônicos	Necessidade de revisão de cenários hidrológicos utilizados no planejamento
Dificuldades de deslocamento e transporte de suprimentos essenciais	Consideração de riscos associados à dependência dos sistemas fluviais
Adoção predominante de medidas emergenciais	Importância do fortalecimento de estratégias de preparação para eventos extremos
Combinação entre seca e calor extremos	Necessidade de incorporar variáveis climáticas ao planejamento hídrico

Fonte: Elaborada pelas autoras com base em Maciel, Loureiro e Santos (2024), Espinoza et al. (2024), Clarke et al. (2024) e SGB (2024).

Os impactos identificados pela literatura, sintetizados na Tabela 2, demonstram que a seca produziu efeitos que alcançaram atividades diretamente dependentes da dinâmica fluvial amazônica. Foram registradas dificuldades no deslocamento de populações ribeirinhas e no transporte de água, alimentos e outros suprimentos essenciais (Maciel; Loureiro; Santos, 2024). Os resultados também indicam que a recorrência de eventos extremos impõe desafios ao planejamento dos recursos hídricos, especialmente em uma região que concentra parte significativa da disponibilidade de água doce do planeta.

Os efeitos registrados pela literatura indicam que a redução dos níveis dos rios repercutiu diretamente sobre atividades que dependem da navegabilidade dos cursos d'água. Em diversas áreas da Amazônia, o deslocamento de pessoas e o transporte de suprimentos dependem diretamente da navegabilidade dos rios, razão pela qual alterações hidrológicas de grande magnitude tendem a produzir consequências perceptíveis no cotidiano das populações afetadas.

A permanência de níveis críticos em anos subsequentes reforça a pertinência do recorte adotado. Em 2024, o SGB registrou que o Rio Negro atingiu 13,73 m em Manaus, a quarta menor cota da série histórica iniciada em 1902, atrás apenas dos registros de 1963, 2010 e 2023 (SGB, 2024). Embora o presente estudo se concentre na seca de 2023, esse dado indica que o planejamento hídrico amazônico deve considerar a possibilidade de repetição de condições críticas em curto intervalo temporal.

Os documentos analisados atribuem destaque às medidas emergenciais adotadas após a redução dos níveis dos rios, especialmente aquelas voltadas à mitigação de impactos sobre o transporte fluvial e o abastecimento de comunidades afetadas. A predominância dessas ações na literatura consultada indica que a resposta institucional esteve concentrada no enfrentamento dos efeitos já observados da estiagem. Esse cenário reforça a relevância do debate sobre o papel do planejamento hídrico diante da crescente ocorrência de eventos hidrológicos extremos na Amazônia.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83312

A ocorrência de níveis hidrológicos sem precedentes em importantes rios amazônicos também possui implicações para o planejamento dos recursos hídricos. A utilização de séries históricas constitui instrumento frequente para projeções e tomada de decisão. Quando eventos extremos passam a ocorrer com maior intensidade ou frequência, a capacidade desses parâmetros de representar adequadamente as condições futuras torna-se objeto de discussão, especialmente em cenários marcados por alta variabilidade climática.

A análise realizada permite concluir que a seca amazônica de 2023 funcionou como um teste para o planejamento hídrico regional, ao evidenciar os desafios associados à adaptação a condições hidrológicas excepcionais em cenários de elevada variabilidade climática.

4 CONCLUSÃO

A análise da literatura identificou que a seca amazônica de 2023 esteve associada à combinação entre o fenômeno El Niño, o aquecimento anômalo do Atlântico Tropical Norte e temperaturas excepcionalmente elevadas na região. Os estudos também registraram reduções expressivas dos níveis dos rios amazônicos e impactos sobre atividades dependentes da navegação fluvial.

Os resultados indicam que os documentos analisados atribuem maior destaque a medidas emergenciais adotadas após a materialização dos impactos da seca do que a estratégias previamente estruturadas de preparação. Nesse sentido, a seca analisada demonstrou que a elevada disponibilidade hídrica da Amazônia não impede a ocorrência de situações críticas quando eventos extremos alteram significativamente a dinâmica dos rios.

Como limitação, o estudo está circunscrito às interpretações apresentadas pela literatura consultada sobre a seca amazônica de 2023. A recorrência recente de secas severas na Amazônia indica que a adequação dos atuais mecanismos de planejamento hídrico continuará a constituir tema relevante para a sustentabilidade dos recursos hídricos da região.

REFERÊNCIAS

CLARKE, B.; OTTO, F. E. L.; VAN OLDENBORGH, G. J.; et al. Climate change, not El Niño, main driver of exceptional drought in highly vulnerable Amazon River Basin. London: **World Weather Attribution**, 2024. Disponível em: https://www.worldweatherattribution.org/climate-change-not-el-nino-main-driver-of-exceptional-drought-in-highly-vulnerable-amazon-river-basin/. Acesso em: 19 jun. 2026.

ESPINOZA, J. C.; SEGURA, H.; RONCHAIL, J.; et al. The new record of drought and warmth in the Amazon in 2023 related to regional and global climatic features. **Scientific Reports**, London, v. 14, art. 10414, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41598-024-58782-5. Acesso em: 22 jun. 2026.

MACIEL, J. C.; LOUREIRO, L. S.; SANTOS, A. L. M. R. Influências e impactos da estiagem de 2023 na bacia do Amazonas. In: **ENCONTRO NACIONAL DE DESASTRES**, 4., 2024, Curitiba, PR. Anais [...]. Curitiba: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRHidro), 2024. Disponível em: https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/241/IV-END0087-1-0-20240818-172429.pdf. Acesso em: 22 jun. 2026.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Seca se intensifica na região amazônica, e Rio Negro pode ficar abaixo dos 12 m em Manaus (AM). Brasília: **Serviço Geológico do Brasil**, 27 set. 2024. Disponível em: https://www.sgb.gov.br/w/seca-se-intensifica-na-regiao-amazonica-e-rio-negro-pode-ficar-abaixo-dos-12-m-em-manaus-am-. Acesso em: 22 jun. 2026.

DINÂMICA DO DESMATAMENTO E IMPACTOS NA BIODIVERSIDADE EM ASSENTAMENTOS RURAIS NA AMAZÔNIA: ANÁLISE TEMPORAL NO PROJETO DE ASSENTAMENTO RIO CUPARI

IVAN CALIXTO DOS SANTOS, LÍVIA DO AMARAL CALIXTO, WANDREU HUGO COELHO SANTIAGO, ANDRELLI MELYZA ARAÚJO RIBEIRO, SALOMÃO ALBUQUERQUE ARANHA, FRANCINEI SENA NASCIMENTO, GLEIDSON MARQUES PEREIRA.

RESUMO

A conservação da biodiversidade amazônica tem sido progressivamente comprometida pelas mudanças no uso e cobertura da terra, especialmente em áreas submetidas à expansão agropecuária e à ocupação antrópica. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar a dinâmica espaço-temporal do desmatamento no Projeto de Assentamento Rio Cupari, localizado no município de Aveiro, estado do Pará, entre os anos de 2000 e 2020, avaliando suas implicações sobre a fragmentação da vegetação nativa, a conectividade ecológica e a conservação da fauna e da flora local. A pesquisa foi desenvolvida por meio da análise de imagens orbitais Landsat e do processamento de dados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando o software QGIS para elaboração de mapas comparativos de uso e cobertura da terra. Complementarmente, realizou-se revisão bibliográfica sistematizada com base no protocolo PRISMA, visando subsidiar a interpretação dos impactos ambientais observados. Os resultados evidenciaram aumento expressivo das áreas antropizadas no assentamento, passando de aproximadamente 6.378 ha em 2000 para cerca de 14.350 ha em 2020, representando crescimento superior a 125% no período analisado. A expansão das áreas destinadas à agropecuária promoveu redução da cobertura florestal contínua, aumento da fragmentação da paisagem e diminuição da conectividade ecológica entre remanescentes vegetais. Esses processos potencializam a perda de habitats, comprometem o fluxo gênico entre populações e reduzem a capacidade de manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos. Conclui-se que a intensificação das mudanças no uso da terra no Projeto de Assentamento Rio Cupari constitui importante fator de pressão sobre os ecossistemas amazônicos, reforçando a necessidade de estratégias integradas de monitoramento ambiental, planejamento territorial e adoção de práticas produtivas sustentáveis voltadas à conservação dos recursos naturais.

Palavras-chave: Conectividade ecológica; Biodiversidade; Fragmentação da paisagem.

1 INTRODUÇÃO

A perda da biodiversidade constitui uma das maiores preocupações ambientais do século XXI, sendo diretamente influenciada pelas mudanças no uso e cobertura da terra, sobretudo em regiões tropicais onde os ecossistemas apresentam elevada riqueza biológica e elevada vulnerabilidade às pressões antrópicas. No Brasil, a expansão das atividades agropecuárias, associada à ocupação territorial desordenada e à conversão de florestas em áreas produtivas, tem promovido profundas alterações nos ecossistemas naturais, comprometendo a conservação da fauna, da flora e dos serviços ecossistêmicos essenciais à manutenção do equilíbrio ambiental (MapBiomas, 2024; Magdalena *et al.,* 2023).

A Amazônia brasileira abriga a maior floresta tropical contínua do planeta, com

DOI: 10.51189/vii-coninters/83354

elevada biodiversidade e papel essencial na regulação climática, no ciclo hidrológico e no armazenamento de carbono. Contudo, enfrenta crescente desmatamento e degradação florestal, impulsionados pela expansão agropecuária, exploração madeireira e infraestrutura. (INPE, 2024; da Silva & de Oliveira, 2026). Estudos recentes demonstram que, além da supressão direta da vegetação, a fragmentação dos remanescentes florestais reduz a conectividade ecológica, intensifica os efeitos de borda e compromete a manutenção das populações de espécies vegetais e animais (Alencar *et al.,* 2022; Barni *et al.,* 2025).

Nesse contexto, os assentamentos rurais são importantes para analisar as transformações ambientais na Amazônia. Apesar de sua função social na reforma agrária e na geração de renda, muitos apresentam limitações de planejamento territorial, assistência técnica e regularização ambiental, favorecendo a conversão de florestas para a pecuária extensiva e a agricultura de subsistência (Stabile *et al.,* 2020). Como consequência, observase aumento da fragmentação florestal, redução da disponibilidade de habitats e comprometimento da funcionalidade ecológica das paisagens amazônicas.

A redução da conectividade entre fragmentos florestais representa uma das principais ameaças à conservação da biodiversidade amazônica. Ambientes fragmentados dificultam o fluxo gênico entre populações, reduzem a dispersão de sementes, alteram interações ecológicas e aumentam a suscetibilidade das espécies às mudanças climáticas e aos distúrbios ambientais (Marchioro *et al.,* 2023; Borthakur *et al.,* 2026). Além disso, estudos recentes indicam que áreas fragmentadas apresentam menor capacidade de resiliência ecológica, favorecendo processos de degradação progressiva e perda de serviços ecossistêmicos fundamentais para a sustentabilidade regional (Siddiqui & Verma, 2026).

Diante desse cenário, torna-se fundamental compreender a dinâmica espaçotemporal das mudanças no uso da terra em assentamentos rurais amazônicos, especialmente seus efeitos sobre a fragmentação da paisagem e a conservação da biodiversidade. Assim, o presente estudo teve como objetivo analisar a dinâmica do desmatamento no Projeto de Assentamento Rio Cupari, localizado no município de Aveiro, estado do Pará, entre os anos de 2000 e 2020, avaliando suas implicações sobre a conectividade ecológica, a fragmentação da vegetação nativa e a conservação da fauna e flora local.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O Projeto de Assentamento Rio Cupari, localizado no município de Aveiro, compreende uma área de aproximadamente 36.712 hectares situados na margem esquerda do rio Cupari. O assentamento foi criado em 1996 pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), com o objetivo de promover a reforma agrária e a ocupação ordenada da região.

Os dados foram obtidos por meio de imagens orbitais do satélite Landsat e do processamento espacial em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando o software QGIS para elaboração dos mapas de localização e análise comparativa do uso e cobertura da terra entre os anos de 2000 e 2020. Para a classificação do uso e cobertura da terra foram adotadas as classes: floresta nativa, área antropizada (pastagem, agricultura e solo exposto), corpos hídricos e outros usos. A identificação das classes foi realizada por interpretação visual das imagens Landsat, considerando aspectos como tonalidade, textura, forma e padrão espacial dos alvos observados. As áreas de floresta foram caracterizadas pela elevada densidade de cobertura vegetal e coloração verde escura, enquanto as áreas antropizadas foram identificadas pela presença de pastagens, áreas agrícolas, solo exposto e padrões geométricos associados à ocupação humana.

O presente trabalho também realizou revisão uma bibliográfica sistematizada acerca da conservação da fauna e flora sob pressão antrópica, especialmente relacionada às mudanças no uso da terra decorrentes da expansão da pecuária e da agricultura em

assentamentos rurais amazônicos. A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de natureza exploratória e descritiva, com abordagem quali-quantitativa. Para seleção e organização dos estudos utilizados, foi adotado processo metodológico baseado no protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), permitindo maior transparência e rigor científico na revisão bibliográfica realizada, na figura 2.

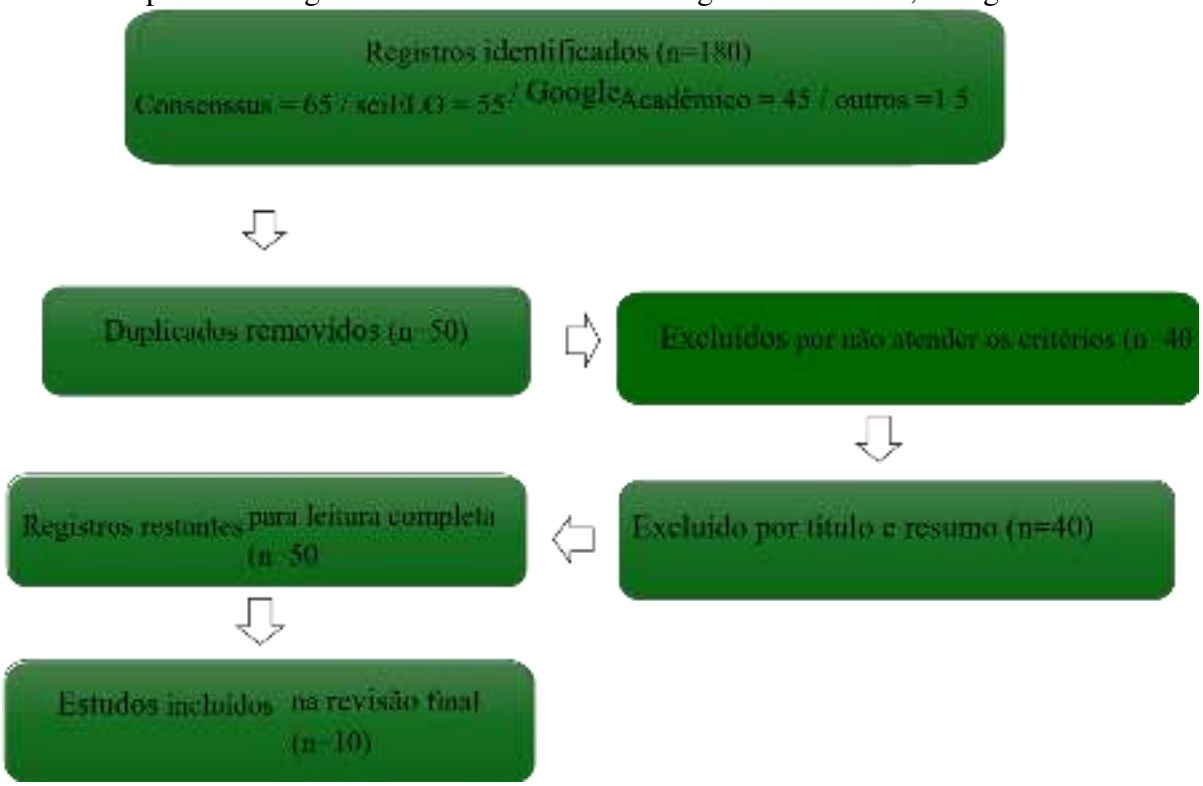


Figura 2. Fluxo da informação com as diferentes fases de uma revisão sistemática. Fonte: elaborado pelos autores, 2026.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Análise, espaço-temporal do uso e cobertura da terra no Projeto de Assentamento Rio Cupari, localizado no município de Aveiro, evidenciou avanço significativo das áreas antropizadas entre os anos de 2000 e 2020. Os resultados demonstram que a área desmatada passou de aproximadamente 6.378,429 ha em 2000 para cerca de 14.349,879 ha em 2020, representando aumento aproximado de 125% no período analisado. O mapa apresentado na Figura 3 evidencia a ampliação das áreas abertas e a redução da cobertura florestal contínua, indicando intensificação do processo de fragmentação da paisagem.

Figura 3. Cobertura do solo no ano de 2000 / Fonte: elaborado pelos autores, 2026.

Figura 4. Evolução da redução da cobertura do solo no ano de 2020. / Fonte: elaborado pelos autores, 2026.

Além da redução da vegetação nativa, verificou-se perda de conectividade ecológica entre os remanescentes florestais. Montibeller et al. (2020) e Rosa, Gabriel e Carreiras (2017) apontam que a expansão agropecuária intensifica a fragmentação da paisagem, os efeitos de borda e a vulnerabilidade dos ecossistemas amazônicos. No Projeto de Assentamento Rio Cupari, esse processo é evidenciado pela substituição da floresta contínua por mosaicos de pastagens, áreas agrícolas e fragmentos florestais isolados.

A expansão da pecuária e da agricultura é um dos principais vetores das transformações ambientais no assentamento. Lapola et al. (2014) destacam que o avanço da fronteira agropecuária na Amazônia impulsiona a conversão da vegetação nativa, enquanto Fearnside (2005) relaciona esse processo à perda de biodiversidade e à fragmentação florestal. No Projeto de Assentamento Rio Cupari, a ampliação das áreas antropizadas evidencia crescente pressão sobre os recursos naturais.

Os impactos ecológicos decorrentes da fragmentação florestal tornam-se evidentes, devido à perda de conectividade entre os remanescentes vegetais e à degradação progressiva dos habitats naturais. Segundo Haddad et al. (2015), a fragmentação de habitats constitui um dos principais fatores responsáveis pela perda de biodiversidade em ecossistemas terrestres, promovendo alterações persistentes na estrutura e funcionamento ecológico das paisagens naturais. Na Amazônia, esses impactos tornam-se ainda mais intensos, uma vez que os fragmentos florestais sofrem degradação progressiva ao longo do tempo, resultando em alterações microclimáticas, aumento dos efeitos de borda e redução da diversidade biológica (Laurance et al., 2002).

De acordo com Gomes et al. (2019), o avanço do desmatamento associado às mudanças climáticas representa uma das principais ameaças à diversidade de espécies arbóreas amazônicas, podendo ocasionar redução significativa da riqueza florística ao longo das próximas décadas. Da mesma forma, Qin et al. (2021) Destacam que a degradação e a fragmentação florestal podem gerar impactos ambientais tão ou mais severos que o desmatamento, devido à perda gradual da qualidade dos remanescentes florestais.

Do ponto de vista legal, a dinâmica observada no Projeto de Assentamento Rio Cupari deve ser analisada conforme os critérios estabelecidos pelo Código Florestal Brasileiro de 2012, que determina a manutenção de 80% da área como Reserva Legal em imóveis rurais situados em áreas de floresta na Amazônia Legal. Nesse contexto, o aumento das áreas antropizadas pode indicar a existência de déficit de Reserva Legal e possíveis pressões sobre Áreas de Preservação Permanente (APPs), especialmente em áreas próximas aos cursos d'água e regiões ambientalmente sensíveis.

Os resultados corroboram Mourão, Souza e Sessim (2024), que apontam elevados índices de desmatamento em assentamentos amazônicos associados à falta de planejamento territorial e governança ambiental. Os autores destacam que o fortalecimento do monitoramento, da assistência técnica e do incentivo à produção sustentável é essencial para reduzir a pressão sobre a vegetação nativa.

Os resultados demonstram que o Projeto de Assentamento Rio Cupari apresentou aumento do desmatamento e da fragmentação florestal nas últimas décadas, com impactos sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos. Nesse contexto, o planejamento territorial, a recuperação ambiental e o fortalecimento da produção sustentável são essenciais para reduzir os impactos das mudanças no uso da terra e promover a conservação na Amazônia.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que o Projeto de Assentamento Rio Cupari, apresentou expressivo avanço das áreas antropizadas entre 2000 e 2020, resultando na redução da cobertura florestal e no aumento da fragmentação da paisagem. A expansão agropecuária reduziu a conectividade entre remanescentes florestais, intensificando pressões sobre a biodiversidade e comprometendo funções ecossistêmicas. Esses resultados evidenciam a necessidade de monitoramento ambiental, planejamento territorial e estratégias sustentáveis de uso da terra para conciliar a produção agropecuária com a conservação dos recursos naturais e da biodiversidade amazônica.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83354

REFERÊNCIAS

ALBERT, J. S. et al. Human impacts outpace natural processes in the Amazon. *Science*, v. 379, n. 6630, eabo5003, 2023. DOI: https://doi.org/10.1126/science.abo5003.

ALENCAR, A. A. et al. Conjunto de dados de longo prazo de área queimada mensal baseada em Landsat para os biomas brasileiros usando aprendizado profundo. *Remote Sensing*, v. 14, n. 11, p. 2510, 2022. DOI: https://doi.org/10.3390/rs14112510.

BARNI, P. E. et al. Edge effects in the Amazon rainforest in the state of Roraima, Brazil. *Forests*, v. 16, n. 8, p. 1322, 2025. DOI: https://doi.org/10.3390/f16081322.

BORTHAKUR, U. et al. Impacts of climate change on the genetic and phytochemical diversity of medicinal plants in high-biodiversity regions. In: **GENETIC diversity in medicinal plants: challenges, threats, and future applications**. Singapore: Springer Nature, 2026. p. 321-344. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-95-7281-6_13.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br. Acesso em: 3 mar. 2026.

FEARNSIDE, P. M. Deforestation in Brazilian Amazonia: history, rates, and consequences. *Conservation Biology*, v. 19, n. 3, p. 680-688, 2005. DOI: https://doi.org/10.1111/j.15231739.2005.00697.x.

GOMES, V. H. F.; VIEIRA, I. C. G.; SALOMÃO, R. P.; TER STEEGE, H. Amazonian tree species threatened by deforestation and climate change. *Nature Climate Change*, v. 9, n. 7, p. 547-553, 2019. DOI: https://doi.org/10.1038/s41558-019-0500-2.

HADDAD, N. M. et al. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*, v. 1, n. 2, e1500052, 2015. DOI: https://doi.org/10.1126/sciadv.1500052.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **BDQueimadas: Banco de Dados de Queimadas**. São José dos Campos, [s. d.]. Disponível em: http://www.inpe.br/queimadas/bdqueimadas. Acesso em: 3 mar. 2026.

INTERGOVERNMENTAL SCIENCE-POLICY PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES (IPBES). *Global assessment report on biodiversity and ecosystem services*. Bonn: IPBES, 2019. Disponível em: https://files.ipbes.net/ipbes-webprod-publicfiles/inline/files/ipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers.pdf. Acesso em: 3 mar. 2026.

LAPOLA, D. M. et al. Pervasive transition of the Brazilian land-use system. *Nature Climate Change*, v. 4, n. 1, p. 27-35, 2014. DOI: https://doi.org/10.1038/nclimate2056.

LAURANCE, W. F. et al. Ecosystem decay of Amazonian forest fragments: a 22-year investigation. *Conservation Biology*, v. 16, n. 3, p. 605-618, 2002. DOI: https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.2002.01025.x.

MAGDALENA, U. R.; GONÇALVES DE SOUZA, G. B.; AMORIM, R. R. Spatial

analysis guiding decision-making in environmental conservation: systematic conservation planning and ecosystem services. *Progress in Physical Geography*, v. 47, n. 1, p. 123-139, 2023. DOI: https://doi.org/10.1177/03091333221112409.

MAPBIOMAS. *Projeto MapBiomas: Coleção 7 da série anual de mapas de cobertura e uso da terra do Brasil*. 2024. Disponível em: https://mapbiomas.org. Acesso em: 2 abr. 2026.

MARCHIORO, C. A. et al. Biotic interactions at risk: climate change drives spatial mismatch between a critically endangered tree and its seed dispersers and predators. *Climatic Change*, v. 176, n. 12, p. 165, 2023. DOI: https://doi.org/10.1007/s10584-02303642-w.

MONTIBELLER, B.; KMOCH, A.; VIRRO, H.; MANDER, Ü.; UUEMAA, E. Increasing fragmentation of forest cover in Brazil's Legal Amazon from 2001 to 2017. *Scientific Reports*, v. 10, p. 5803, 2020. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-020-62591-x.

MOURÃO, J.; SOUZA, P.; SESSIM, M. *Assentamentos em foco: combate ao desmatamento e conservação na Amazônia*. Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative; Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: https://www.climatepolicyinitiative.org/pt-br/publication/assentamentos-em-foco-combateao-desmatamento-e-conservacao-na-amazonia/. Acesso em: 3 mar. 2026.

POWERS, R. P.; JETZ, W. Global habitat loss and extinction risk of terrestrial vertebrates under future land-use-change scenarios. *Nature Climate Change*, v. 9, n. 4, p. 323-329, 2019. DOI: https://doi.org/10.1038/s41558-019-0406-z.

QIN, Y. et al. Carbon loss from forest degradation exceeds that from deforestation in the Brazilian Amazon. *Nature Climate Change*, v. 11, n. 5, p. 442-448, 2021. DOI: https://doi.org/10.1038/s41558-021-01026-5.

ROSA, I. M. D.; GABRIEL, C.; CARREIRAS, J. M. B. Spatial and temporal dimensions of landscape fragmentation across the Brazilian Amazon. *Regional Environmental Change*, v. 17, n. 6, p. 1687-1699, 2017. DOI: https://doi.org/10.1007/s10113-017-1120-x.

SIDDIQUI, A. R.; VERMA, P. Valuation of ecosystem services amidst land-use and landcover change dynamics in Kedarnath Wildlife Sanctuary, Uttarakhand, India. In: **CLIMATE change, resilience, and ecosystem services**. Cham: Springer, 2026. p. 111-128. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-031-96977-5_7.

SILVA, D. G. O.; FRANCISCO, C. N.; DEVIDE, A. C. P. Análise dos sistemas agroflorestais pelo índice espectral de vegetação em assentamento rural. *Revista NERA*, v. 28, n. 2, e9985, 2025. DOI: https://doi.org/10.47946/rnera.v28i2.9985.

SILVA, E. S.; OLIVEIRA SOUZA, J. A. Mudanças no uso e cobertura da terra e sua relação com a expansão agropecuária em Cacoal-RO (1985-2024). *RECIMA21: Revista Científica Multidisciplinar*, v. 7, n. 6, e768104, 2026. DOI: https://doi.org/10.47820/recima21.v7i6.8104.

STABILE, M. C. et al. Solving Brazil's land use puzzle: increasing production and slowing Amazon deforestation. *Land Use Policy*, v. 91, 104362, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.104362.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

DINÂMICA FLUVIAL E GEOTECNOLOGIAS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA (1993-2026)

ÉRICA MARTINS DA SILVA

Introdução: A compreensão dos sistemas fluviais e de seus ambientes inundáveis é fundamental para a gestão ambiental e a conservação de recursos hídricos. Nos últimos anos, o avanço das geotecnologias tem impulsionado estudos que buscam monitorar e analisar essas complexas dinâmicas espaciais e temporais, tornando-se temas centrais no cenário científico global. **Objetivo:** Este estudo teve como objetivo analisar a evolução científica, a estrutura intelectual e as tendências temáticas relacionadas à dinâmica fluvial, ambientes inundáveis, geotecnologias e gestão de sistemas fluviais, com ênfase especial no contexto do Pantanal. **Metodologia:** Trata-se de uma pesquisa bibliométrica descritiva, conduzida na base *Web of Science Core Collection*. Foram integrados três corpora temáticos, resultando em 345 artigos publicados entre 1993 e 2026, após a remoção de duplicados. Os dados foram processados no *software* R, utilizando o pacote *Bibliometrix* para análise de indicadores de desempenho e mapeamento científico. **Resultados:** A produção científica apresentou crescimento anual médio de 8,33%, com 75% dos estudos publicados após 2014. Os Estados Unidos e o Brasil destacam-se como os maiores produtores. A análise revelou que o sensoriamento remoto e os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) atuam como temas motores, consolidando-se como elementos estruturantes das pesquisas. Identificaram-se três eixos temáticos principais: geotecnologias, dinâmica fluvial e ambientes inundáveis. **Conclusão:** A produção científica demonstra robustez teórica e metodológica, porém foi identificada uma lacuna: a escassez de estudos que integrem os processos geomorfológicos e hidrológicos a instrumentos legais de gestão e proteção territorial. No caso do Pantanal, essa lacuna é preocupante, pois a dinâmica sazonal e a mobilidade dos canais exigem modelos de gestão que ainda são pouco explorados na literatura. Desta forma, a integração entre geotecnologias e normativas ambientais constitui uma fronteira promissora para o avanço da gestão eficaz de sistemas fluviais.

Palavras-chave: **BIBLIOMETRIA; DINÂMICA FLUVIAL; GEOTECNOLOGIAS;**

DOI: 10.51189/vii-coninters/83373

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

PERSUASÃO DIGITAL E APOSTA ONLINE: UM EXPERIMENTO DE CAMPO SOBRE APELOS CENTRAIS E PERIFÉRICOS EM ANÚNCIOS DE APOSTAS ESPORTIVAS

MIZAEL MOREIRA SALES; ; MARIA ELIZÂNIA CHAVES VALENTIM; LORENA COSTA DE OLIVEIRA ARAUJO; FELIPE GERHARD PAULA SOUSA

Introdução: O crescimento da publicidade de apostas esportivas online ampliou debates sobre ética empresarial, proteção do consumidor e jogo responsável, especialmente em ambientes digitais nos quais anúncios combinam argumentos racionais, emoção futebolística e influenciadores. À luz do Modelo de Probabilidade de Elaboração (ELM), mensagens persuasivas podem operar por rota central, baseada em informações e argumentos, ou por rota periférica, baseada em pistas heurísticas e identificação social. **Objetivo:** analisar como apelos centrais e periféricos, isolados e combinados, influenciam o comportamento de clique e a visualização da página de destino em anúncios digitais de apostas esportivas. **Metodologia:** realizou-se um experimento de campo online, com delineamento fatorial 2 × 2, composto por quatro condições: controle, apelo central, apelo periférico e apelo combinado. Os anúncios foram veiculados na plataforma Meta Ads para usuários maiores de 18 anos das regiões Norte e Nordeste do Brasil, entre 12 e 21 de junho de 2026. As variáveis dependentes foram cliques e visualizações da página de destino. Os dados foram analisados por estatística descritiva e ANOVA fatorial 2 × 2, com significância de 5%. **Resultados:** o grupo de apelo central apresentou as maiores médias de cliques (M = 74,1; DP = 44,16) e visualizações da página de destino (M = 48,4; DP = 29,97), seguido pelo periférico, com M = 70,9 cliques e M = 46,6 visualizações. O controle apresentou M = 67,5 cliques e M = 45,0 visualizações, enquanto o combinado obteve M = 67,5 cliques e M = 43,2 visualizações. Apesar das diferenças descritivas, a ANOVA não indicou efeitos significativos dos apelos ou da interação, com p-valores entre 0,709 e 0,901 e efeitos muito pequenos. **Conclusão:** os resultados indicam que, em campanhas reais de mídia paga, a resposta imediata do usuário não depende apenas do tipo de apelo persuasivo. Segmentação algorítmica, momento de entrega, saturação da campanha e familiaridade do público com apostas podem diluir diferenças entre mensagens. O estudo mostra que a aplicação do ELM em plataformas digitais deve considerar o contexto de circulação da publicidade e reforça a importância de estratégias compatíveis com ética empresarial, proteção do consumidor e jogo responsável.

Palavras-chave: **APELOS PUBLICITÁRIOS; APOSTAS ESPORTIVAS; SUSTENTABILIDADE SOCIAL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/83390

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

O Setor Saúde como Agente de Sustentabilidade Ambiental

ELIZANDRA BORBA DE OLIVEIRA; CINTIA DA SILVA TAVARES

Introdução: A sustentabilidade ambiental na área da saúde vai além do cumprimento de requisitos legais. Trata-se de um compromisso institucional voltado à redução dos impactos ambientais, à promoção do uso racional dos recursos, ao fortalecimento da gestão adequada dos resíduos e ao incentivo à conscientização de colaboradores, pacientes e comunidade. Dessa forma, os hospitais tornam-se importantes agentes de transformação, contribuindo para a construção de um futuro mais sustentável e saudável para as próximas gerações. Ao adotar boas práticas na gestão dos resíduos e conscientização sobre consumo , as instituições demonstram que o cuidado com as pessoas também envolve o cuidado com o meio ambiente e com a preservação dos recursos naturais. **Objetivo:** Este trabalho tem como objetivo demonstrar que pequenas ações, quando realizadas de forma contínua e consciente, podem gerar impactos significativos a longo prazo, contribuindo para a saúde do planeta e promovendo mudanças positivas nos hábitos e comportamentos das pessoas. **Metodologia:** Para a análise dos dados, foram realizadas coletas mensais referentes ao consumo de copos descartáveis em um hospital de grande porte, com aproximadamente 1.800 colaboradores e capacidade instalada de 320 leitos. Os dados apresentados correspondem a uma série histórica de consumo referente ao período de três anos (2023 a 2025), possibilitando a avaliação do comportamento de utilização ao longo do tempo. **Resultados:** Os resultados evidenciam uma redução expressiva no consumo de copos descartáveis. Em 2023, o consumo total foi de 826.900 unidades, enquanto em 2025 observou-se um consumo de 500.500 unidades, representando uma redução de 60,5% no período analisado. Destaca-se que essa redução foi alcançada a partir da implementação de uma única medida institucional voltada à conscientização dos colaboradores. **Conclusão:** Diante dos resultados obtidos, conclui-se que ainda existem oportunidades de melhoria contínua. Evidencia-se, ainda, que ações educativas voltadas à mudança de hábitos e comportamentos dos colaboradores constituem uma estratégia eficaz de sustentabilidade ambiental. Observa-se também que a incorporação de novos hábitos no ambiente de trabalho tende a extrapolar esse espaço, sendo reproduzida na vida cotidiana dos indivíduos, ampliando assim o alcance das ações e contribuindo de forma mais ampla para a sociedade.

Palavras-chave: **SAÚDE; SUSTENTABILIDADE; DESCARTÁVEIS**

DOI: 10.51189/vii-coninters/83393

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

SANEAMENTO BÁSICO, VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL E PERSISTÊNCIA DA LEISHMANIOSE VISCERAL CANINA EM FORTALEZA

MIZAEL MOREIRA SALES; ; NATANAEL DA SILVA MACARIO; FELIPE ROBERTO DA SILVA; VICTOR HUGO VIEIRA RODRIGUES

Introdução: A Leishmaniose Visceral Canina (LVC) permanece como desafio para a saúde pública urbana, especialmente em territórios onde fatores ambientais, sociais e sanitários favorecem a manutenção do ciclo de transmissão. Em cidades com crescimento urbano desigual, a insuficiência de esgotamento sanitário, o acúmulo de matéria orgânica, a drenagem precária e as condições socioambientais desfavoráveis podem ampliar a exposição de cães, vetores e população humana ao risco de infecção. Assim, a LVC deve ser compreendida como problema de Saúde Única e de gestão territorial. **Objetivo:** Analisar a distribuição da LVC nas Secretarias Executivas Regionais de Fortaleza (SERs), discutindo sua associação descritiva com vulnerabilidade socioambiental e cobertura insuficiente de esgotamento sanitário. **Metodologia:** Realizou-se estudo documental, descritivo e quantitativo, com dados de cães testados para *Leishmania* em Fortaleza, entre 2021 e 2023. Foram analisados registros de teste rápido DPP e confirmação por ELISA, organizados por SER. Os dados foram interpretados considerando prevalência, sororreagência, distribuição dos casos e condições socioambientais das áreas de maior ocorrência. **Resultados:** Foram realizados 150.803 testes DPP, dos quais 15.671 foram reagentes, correspondendo a prevalência de 10,39%. Entre os exames confirmatórios, 9.956 amostras foram sororreagentes no ELISA, com taxa de sororreagência de 63,53%. A maior concentração de cães confirmados ocorreu nas SERs V, VI, III e IV, respectivamente com 2.290, 1.204, 769 e 761 casos. As maiores proporções de confirmação foram observadas nas SERs IV (43,41%), V (43,09%) e VI (36,23%), superiores às SERs I (28,47%), II (30,00%) e III (33,74%). A média das SERs IV, V e VI foi de 40,91%, enquanto as SERs I, II e III apresentaram média de 30,74%, diferença de 10,17 pontos percentuais. Além disso, cerca de 79% dos casos ocorreram em áreas sem saneamento básico, embora 44,05% da população municipal não tenha acesso ao esgotamento sanitário. **Conclusão:** Os achados sugerem associação territorial entre persistência da LVC, vulnerabilidade socioambiental e cobertura insuficiente de esgotamento sanitário, condição que favorece ambientes à proliferação do vetor flebotomíneo. A concentração dos casos em regionais com infraestrutura mais frágil reforça a necessidade de políticas intersetoriais que integrem vigilância em saúde, saneamento, planejamento urbano, educação sanitária e monitoramento dos cães sororreagentes.

Palavras-chave: **GESTÃO PÚBLICA; SAÚDE ÚNICA; VIGILÂNCIA TERRITORIA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/83402

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

GESTÃO PÚBLICA TERRITORIAL DO RISCO ZOONÓTICO: SUPRESSÃO VEGETAL, URBANIZAÇÃO E VIGILÂNCIA DA RAIVA EM MORCEGOS EM FORTALEZA

MIZAEL MOREIRA SALES; ; FELIPE ROBERTO DA SILVA; MAYARA MUNIZ DE OLIVEIRA; VICTOR HUGO VIEIRA RODRIGUES

Introdução: A expansão urbana desordenada e a supressão de áreas verdes impõem desafios à gestão pública, especialmente quando alteram dinâmicas socioambientais relacionadas à saúde coletiva. No campo das zoonoses, a raiva em morcegos representa problema de elevada relevância sanitária, por sua letalidade e pela necessidade de vigilância contínua. Assim, a integração entre dados epidemiológicos, ambientais e territoriais pode qualificar políticas públicas orientadas por evidências. **Objetivo:** Analisar como a supressão vegetal e a urbanização se relacionam com a distribuição territorial de morcegos positivos para o vírus da raiva em Fortaleza, discutindo implicações para a gestão pública do risco zoonótico. **Metodologia:** Realizou-se estudo documental, descritivo e retrospectivo, com dados de quirópteros encaminhados à vigilância de zoonoses de Fortaleza entre 2013 e 2022. Os registros foram organizados por Secretarias Executivas Regionais, considerando positividade para o vírus da raiva, localização territorial das ocorrências e distribuição dos casos. A análise integrou dados epidemiológicos, georreferenciamento e avaliação de cobertura vegetal por imagens de satélite processadas digitalmente. **Resultados:** No período analisado, foram testados 144 morcegos não hematófagos, dos quais 20 foram positivos para o vírus da raiva, resultando em prevalência média de 14%. Observou-se crescimento da positividade a partir de 2019, com 19%, e picos em 2020 e 2022, ambos com 27%. A análise temporal apresentou coeficiente de determinação de $R^2 = 0,621$, sugerindo tendência relevante, embora influenciada por outros fatores ambientais e territoriais. A SER V concentrou 45% dos casos positivos, seguida pela SER IV, com 25%. Nessas áreas, verificou-se expressiva redução de cobertura vegetal: na SER IV, de 35% em 2011 para 7% em 2021, queda de 28 pontos percentuais; na SER V, de 41% para 9%, queda de 32 pontos percentuais. **Conclusão:** Os achados indicam que a gestão do risco de raiva em morcegos deve considerar a interação entre urbanização, perda de cobertura vegetal e vigilância territorial. A concentração dos casos em áreas com forte supressão vegetal reforça a necessidade de políticas intersetoriais envolvendo saúde, meio ambiente, planejamento urbano e educação sanitária. O uso de evidências territoriais permite priorizar áreas vulneráveis, orientar recursos públicos e fortalecer estratégias preventivas sob a perspectiva da Saúde Única.

Palavras-chave: **GESTÃO PÚBLICA; GOVERNANÇA TERRITORIAL; SAÚDE ÚNICA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/83403

BIOCHAR FROM WOOD RESIDUE ON GREEN ROOF SUBSTRATE: EFFECT ON THE GROWTH OF FORAGE PEANUT (*ARACHIS REPENS)*

DANIELE DE ANDRADE VILLARIM LIMA; DENISE ALVES FUNGARO

ABSTRACT

Green roofs are an important nature-based solution for mitigating urban environmental impacts, and the performance of vegetation is directly influenced by the characteristics of the substrate. In this context, the biochar obtained by pyrolysis of wood waste emerges as a sustainable alternative for the improvement of these systems, as it has high porosity and potential to increase the water and nutrient retention of the substrate. The present study evaluated the effect of the incorporation of biochar in the proportions of 5% and 14%, compared to a substrate without addition, on the development of forage peanut (*Arachis repens*) grown in model green roofs, with three experimental units per condition. Plant development was determined by the variation in fresh mass of the vegetation throughout the experimental period, and the results were evaluated individually for each model green roof. The results showed distinct responses between the conditions evaluated, with a reduction in fresh mass in units containing 14% biochar, ranging from −5 g to −22 g, and greater increases observed in a unit without biochar (+80 g) and in a unit containing 5% biochar (+140 g). The visual analysis of the vegetation cover corroborated the quantitative results, indicating higher leaf density in the units that showed greater biomass gain. The results demonstrate that the response of forage peanut to biochar incorporation is influenced by multiple factors, including the proportion applied, environmental conditions and the biological variability of the system. Thus, the use of biochar from wood waste has potential for applications in green roofs, as long as its use is evaluated in an integrated way with the characteristics of the substrate and the cultivation conditions.

Keywords: plant biomass; fresh mass; sustainability

1 INTRODUCTION

The acceleration of the urbanization process has caused increasing soil sealing, the reduction of vegetated areas and the intensification of environmental problems in cities, such as increased surface runoff of rainwater, the formation of urban heat islands and the loss of biodiversity. In this context, nature-based solutions have gained prominence as strategies capable of integrating urban infrastructure with the dynamics of natural systems, contributing to the sustainability of buildings and the quality of life of the population.

Among these solutions, green roofs stand out for combining environmental, thermal, and aesthetic benefits. These systems contribute to the management of rainwater, by retaining part of the precipitation and delaying runoff; for the thermal comfort of buildings, by reducing heat transmission; and for the increase of green areas in dense environments. The performance of a green roof, however, is directly conditioned by the properties of the substrate, which is responsible for sustaining vegetation growth and regulating processes such as water retention and nutrient cycling (Nguyen, Chau, and Muttil, 2024a).

The conventional substrates used in these systems, however, have limitations related to weight, cost, and water and nutrient retention capacity, especially in thin layers. The search for

DOI: 10.51189/vii-coninters/83456

alternative materials that improve the performance of the substrate and, at the same time, add environmental value has motivated the study of conditioners from renewable sources.

Biochar, a carbonaceous material obtained by pyrolysis of biomass in an environment with low oxygen availability, has been investigated as a substrate conditioner because it has high porosity, high surface area and water and nutrient retention capacity. Its incorporation can improve the physicochemical attributes of the substrate and favor plant development, in addition to promoting carbon sequestration. Reviews on the use of biochar in growing substrates highlight positive effects on the properties of the medium and on plant growth, although such effects are dependent on the feedstock and the dose applied (Nguyen *et al*., 2024b; Huang; Gu, 2019).

The use of wood waste as a raw material for the production of biochar adds value to a material that is often discarded, in line with the principles of circular economy and sustainable waste management. This practice represents a more environmentally appropriate alternative, with the potential to reduce costs in the production of substrates and seedlings, in addition to reducing the pressure on the final disposal of these residues (Souza; Passos; Gonçalves, 2023).

The response of vegetation to the incorporation of biochar, however, is not necessarily linear, and may vary depending on the species cultivated, the proportion of biochar added and the environmental conditions to which the system is subjected (Liao; Drake; Thomas, 2022a). Plant biomass, expressed by fresh mass, is a relevant functional indicator because it integrates the environmental effects and the properties of the substrate on plant growth. Despite this, there are still few studies evaluating the effect of different proportions of biochar on the development of forage species, such as forage peanut, in green roof systems conducted on a pilot scale.

In view of the above, this study aimed to evaluate the effect of the addition of biochar from wood waste, in different proportions, on the fresh mass of forage peanut cultivated in model green roofs.

2 MATERIALS AND METHODS

The biochar was obtained in a batch reactor using sawdust from native wood from timber management in the region of Sinop/MT, Brazil, by a slow pyrolysis process performed at 450 °C and residence time of 40 min. Commercial substrate formulated for planting vegetation on slabs was used in the study. The characterizations of the substrate and biochar have already been reported in previous studies (Lima *et al*., 2025; Lima, 2023).

The evaluation was conducted in model green roofs cultivated with forage peanut. Three substrate conditions were evaluated: no addition of biochar (CSUBP) and with addition of biochar from wood residue in the proportions of 5% (CSBC5%P) and 14% (CSBC14%P), each conducted in three model green roofs. The fresh mass of the vegetation was used as an indicator of the development of the species. Each model green roof received fifteen seedlings, evenly distributed on the substrate.

The cultivation period was 40 days for each experimental condition, conducted under natural seasonality conditions. During this period, the plants were irrigated with drinking water, applied three times a week. After seedling development, the samples were irrigated with 4 L of artificial acid rain (HNO_3 and H_2SO_4, 10^{-5} mol L^{-1} each, pH ≈ 4.5), equivalent to the average annual rainfall of 2022 at the Barueri/SP station (INMET). Then, the plants were removed from the model green roofs and weighed integrally, including shoots and roots, to determine the fresh mass. The evaluation was conducted by means of the difference between the final mass and the initial mass of the vegetation, allowing the determination of the gain or loss of mass throughout the cultivation. Subsequently, the plants were reused for the implementation of the subsequent condition and, when necessary, new seedlings were added to reestablish the initial quantity of fifteen seedlings per model green roof. Considering the variability observed among the experimental units, the results were evaluated individually for each model green roof.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83456

3 RESULTS AND DISCUSSION

The evaluation of the fresh mass of the vegetation was conducted through the visual analysis of the model green roofs and the determination of the fresh mass of the plants after the experimental period. The images obtained at the beginning and end of the cultivation allow a qualitative analysis of the development of forage peanut, while the fresh mass data provides a quantitative evaluation of the plant performance in each condition studied.

3.1 Visual evaluation of vegetation

Figures 1 to 3 show the visual aspect of the model green roofs at the beginning and end of the cultivation period, for the conditions CSBC14%P, CSUBP and CSBC5%P, respectively. The comparison between the images allows us to observe differences in the development of vegetation between the conditions evaluated.

Figure 1 – Model houses of the CSBC14%P condition (substrate with 14% biochar), replicates 1 to 3, on the first day of cultivation and on the day of sampling.
Source: author's archive.

Figure 2 – Model houses of the CSUBP condition (substrate without biochar), replicates 1 to 3, on the first day of cultivation and on the day of sampling.
Source: author's archive.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83456

Figure 3 – Model houses of the CSBC5%P condition (substrate with 5% biochar), replicates 1 to 3, on the first day of cultivation and on the day of sampling.
Source: author's archive.

The visual evaluation showed differences in the development of vegetation between the model green roofs. In general, the units of the CSBC14%P condition showed lower vegetation cover at the end of the experimental period, especially in the model green roofs 1 and 2, while the model green roofs CSUBP-3 and CSBC5%P-3 showed higher leaf density and surface substrate cover.

3.2 Fresh mass of vegetation

The results of the fresh mass of forage peanut obtained for each model green roof are presented in Table 1 and Figure 4. As can be seen in Figure 4, the development of vegetation did not occur homogeneously among the model green roofs evaluated. While the units of the CSBC14%P condition showed a reduction in fresh mass at the end of the experimental period, the CSUBP-3 and CSBC5%P-3 model green roofs showed the highest increases in biomass. This pattern is consistent with the results of visual observation of plant growth in the systems.

Table 1 – Initial mass, final mass, and variation of fresh mass of forage peanut (*Arachis repens*) grown in model green roofs.

Sample	Initial mass (g)	Final mass (g)	Difference (g)
CSBC14%P1	136	111	−22
CSBC14%P2	172	165	−7
CSBC14%P3	205	200	−5
CSUBP1	177	176	−1
CSUBP2	179	178	−1
CSUBP3	200	**280**	80
CSBC5%P1	176	176	0
CSBC5%P2	178	178	0
CSBC5%P3	280	**420**	140

Source: prepared by the author.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83456

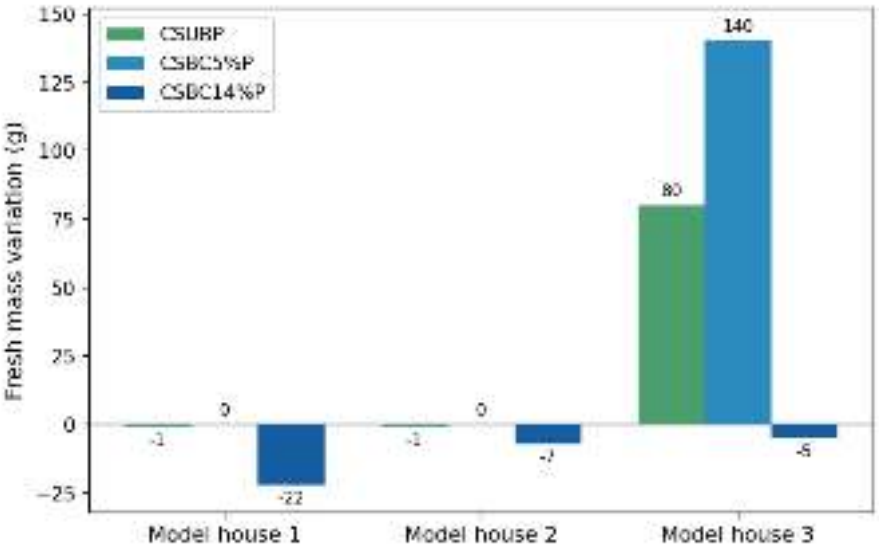


Figure 4 – Performance of the fresh mass of forage peanut in the model green roofs under different substrate conditions

Source: prepared by the author.

This behavior is in line with the studies by Liao, Drake, and Thomas (2022a; 2022b), who demonstrated that vegetation response in green roof systems is influenced by the interaction between the characteristics of cultivated species and the physical properties of the substrate. According to the authors, the incorporation of biochar can alter the pore distribution and water retention dynamics of the growing medium, modifying the root development conditions and, consequently, the performance of the plants. Thus, the effects of biochar on plant biomass do not depend exclusively on its presence in the substrate, but also on the proportion used and the interaction with the other components of the system.

The reduction in fresh mass observed in the model green roofs of the CSBC14%P condition should be interpreted with caution. In addition to corresponding to the first experimental stage, this condition was conducted in a seasonal period that was potentially more restrictive to the development of forage peanut. According to Embrapa (2016) and Valls and Coradin (n.d.), forage species of the genus *Arachis* may present a temporary reduction in vegetative growth during periods of environmental stress, resuming its development when conditions become more favorable.

However, seasonality does not explain the results obtained in isolation. The smaller reduction observed in the CSBC14%P-3 model green roof compared to the other units of the same condition indicates that the vegetation response was also influenced by factors related to the interaction between the substrate, the environment, and the biological variability of the system itself.

Comparable results are reported by Buffam and Mitchell (2015), who highlight that modifications in the composition of the substrate can influence the ecological functioning of green roofs and, consequently, the development of vegetation. In a complementary way, Huang and Gu (2019) and Souza, Passos, and Gonçalves (2023) observed that the effects of biochar on plant growth depend on the proportion applied, the characteristics of the substrate, and the species cultivated, and do not necessarily present linear responses.

Although the model green roofs of the CSBC14%P condition have shown a reduction in fresh mass, this response should be interpreted in conjunction with other parameters in relation to the improvement of the environmental characteristics of the substrate, such as the quality of the nutrient leachate and the water retention capacity, considering that different

proportions of biochar have different performances. It should be noted that the environmental benefits that the integration of biochar provides to the ecosystem are quite broad (Lima *et al*., 2025; Petreje *et al*., 2025).

4 CONCLUSION

The results showed that the development of forage peanut on green roofs is conditioned by the interaction between substrate characteristics, environmental factors, and biological variability of the experimental units. The incorporation of 14% biochar was associated with a reduction in fresh mass, while the condition containing 5% showed a better performance than that observed in the substrate without the addition of the material, evidencing the need to define adequate proportions for each cropping system.

In addition to contributing to the sustainable use of wood waste, biochar has the potential to compose green roof substrates, as long as its application considers the particularities of the system and the plant species used. Thus, the results reinforce the potential of biochar as a component of substrates for green roofs, as long as its incorporation is conducted judiciously, reconciling plant development and the environmental benefits associated with the use of this material.

REFERENCES

BUFFAM, I.; MITCHELL, M. E. Nutrient cycling in green roof ecosystems. **Ecological Engineering**, Amsterdam, v. 75, p. 20-28, 2015. DOI 10.1007/978-3-319-14983-7_5

EMBRAPA ACRE. **Seed production of *Arachis pintoi* cv. BRS Mandobi in Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2016. (Production System, 4).

HUANG, L.; GU, M. Effects of biochar on container substrate properties and growth of plants — a review. **Horticulturae**, Basel, v. 5, n. 1, p. 14, 2019. DOI:10.3390/horticulturae5010014

LIAO, W.; DRAKE, J.; THOMAS, S. C. Biochar granulation enhances plant performance on a green roof substrate. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 813, p. 152638, 2022a. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.152638

LIAO, W.; DRAKE, J.; THOMAS, S. C. Biochar granulation, particle size, and vegetation effects on leachate water quality from a green roof substrate. **Journal of Environmental Management**, Amsterdam, v. 318, p. 115506, 2022b. DOI: 10.1016/j.jenvman.2022.115506

LIMA, D. A. V. **Characterization of substrate and biochar derived from wood waste**. 2023. Dissertation (Master's in Nuclear Technology – Materials) – Institute for Energy and Nuclear Research, University of São Paulo, São Paulo, 2023.

LIMA, D. A. V.; STELLATO, T. B.; ULRICH, J. C.; COSTA E SILVA, D. L.; REZENDE, F. A.; FUNGARO, D. A. Effect of wood sawdust-derived biochar as a substrate component on leachate water quality. **International Journal of Sustainable Energy and Environmental Research**, v. 14, n. 1, p. 1-17, 2025. DOI: 10.18488/13.v14i1.4118.

NGUYEN, C. N.; CHAU, H.-W.; MUTTIL, N. Addition of biochar to green roof substrate to enhance plant performance: a long-term field study. **Buildings**, Basel, v. 14, p. 2775, 2024a. DOI: 10.3390/ buildingsl 4092775

NGUYEN, C. N.; CHAU, H.-W.; KUMAR, A.; CHAKRABORTY, A.; MUTTIL, N. Biochar amendment in green roof substrate: a comprehensive review of the benefits, performance, and challenges. **Applied Sciences**, Basel, v. 14, p. 7421, 2024b. DOI: 10.3390/app14167421

PETREJE, M.; SNĚHOTA, M.; ŠÍPEK, V.; HNÁTKOVÁ, T.; PUNČOCHÁŘ, J.; BUCHTELÍK, S.; HARDMAN, M.; TRAKAL, L. Quantifying the benefits of incorporating biochar in green roof substrates: field study on the highrise rooftop in temperate climate setting. **Biochar**, v. 7, p. 7, 2025. DOI: 10.1007/s42773-024-00409-z.

SOUZA, C. O.; PASSOS, R. R.; GONÇALVES, E. O. Biochar as substrate conditioner for the production of seedling of native forest species. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 9, p. e2712943156, 2023. DOI: 10.33448/rsd-v12i9.43156

VALLS, J. F. M.; CORADIN, L. Forage peanut (*Arachis pintoi*). In: **Plants for the future: Midwest region**. Brasília, DF: Embrapa, [n.d.]. cap. 5, p. 461-472.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

É BOM PRA QUÊ? O USO DE VÍDEOS EDUCATIVOS PARA PROMOVER O CONSUMO DE VEGETAIS

CECILIA MIDORI IKEGAMI; EDUARDO OLIVEIRA SOUZA; JULIO CESAR VIEIRA RIBEIRO DONEDA; DEBORA CAVALCANTE DA SILVA; IVONILDA DA SILVA DUARTE FERREIRA; LEIA RENATA OLIVEIRA DA SILVA

Introdução: Muitas pessoas não consomem determinados alimentos por desconhecimento, falta de hábito, não saber como prepará-los. Logo a difusão de materiais explicativos que possam estimular o uso e incorporação na alimentação são oportunas. Para tanto um projeto que visou a criação de produtos audiovisuais com esta temática foi executado. Este projeto de extensão foi selecionado em edital da pró-reitoria de extensão do IFSP para produção de mídias digitais. Desenvolveu-se ações de caráter educacional e ambiental. Produziu-se materiais, em formato de vídeos curtos, e cartilhas online; abordou-se tópicos variados sobre a temática alimentação saudável, vegetais e partes comestíveis não convencionais. Pretendeu-se com este trabalho a divulgação de conhecimentos acerca dos alimentos, sobretudo aqueles de origem vegetal menos conhecidos (algumas delas intituladas PANCs). Também se ofertaram oficinas com esta temática. **Objetivos:** Produzir vídeos, cartilhas, materiais com a temática PANCs e divulgação de vegetais menos utilizados na alimentação. Expor o conteúdo produzido em oficinas abarcando estes assuntos para público geral e crianças do ensino fundamental I. **Relato de caso/Experiência:** O projeto contou com a atuação de dois bolsistas. Dentre as tarefas desempenhadas: pesquisou-se as plantas apresentadas nos vídeos. Levou-se em consideração curiosidade do público, facilidade de cultivo, obtenção, propriedades nutricionais, diversidade alimentar. A produção dos vídeos educativos ocorreu ao longo de 7 meses, envolvendo pesquisa, roteirização, gravação e edição de vídeos, produção de artes, textos e registros fotográficos. Obteve-se ao final 16 vídeos, e materiais para divulgação do projeto: cartilha sobre PANCs e receitas, canal do projeto no youtube. Cooperou-se nas atividades da semana do meio ambiente (com professores da rede municipal e terceira idade) no Parque Ecológico Mário do Canto. Nos últimos meses do projeto, ofertou-se oficinas de divulgação dos vegetais e materiais produzidos em parceria com a Escola Municipal Ambiental de Itaquaquecetuba (EMA). Os frequentadores foram principalmente alunos do ensino fundamental I da rede municipal. Palestras com a temática alimentação saudável baseada em vegetais, explicações gerais, curiosidades, usos culinários, medicinais, propriedades nutricionais, importância ecológica, atividades de cunho sensorial, lúdicas e de degustação de receitas foram abordadas. **Conclusão**: Obteve-se feedback positivo dos participantes que incluíram mais vegetais em sua dieta.

Palavras-chave: **VÍDEOS; PANCS; EDUCAÇÃO ALIMENTAR**

DOI: 10.51189/vii-coninters/83474

SÍNTESE VERDE DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA A PARTIR DE EXTRATOS AQUOSOS DE *Kappaphycus alvarezii* E AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

GABRIELLY OLIVEIRA DO COUTO; IZABELLA GABRIELA DOS SANTOS TOMAZ; JHENIFER GABRIELLY DE MEDEIROS; ÉLLEN FRANCINE RODRIGUES; ANA LÚCIA FACHIN; MOZART MARINS

RESUMO

A nanotecnologia tem impulsionado o desenvolvimento de novos materiais com aplicações em diversas áreas, destacando-se as nanopartículas de prata (AgNPs) devido à sua elevada atividade antimicrobiana. Nesse contexto, a utilização de organismos e extratos biológicos em síntese verde vem ganhando destaque por representar uma alternativa sustentável aos métodos convencionais de produção. A macroalga vermelha *Kappaphycus alvarezii* tem sido utilizada como biofábrica de nanopartículas devido ao seu elevado teor de compostos bioativos capazes de atuar como agentes redutores de íons prata. Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo preparar extratos aquosos a partir da biomassa de *K. alvarezii*, utilizá-los na síntese verde de AgNPs e avaliar sua atividade antimicrobiana frente às bactérias *Pseudomonas aeruginosa*, *Proteus vulgaris*, *Staphylococcus aureus* e *Escherichia coli*. A síntese foi realizada utilizando extrato aquoso a 5 mg/mL, nitrato de prata ($AgNO_3$) a 2,5 mM, pH 13 e temperatura de 50 °C por 30 minutos de reação. A formação das AgNPs foi confirmada por espectrofotometria UV-Vis, que evidenciou um pico de ressonância plasmônica de superfície (RPS) em aproximadamente 420 nm. A atividade antimicrobiana foi avaliada pelo método de poço difusão em ágar Mueller-Hinton. As AgNPs apresentaram halos de inibição de 21,19 ± 0,27 mm para *P. aeruginosa*, 18,68 ± 0,07 mm para *S. aureus*, 15,06 ± 0,64 mm para *E. coli* e 12,05 ± 0,49 mm para *P. vulgaris*, com atividade antimicrobiana semelhante à do $AgNO_3$ para *P. aeruginosa*, *P. vulgaris* e *E. coli*. Os resultados demonstram que as AgNPs sintetizadas a partir de *K. alvarezii* apresentam relevante potencial antimicrobiano e reforçam a viabilidade da síntese verde como alternativa sustentável para o desenvolvimento de nanomateriais com aplicações biotecnológicas.

Palavras-chave: Agentes biorredutores; Algas marinhas; Nanotecnologia.

1 INTRODUÇÃO

A nanotecnologia é um campo emergente da ciência que envolve a compreensão, o controle e a manipulação de materiais em escala nanométrica (Khan, Ranjani, Hemalatha, 2022; Leopoldo, Vechio, 2020). Dentre os nanomateriais, as nanopartículas de prata (AgNPs) se destacam por sua elevada estabilidade química e potente atividade antimicrobiana, sendo estudadas e aplicadas em remediação ambiental, purificação de águas, biomedicina, agricultura, embalagens de alimentos, cosméticos, biossensores e cicatrização de feridas (Dhaka *et al.*, 2023; Duman *et al.*, 2024; Jaffar *et al.*, 2024; Mukherjee, Sarkar, Sasmal, 2021; Sati *et al.*, 2025).

A síntese de AgNPs pode ser realizada por métodos físicos, químicos e biológicos, (Khan, Ranjani, Hemalatha, 2022; Singh, Maurya, Soni, 2023; Uzair *et al.*, 2020;). A síntese

DOI: 10.51189/vii-coninters/83500

química, baseada na redução de íons prata por agentes químicos, envolve o uso de substâncias tóxicas, geração de resíduos perigosos e riscos ambientais e à saúde (Dhaka *et al*., 2023; Singh, Maurya, Soni, 2023). Já os métodos físicos apresentam limitações quanto ao alto custo, elevado consumo de energia e baixa produtividade (Singh, Maurya, Soni, 2023). Diante dessas limitações, cresce o interesse por rotas de síntese verde, que sejam sustentáveis, econômicas e ambientalmente responsáveis. A síntese utiliza extratos de plantas, algas, fungos ou bactérias, contendo metabólitos que atuam como agentes redutores e estabilizantes na conversão de íons prata em AgNPs, substituindo reagentes químicos tóxicos por alternativas naturais e proporcionando menor impacto ambiental em comparação aos métodos físicos e químicos convencionais (Dhaka *et al*., 2023; Jaffar *et al*., 2024; Khan, Ranjani, Hemalatha, 2022).

A ficonanotecnologia é uma área interdisciplinar que utiliza algas marinhas para a produção de nanopartículas metálicas (Singh, Maurya, Soni, 2023; Shankar *et al*., 2016). A macroalga vermelha *Kappaphycus alvarezii*, considerada de grande relevância industrial, tem se mostrado uma fonte promissora para a síntese verde de AgNPs, pelo alto conteúdo de polissacarídeos e pela presença de compostos biologicamente ativos, como fibras, pigmentos, proteínas, vitaminas, minerais, ácidos graxos saturados e insaturados, e fitoconstituintes, como fenólicos, terpenoides e florotaninos, que atuam como agentes redutores, estabilizantes e de revestimento, convertendo íons metálicos Ag^+ em Ag^0 para a produção de nanopartículas (Chan *et al*., 2022; Chaudhary *et al*., 2020; Dhaka *et al*., 2023; Khanna; Kaur; Goyal, 2019; Mukherjee, Sarkar, Sasmal, 2021; Singh, Maurya, Soni, 2023; Uzair *et al*., 2020). Esses mecanismos tornam o processo mais rápido e eficiente que outros métodos de biossíntese, além de reduzir impactos ambientais e potencializar propriedades terapêuticas, antimicrobianas e antioxidantes (Almeida *et al*., 2025; Jaffar *et al*., 2024; Singh, Maurya, Soni, 2023).

Nesse contexto, cresce o interesse pelo desenvolvimento de alternativas inovadoras, como a utilização de AgNPs com capacidade antimicrobiana, frente ao aumento da resistência bacteriana aos antibióticos, e à crescente demanda por soluções eficazes para esse problema. Diante desse cenário, o presente estudo teve como objetivo realizar a síntese verde de AgNPs mediada por extratos aquosos de *K. alvarezii*, e avaliar sua atividade antimicrobiana contra cepas bacterianas de *P. aeruginosa*, *P. vulgaris*, *S. aureus* e *E. coli*. A utilização do método verde não apenas contribui para o avanço da nanobiotecnologia, mas também amplia estudos sobre o potencial de aplicação dessas nanopartículas em diversos áreas. Além disso, essa abordagem se alinha aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 3, 9, 12 e 14), contribuindo para a valorização e uso sustentável da biomassa marinha, como uma alternativa promissora aos métodos convencionais de síntese.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 BIOMASSA DE ALGAS

As biomassas desidratadas de *K. alvarezii* foram obtidas de cultivos localizados no município de Paraty/RJ, e fornecidas pela empresa Algastech Aquicultura, Pesquisa e Desenvolvimento Ltda. Após a coleta, as algas foram inicialmente limpas para remoção de sedimentos, partes necróticas e epífitas macroscópicas. Posteriormente, foram submetidas à secagem em estufa com circulação de ar a 45 °C por aproximadamente 48 horas, até atingirem peso constante. Após esse processo, o material seco foi armazenado à temperatura ambiente até a etapa de preparo dos extratos.

2.2 PRODUÇÃO DO EXTRATO

As amostras de biomassa desidratada foram trituradas em moinho de facas. Em seguida, o material obtido foi diluído em água destilada na proporção de 1:100 (m/v). A solução permaneceu em repouso por 15 horas, à temperatura ambiente e protegidas da luz. Após esse

período, as amostras foram aquecidas a 60 °C por 30 minutos, sob agitação constante a 120 rpm. Ao final do processo, realizou-se a filtração a vácuo utilizando papel de germinação como meio filtrante, sendo o filtrado correspondente ao extrato aquoso preparado.

2.3 SÍNTESE VERDE

A síntese verde das AgNPs foi realizada sob condições previamente estabelecidas: extrato aquoso a 5 mg/mL, $AgNO_3$ a 2,5 mM, pH 13 e temperatura de 50°C por 30 minutos. A formação das nanopartículas foi monitorada e confirmada pela análise do perfil plasmônico, realizada por espectrofotometria UV-Vis, realizado na faixa de 350 a 600 nm permitindo identificar o pico de ressonância plasmônica de superfície (RPS) das AgNPs entre 400 e 450 nm, que são característicos de AgNPs esféricas, sugerindo sua presença na solução coloidal (Adrianto *et al*., 2022). Foram realizados controles com extrato e $AgNO_3$ nas mesmas concentrações utilizadas na síntese das AgNPs.

2.4 ANÁLISE DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

A análise da atividade antimicrobiana foi realizada pelo método de poço de difusão em ágar Mueller-Hinton. Foram utilizadas as bactérias *Proteus vulgaris* (ATCC 6380), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 27833), *Staphylococcus aureus* (ATCC 6538) e *Escherichia coli* (ATCC 25922). Os microrganismos foram subcultivados em placas frescas de ágar Mueller-Hinton por 24 horas em estufa a 37 °C. Em seguida, as colônias foram suspensas em solução salina 0,9% até atingir turbidez equivalente ao padrão 0,5 de McFarland (10^8 UFC/mL). Para o ensaio antimicrobiano, a suspensão bacteriana foi espalhada uniformemente sobre a superfície do ágar. Poços foram realizados nas placas utilizando ponteiras de 1000 µL, nos quais foram adicionados 100 µL das amostras a serem testadas. Foram realizados controles com extrato e $AgNO_3$ nas mesmas concentrações utilizadas na síntese das AgNPs. As placas foram incubadas a 37 °C por 24 horas. Após a incubação, a atividade antimicrobiana foi avaliada pelo grau de inibição do crescimento bacteriano, observando-se a formação de halos de inibição, cujo diâmetro foi medido em milímetros (mm).

2.5 ANÁLISE DE DADOS

Foi realizado análises estatísticas da atividade antimicrobiana utilizando o Software GraphPad Prism, aplicado o teste *One-Way* ANOVA para verificar diferenças significativas entre as AgNPs e a solução controle de AgNO3 empregado na síntese, considerando todas as bactérias testadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 SÍNTESE VERDE

A formação das AgNPs foi monitorada por espectrofotometria UV-Vis, por meio da identificação do RPS. Os espectros obtidos para o extrato aquoso, a solução de $AgNO_3$ e as AgNPs sintetizadas estão apresentados na Figura 1.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83500

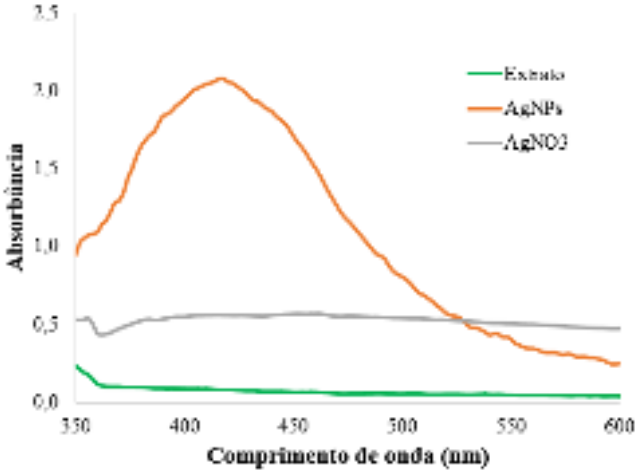


Figura 1. Análise de varredura em espectrofotômetro do extrato, das AgNPS e $AgNO_3$.

A presença de um pico de absorção em aproximadamente 420 nm das amostras contendo AgNPs evidencia a síntese de nanopartículas, resultado da redução dos íons Ag^+ a Ag^0 pelos compostos bioativos presentes no extrato de *K. alvarezii* (Khan, Ranjani, Hemalatha, 2022; Soundhararajan *et al*., 2021). Além disso, os controles contendo apenas o extrato aquoso e a solução de $AgNO_3$ não apresentaram absorção característica nessa região do espectro, demonstrando que o pico observado está associado à formação das AgNPs. Esses resultados confirmam a eficiência do extrato algal como agente redutor na síntese verde das AgNPs.

3.2 ANÁLISE DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

Os resultados da atividade antimicrobiana foram medidos por análise do diâmetro do halo de inibição, expresso em mm, apresentados na tabela 1.

Tabela 1. Análise estatística da atividade antimicrobiana das AgNPs em relação a solução de $AgNO_3$ e extrato

Amostras	**Bactérias***			
	P. aeruginosa	***P. vulgaris***	***S. aureus***	***E. coli***
AgNPs	21,19 ± 0,27 ^{ns}	12,05 ± 0,49 ^{ns}	18,68 ± 0,07 ^{a}	15,06 ± 0,64 ^{ns}
$AgNO_3$	24,62 ± 2,68 ^{ns}	11,29 ± 0,11 ^{ns}	22,03 ± 0,00 ^{a}	16,80 ± 0,31 ^{ns}
Extrato	-	-	-	-

Fonte: Elaborado pelo autor.
Notas: ^{a} Representam diferença estatística ($p < 0.05$);
^{ns} Não representam diferença estatística ($p > 0.05$);
*Valores expressos em média ± dp (mm).

É possível observar que não houve diferença estatística nos ensaios com as bactérias *P. aeruginosa*, *P. vulgaris e E. coli*, apresentando halos de inibição semelhantes aos do controle com solução de $AgNO_3$, variando de 21,19 ± 0,27 mm a 24,62 ± 2,68 mm para *P. aeruginosa*, 11,29 ± 0,11 mm a 12,05 ± 0,49 mm para *P. vulgaris*, e 15,06 ± 0,64 a 16,80 ± 0,31 para *E. coli,* indicando um perfil de atividade antimicrobiana com equiavalência estatística. Para *S. aureus*, a solução de $AgNO_3$ apresentou atividade significativamente superior às AgNPs, com halo de 22,03 ± 0,00 mm em comparação a 18,68 ± 0,07 mm, demonstrando maior eficiência contra essa bactéria. Dessa forma, as agNPs demonstraram atividade antimicrobiana

semelhante à solução de $AgNO_3$ para *P. aeruginosa*, *P. vulgaris* e *E. coli*. Já para *S. aureus*, a atividade das agNPs foi ligeiramente inferior, porém ainda relevante. Esses resultados destacam a importância do uso das AgNPs sintetizadas de forma verde, especialmente considerando a menor toxicidade em comparação à solução de $AgNO_3$ contendo prata iônica.

Os resultados revelam uma forte atividade antimicrobiana das AgNPs sintetizadas neste estudo. De forma semelhante ao observado por Salari *et al*. (2016), em que os halos de inibição demonstraram maior efeito contra *P. aeruginosa*, seguido de *S. aureus* e outras cepas, incluindo *E. coli*, os resultados obtidos aqui também mostraram maiores valores de inibição para *P. aeruginosa* (21,19 ± 0,27 mm), seguidos de *S. aureus* (18,68 ± 0,07), *E. coli* (15,06 ± 0,64 mm) e, por último, *P. vulgaris* (12,05 ± 0,49 mm).

A eficácia das AgNPs está associada ao seu tamanho reduzido e à elevada área superficial, que favorecem a interação com as membranas celulares bacterianas, comprometendo sua integridade e levando à liberação do conteúdo celular e, consequentemente, à morte da célula (Bruna *et al*., 2021). Embora o mecanismo de ação ainda não esteja completamente esclarecido, a atividade antimicrobiana das AgNPs é atribuída principalmente à liberação de íons de prata (Duman *et al*., 2024). Adicionalmente, estudos utilizando microscopia eletrônica de varredura em transmissão (MEVT) demonstraram a presença dessas nanopartículas tanto na superfície quanto no interior das bactérias, indicando sua capacidade de penetração celular e a ocorrência de danos diretos, além daqueles decorrentes da ação dos íons liberados (Suriya *et al*., 2012).

Portanto, embora os resultados indiquem atividade antimicrobiana qualitativa das nanopartículas, são necessários mais ensaios para confirmação, especialmente considerando que a solução de $AgNO_3$ apresenta alta atividade, porém maior toxicidade. No entanto, as AgNPs podem oferecer vantagens, como maior estabilidade e menor toxicidade, devido ao encapsulamento da prata e à ampla área superficial, que potencializam sua interação com membranas bacterianas.

4 CONCLUSÃO

A síntese verde de AgNPs mediada pelo extrato aquoso de *K. alvarezii* foi realizada com eficácia, sendo confirmada pela análise espectrofotométrica UV-Vis. As AgNPs apresentaram atividade antimicrobiana relevante contra as bactérias testadas, com resultados semelhantes aos do $AgNO_3$. Esses achados demonstram o potencial de *K. alvarezii* como agente biológico na síntese sustentável de nanopartículas, contribuindo para o desenvolvimento de alternativas ambientalmente seguras e promissoras para aplicações antimicrobianas e biotecnológicas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. D. O.; BOZORGZADEH, S. A.; MARTINS, I. J. F.; GOLBASHIRZADEH, M. Marine algae-derived nanoparticles (MADNs): green synthesis, characterization, and therapeutic applications. **Discover Applied Sciences**, v. 7, p. 461, 2025.

BRUNA, T.; MALDONADO-BRAVO, F.; JARA, P.; CARO, N. Silver nanoparticles and their antibacterial applications. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 22, n. 13, p. 7202, 2021.

CHAN, S. S.; LOW, S. S.; CHEW, K. W.; LING, T. C.; RINKLEBE, J.; JUAN, J. C.; NG, E. P.; SHOW, P. L. Prospects and environmental sustainability of phyconanotechnology: a review on algae-mediated metal nanoparticles synthesis and mechanism. **Environmental Research**, v. 212, p. 113140, 2022.

CHAUDHARY, R.; NAWAZ, K.; KHAN, A. K.; HANO, C.; ABBASI, B. H.; ANJUM, S. An overview of the algae-mediated biosynthesis of nanoparticles and their biomedical applications. **Biomolecules**, 2020.

DHAKA, A.; MALI, S. C.; SHARMA, S.; TRIVEDI, R. A review on biological synthesis of silver nanoparticles and their potential applications. **Results in Chemistry**, v. 6, 2023, p. 101108.

DUMAN, H.; EKER, F.; AKDAŞÇI, E.; WITKOWSKA, A. M.; BECHELANY, M.; KARAV, S. Silver nanoparticles: a comprehensive review of synthesis methods and chemical and physical properties. **Nanomaterials**, v. 14, n. 18, p. 1527, 2024.

JAFFAR, S. S.; SAALLAH, S.; MISSON, M.; SIDDIQUE, S.; ROSLAN, J.; LENGGORO, W. Green synthesis, characterization and antimicrobial efficacy of silver nanoparticles from *Kappaphycus alvarezii* extract. **Research on Chemical Intermediates**, v. 50, p. 3435-3452, 2024.

KHAN, M. S; RANJANI, S.; HEMALATHA, S. Synthesis and characterization of *Kappaphycus alvarezii* derived silver nanoparticles and determination of antibacterial activity. **Materials Chemistry and Physics**, v. 282, p. 125985, 2022

KHANNA, P.; KAUR, A.; GOYAL, D. Algae-based metallic nanoparticles: Synthesis, characterization and applications. **Journal of Microbiological Methods**, v. 163, p. 105656, 2019.

LEOPOLDO, C. J.; VECHIO, G. H. D. Nanotecnologia e suas aplicações: uma revisão quanto aos seus conceitos, potencial de uso, riscos e tendências. **Revista Interface Tecnológica**, v. 17, n. 2, 2020.

MUKHERJEE, A.; SARKAR, D.; SASMAL, S. A review of green synthesis of metal nanoparticles using algae. **Frontiers in Microbiology**, v. 12, p. 693899, 2021.

SALARI, Z.; DANAFAR, F.; DABAGHI, S.; ATAEI, S. A. Sustainable synthesis of silver nanoparticles using macroalgae *Spirogyra varians* and analysis of their antibacterial activity. **Journal of Saudi Chemical Society**, v. 20, n. 4, p. 459-464, 2016.

SATI, A.; RANADE, T. N.; MALI, S. N.; YASIN, H. K. A.; PRATAP, A. Silver nanoparticles (AgNPs): comprehensive insights into bio/synthesis, key influencing factors, multifaceted applications, and toxicity - a 2024 update. **ACS Omega**, v. 10, n. 8, p. 7549-7582, 2025.

SHANKAR, P. D.; SHOBANA, S.; KARUPPUSAMY, I.; PUGAZHENDHI, A.; RAMKUMAR, V. S.; ARVINDNARAYAN, S.; KUMAR, G. A review on the biosynthesis of metallic nanoparticles (gold and silver) using bio-components of microalgae: Formation mechanism and applications. **Enzyme and Microbial Technology**, v. 95, p. 28-44, 2016.

SINGH, S.; MAURYA, P.; SONI, K. Utilization of algae for the green synthesis of silver nanoparticles and their applications. **American Journal of Nano Research and Applications**, v. 11, n. 1, p. 1-9, 2023.

SOUNDHARARAJAN, R.; MATHEEN, A.; JENISH, A. A.; SRINIVASAN, H. Nanotechnology derived natural Poly bio-silver nanoparticles as a potential alternate biomaterial to protect against human pathogens. **Materials Letters**, v. 304, p. 130555, 2021.

SURIYA, J.; RAJA, S. B.; SEKAR, V.; RAJASEKARAN, R. Biosynthesis of silver nanoparticles and its antibacterial activity using seaweed *Urospora* sp. **African Journal of Biotechnology**, v. 11, n. 58, p. 12192-12198, 2012.

UZAIR, B.; LIAQAT, A.; IQBAL, H.; MENAA, B.; RAZZAQ, A.; THIRIPURANATHAR, G.; RANA, N. F.; MENAA, F. Green and cost-effective synthesis of metallic nanoparticles by algae: safe methods for translational medicine. **Bioengineering**, v. 7, n. 4, p. 129, 2020.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83500

VIOLÊNCIA TERRITORIAL, SOFRIMENTO SOCIAL E EDUCAÇÃO DO CAMPO: LUTO, DECOLONIALIDADE E AGROECOLOGIA EM SEROPÉDICA (RJ)

ADILSON AMARAL GONÇALVES; ERIC SILVESTRE AMARAL GONÇALVES; RAFAELLA FIGUEIRA DIAS

RESUMO

Este artigo tem como objetivo analisar as relações entre violência territorial, sofrimento social, educação do campo e agroecologia a partir de um episódio ocorrido em Seropédica, município rural do estado do Rio de Janeiro, durante o seminário "Educação do Campo e Pedagogias Decoloniais", promovido pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ). Durante a realização do evento, um conflito armado envolvendo milicianos resultou na morte de um estudante da universidade, fato que interrompeu a programação e instaurou luto, medo e recolhimento coletivo. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de natureza bibliográfica e reflexiva, construída a partir da articulação entre o acontecimento vivenciado e referenciais teóricos sobre território, pertencimento, violência, sofrimento social e agroecologia. A análise aproxima a morte do estudante dos casos de suicídio entre povos originários submetidos à expulsão de suas terras, ao apagamento de seus modos de existência e à ruptura de seus vínculos simbólicos com o território. Os resultados indicam que a violência territorial produz não apenas mortes físicas, mas também desagregação comunitária, adoecimento psíquico e esvaziamento existencial. Evidencia-se, ainda, que o sofrimento social está diretamente relacionado às rupturas dos vínculos entre sujeito, território e pertencimento. Conclui-se que a educação do campo, as pedagogias decoloniais e as práticas agroecológicas constituem caminhos de resistência, cuidado e reconstrução da vida coletiva, fortalecendo práticas comprometidas com a dignidade humana e o bem viver. Evidencia-se, ainda, o recolhimento coletivo imposto pelo terror, pelo sofrimento e pela dor àqueles que habitam zonas de conflito, tais como os povos originários que vivem nas matas, florestas e águas, partindo do pressuposto de que são os primeiros habitantes desses territórios e, justamente por isso, aqueles que mais sofrem as agressões decorrentes das invasões e da expropriação de seus modos de vida.

Palavras-chave: Pertencimento; Suicídio indígena; Saúde mental coletiva.

1 INTRODUÇÃO

A morte e a glória caminham paralelamente no lugar, seja ele território físico ou teórico. É nesse espaço que os sujeitos se revelam como protagonistas. Em Seropédica, município rural do estado do Rio de Janeiro, onde aconteceria o seminário fluminense "Educação do Campo e Pedagogias Decoloniais", em comemoração aos 10 anos de institucionalização da Licenciatura em Educação do Campo (LEC), na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), um conflito armado entre milicianos ceifou a vida de de estudante da universidade, que nada tinha a ver com a disputa daquele lugar. Esse acontecimento não deve ser lido como fato isolado. Ele evidencia a condição de vulnerabilidade de territórios submetidos à disputa armada e mostra como a violência territorial atinge sujeitos que vivem, circulam e produzem vida nesses espaços. A morte do estudante interrompeu o evento e instaurou luto, medo e recolhimento, revelando a

DOI: 10.51189/vii-coninters/83575

precariedade da vida em contextos marcados pela lógica da dominação. Ao mesmo tempo, esse episódio abre caminho para uma reflexão mais ampla sobre outras formas de violência territorial, como a que afeta povos originários quando perdem suas terras e têm seus vínculos comunitários e espirituais rompidos.

Nesse contexto, este estudo tem como objetivo analisar as relações entre violência territorial, sofrimento social, educação do campo e agroecologia, a partir do episódio ocorrido em Seropédica (RJ), buscando compreender seus impactos sobre os vínculos entre território, pertencimento e modos de existência.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho insere-se em uma abordagem qualitativa, de natureza bibliográfica e reflexiva, construída a partir do diálogo entre experiência, território e produção teórica. A reflexão parte de um episódio ocorrido durante o seminário Educação do Campo e Pedagogias Decoloniais, realizado na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), em Seropédica (RJ), compreendido não como acontecimento isolado, mas como expressão de dinâmicas mais amplas de violência territorial e sofrimento social.

O percurso metodológico fundamenta-se na articulação entre o acontecimento vivenciado e referenciais teóricos que problematizam as relações entre território, pertencimento, violência, educação e modos de existência. Para sustentar a análise, mobilizam-se contribuições de Milton Santos, Miguel G. Arroyo, Ailton Krenak, Neury José Botega e autores do campo da agroecologia.

Mais do que descrever um fato, a análise busca compreender como diferentes formas de violência atravessam os territórios e produzem rupturas nos vínculos sociais, comunitários e simbólicos, impactando diretamente os modos de viver, educar e existir.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Santos (1997), o lugar como o espaço que acolhe o novo e resiste às mudanças, guardando cultura, sociabilidade, vizinhança, solidariedade e resistência. O lugar não é neutro: é produzido historicamente e atravessado por disputas, memórias e relações de poder. Trata-se de uma totalidade viva, em que a vida se organiza, mas onde também se instalam mecanismos de controle, exclusão e violência. Em Seropédica, o lugar é marcado pela presença de grupos armados oriundos das fileiras militares, policiais e de articulações locais, que impõem o terror sobre uma população pobre, rural e frequentemente silenciada.

Essa violência não é apenas física; ela é também simbólica e territorial, pois redefine os modos de circular, falar, conviver e existir. O assassinato do estudante durante um seminário acadêmico mostra que, em contextos assim, a vida pode ser interrompida mesmo quando a vítima não participa diretamente da disputa em curso.

TERRITÓRIO, PERTENCIMENTO E SUICÍDIO INDÍGENA

A ligação entre a morte do estudante e os casos de suicídio entre povos originários pode ser compreendida a partir da centralidade do território na constituição da vida. Nos dois casos, há uma ruptura violenta do vínculo entre sujeito e espaço de pertencimento. No primeiro, um jovem que participava de uma atividade acadêmica é atingido por uma disputa armada que lhe era externa. No segundo, povos inteiros veem seus territórios serem invadidos, reduzidos ou destruídos pelo avanço de frentes econômicas, pelo desmatamento, pela grilagem e pela expulsão de seus modos tradicionais de vida. Para os povos originários, a terra não é apenas propriedade material; ela é lugar de memória, espiritualidade, parentesco, cura e

DOI: 10.51189/vii-coninters/83575

reprodução da vida. Quando esse território é perdido, ocorre uma descontinuidade existencial que afeta o modo de viver, alimentar-se, ensinar e cuidar das novas gerações. O suicídio, nesses contextos, não pode ser lido como evento estritamente individual, mas como expressão extrema de um sofrimento coletivo produzido pela violência estrutural e pelo apagamento territorial. Assim, a morte do estudante em Seropédica e os suicídios indígenas em contexto de expropriação territorial pertencem a uma mesma gramática da violência: a destruição das condições sociais e simbólicas que sustentam a vida. Em ambos os casos, a morte se associa à ruptura do pertencimento e à imposição de uma ordem que transforma território em campo de extermínio ou esvaziamento.

EDUCAÇÃO DO CAMPO E PEDAGOGIAS DECOLONIAIS

A forma escolhida para lidar com o acontecimento foi marcada pelo acolhimento. Iniciou-se com um café coletivo e com o pensar em esperançar, em uma roda de conversa na qual todos manifestaram dores, conquistas, derrotas e superações. As místicas, por sua vez, permitiram que adultos, jovens e crianças representassem seus cotidianos, lembrassem passado e imaginassem o futuro por meio da arte e da memória. Arroyo (2024) destaca que celebrar a educação do campo é reconhecer os trabalhadores e trabalhadoras do campo como sujeitos de uma outra história política, ética, cultural e pedagógica. Essa história é produzida por movimentos sociais, populares, indígenas, quilombolas, negros, mulheres e camponeses, que reivindicam não apenas acesso à escola, mas o direito a uma educação enraizada em suas experiências, saberes e lutas. A educação do campo, nesse horizonte, rompe com a lógica eurocêntrica e colonizadora, afirmando-se como prática interdisciplinar, plural e decolonial.

MÍSTICA, MEMÓRIA E ESCUTA COLETIVA

Nas místicas, os participantes representam seus cotidianos, lembram do passado e imaginam o futuro em forma de arte, memória e espiritualidade. Esses momentos permitem que a experiência humana seja narrada de modo compartilhado, produzindo escuta, acolhimento e reconhecimento mútuo. A referência a Gbala, termo de origem iorubá que significa “socorrer quem está em perigo”, ajuda a compreender a dimensão ética desse gesto: educar é também socorrer, proteger e reunir aqueles que foram feridos pela violência. A música, a oralidade e as referências ancestrais funcionam como linguagens de reconstituição simbólica. Elas tornam possível nomear o trauma, elaborar o luto e reafirmar a dignidade dos sujeitos. Em contextos de violência territorial, esse tipo de prática não é acessório; é parte do enfrentamento à desagregação social e ao isolamento que muitas vezes acompanham a experiência da perda.

SOFRIMENTO SOCIAL, ESCOLA E AGROECOLOGIA

Krenak (2020) critica a escola que continua reproduzindo um sistema desigual e injusto. Para o autor, a educação que simplesmente “chapa” o sujeito com ideias prontas contribui para afastá-lo da liberdade de pensamento e da relação viva com o mundo. Essa crítica permite compreender que o sofrimento social não nasce apenas da pobreza material, mas também da ruptura entre vida, território, saber e dignidade. Botega (2015) demonstra que o suicídio é fenômeno atravessado por valores sociais, culturais e políticos. Em populações submetidas à exclusão, à violência e à despossessão territorial, ele se torna expressão dramática de um sofrimento profundo e frequentemente negligenciado pelo Estado. Por isso, a prevenção do suicídio exige não apenas atenção individual, mas políticas públicas territorializadas, proteção social e garantia de direitos. A agroecologia surge, nesse contexto,

como contraponto à barbárie. Ela produz saúde, alimento sem veneno, dignidade e vínculos coletivos. Os relatos de agricultores e agricultoras mostram que produzir sem agrotóxicos não é apenas uma escolha técnica, mas uma forma de viver com a terra e não contra ela. Como afirma Meirelles (2019), a agricultura ecológica pode ser entendida como uma agricultura feita com amor, capaz de fortalecer famílias, ampliar autonomia e restituir sentido ao trabalho no campo.

4 CONCLUSÃO

A morte do estudante em Seropédica e os suicídios entre povos originários em contexto de perda territorial revelam a mesma lógica de destruição dos vínculos entre corpo, território e pertencimento. Em ambos os casos, a violência atinge não apenas indivíduos, mas as bases coletivas que sustentam a vida, a memória e o futuro. A educação do campo, as pedagogias decoloniais e a agroecologia apontam caminhos concretos de resistência, cuidado e reconstrução do comum. Elas afirmam que outra relação com a terra, com o saber e com a vida é possível. Frente à violência que mata, desloca e adoece, torna-se urgente fortalecer práticas educativas, políticas territoriais e ações comunitárias comprometidas com a dignidade humana e com o bem viver.

REFERENCIAS

ARROYO, Miguel Gonzalez. História da educação de operários e de camponeses: uma outra história afirmante de outras matrizes de formação humana. Revista Cocar, [S. l.], n. 33, 2024. Disponível em: https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/9795. Acesso em: 27 jun. 2026.

BOTEGA, Neury José. **Crise suicida: avaliação e manejo.** Porto Alegre: Artmed, 2015.
G1. **Universitário morto em Seropédica é enterrado em Niterói.** Rio de Janeiro, 9 abr. 2024. Disponível em: https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2024/04/09/universitario-morto-tiros-seropedica.ghtml. Acesso em: 27 jun. 2026.

KRENAK, Ailton. **A vida não é útil.** São Paulo: Companhia das Letras, 2020.
MEIRELLES, Laércio Ramos. **Vozes da agricultura ecológica II.** 1º ed. Rio Grande do Sul: Centro Ecológico, 2019.

SANTOS, Milton. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção.** 4. ed. São Paulo: Hucitec, 1997.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83575

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE POR MEIO DO CULTIVO DE SEMENTES NO ENSINO FUNDAMENTAL

THAMIRES LELIS; LUCAS DO NASCIMENTO ANSELMO; LEONARDO DOS SANTOS FRANCISCO

Introdução: A educação ambiental desempenha um papel essencial na formação de cidadãos conscientes e comprometidos com a preservação dos recursos naturais. Nesse contexto, atividades práticas desenvolvidas no ambiente escolar favorecem a compreensão dos conceitos de sustentabilidade, estimulando a responsabilidade socioambiental e a aproximação dos estudantes com os processos naturais. O cultivo de plantas representa uma estratégia pedagógica que integra teoria e prática, despertando o interesse dos alunos e promovendo experiências significativas de aprendizagem. **Objetivo:** Relatar uma experiência de educação ambiental realizada com estudantes do 5º ao 9º ano do ensino fundamental, utilizando o plantio de diferentes espécies vegetais como ferramenta para sensibilização e promoção da sustentabilidade. **Relato de experiência:** A atividade foi desenvolvida com alunos do 5º ao 9º ano de uma escola de ensino fundamental. A instituição forneceu recipientes para o cultivo, terra vegetal e sementes de diferentes espécies, incluindo milho, abóbora, jaca, feijão, tomate, maracujá, entre outras. Cada estudante realizou o plantio de uma ou mais sementes, acompanhando as etapas de desenvolvimento das plantas, desde a germinação até o crescimento inicial. Durante a atividade, foram abordados temas relacionados à importância da conservação ambiental, ao ciclo de vida das plantas, à produção de alimentos, à biodiversidade e ao uso responsável dos recursos naturais. A prática favoreceu a participação ativa dos estudantes, despertando o senso de responsabilidade, o cuidado com o meio ambiente e a valorização da natureza como elemento indispensável para a qualidade de vida. **Conclusão:** A experiência demonstrou que atividades práticas de cultivo de plantas constituem uma estratégia eficiente para promover a educação ambiental no ambiente escolar. Além de fortalecer a aprendizagem sobre sustentabilidade, a ação estimulou o protagonismo dos estudantes, a consciência ecológica e a adoção de atitudes voltadas à preservação ambiental, evidenciando o potencial de projetos simples e de baixo custo na formação de cidadãos mais conscientes e comprometidos com o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: **EDUCAÇÃO AMBIENTAL; ENSINO FUNDAMENTAL; SUSTENTABILIDADE**

DOI: 10.51189/vii-coninters/83592

ENSINO-APRENDIZAGEM DA LÍNGUA ESPANHOLA EM DIÁLOGO COM A EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UM ESTUDO DE CASO

DIEGO PALMEIRA DA SILVA; GABRIEL DE JESUS SANTOS; JÚLIA MONTEIRO MARINHO; NARA GLEYCE CAVALCANTE DA SILVA; ESTHER MONTEIRO FERNANDES; FLÁVIA COLEN MENICONI.

RESUMO

Este trabalho, vinculado ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid/Espanhol/Ufal), tem como objetivo evidenciar uma prática de docência desenvolvida em uma escola pública de Maceió/Alagoas, na qual uma problemática socioambiental local foi abordada em aulas de língua espanhola, bem como analisar as produções textuais elaboradas pelos estudantes à luz da Educação Ambiental (EA). Fundamenta-se na compreensão de que a língua se constitui como uma prática social e, portanto, pode favorecer discussões sobre questões socialmente relevantes, como as problemáticas ambientais. Trata-se de uma pesquisa-ação de base qualitativa, cujos dados foram gerados a partir de uma intervenção pedagógica realizada com um grupo de estudantes do nível 3 de um curso de língua espanhola. Para este trabalho, selecionamos uma produção textual escrita em língua espanhola, analisada à luz da Educação Ambiental. A análise evidenciou que o estudante estabeleceu relações entre o descarte inadequado de resíduos, as inundações urbanas, a reciclagem e a coleta seletiva, além de mobilizar conhecimentos relacionados à realidade socioambiental em que está inserido. Nesse processo, identificamos a articulação entre conhecimentos linguísticos e saberes relacionados à experiência cotidiana dos estudantes, evidenciando a relevância da contextualização das práticas pedagógicas. Observamos, ainda, que a língua espanhola foi utilizada como meio para construir sentidos acerca dessas problemáticas, demonstrando seu potencial para promover reflexões críticas para além do ensino de aspectos linguísticos. Concluímos que a articulação entre Educação Ambiental e ensino de língua espanhola constitui uma possibilidade de ampliar o papel social das aulas de línguas adicionais, favorecendo práticas pedagógicas contextualizadas e comprometidas com a formação crítica dos estudantes.

Palavras-chave: Crise ambiental; Consciência ambiental; Educação linguística crítica.

1 INTRODUÇÃO

Neste trabalho, apresentamos uma aula de língua espanhola ministrada em uma escola pública de Maceió, em Alagoas, a qual teve como tema principal a questão socioambiental, buscando proporcionar aos estudantes a possibilidade de refletir sobre práticas cotidianas que parecem naturais, mas que causam grandes impactos ao meio ambiente e à própria sociedade. A aula foi planejada e ministrada no contexto do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid), subprojeto Letras-Espanhol, da Universidade Federal de Alagoas (Ufal).

A justificativa para a realização deste trabalho se centra em dois pontos principais. O primeiro ponto diz respeito à concepção de língua e, consequentemente, de ensino-aprendizagem de línguas que adotamos. Segundo essa concepção, a língua não é

DOI: 10.51189/vii-coninters/83595

apenas um conjunto de regras gramaticais, mas sim uma série de práticas sociais. Dessa forma,

> enxergar a língua como prática social que tanto reflete quanto constrói os discursos que permeiam a sociedade requer do professor a consciência de que o ensino de língua não deve se dar de forma alienada e descontextualizada, alheio às demandas sociais, à luta de classes, às relações de poder e aos problemas vivenciados pelo seu alunado. (Almeida, 2020, p. 1420)

Essa noção de língua dialoga diretamente com a proposta de ensino de línguas que defendemos. Já não focamos apenas na estrutura gramatical, tampouco no ensino isolado de vocabulário; agora, existe um ensino de línguas inserido nas práticas sociolinguísticas dos estudantes, possibilitando que a aquisição da nova língua seja cada vez mais significativa. Assim, a língua "está inserida na história, na cultura e nos discursos de uma determinada sociedade, sendo tanto veículo de ideologias como instrumento de transformação social." (Almeida, 2020, p. 1419)

O segundo ponto se liga ao ponto anterior. Assim como Almeida (2020) argumenta que o ensino de línguas não deve se dar de forma descontextualizada e alheio às demandas sociais, defendemos a urgência de tratar da temática socioambiental no contexto do ensino-aprendizagem de línguas, em especial a língua espanhola. Carvalho (2008) defende essa perspectiva argumentando que esse problema tem mobilizado vários grupos sociais, inclusive a educação: "a EA vem sendo valorizada como uma ação educativa que deveria estar presente, de forma transversal e interdisciplinar, articulando o conjunto de saberes, formação de atitudes e sensibilidades ambientais." (Carvalho, 2008, pp. 24)

Dessa forma, o objetivo principal deste trabalho é evidenciar uma prática de docência realizada no Pibid/Espanhol (Ufal) em que abordamos uma problemática socioambiental comum na cidade de Maceió/AL e analisar os dados gerados a partir dessa aula sob a ótica da Educação Ambiental (EA).

2 RELATO DE CASO

Esta é uma pesquisa de abordagem qualitativa, uma vez que busca compreender e interpretar fenômenos sociais a partir dos significados produzidos por participantes em contextos específicos (Minayo, 2001). Quanto aos procedimentos metodológicos, caracteriza-se como pesquisa-ação (Thiollent, 2011), entendida como um tipo de pesquisa social "que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo" (Thiollent, 2011, p. 22).

A aula abordada neste trabalho foi desenvolvida em junho de 2025, em uma turma de língua espanhola (nível 3) de um curso de língua espanhola ofertado pela Secretaria Municipal de Educação de Maceió/Alagoas e localizado em uma escola municipal em um bairro periférico da cidade. A aula teve a presença de nove estudantes, com níveis variados de fluência na língua-alvo, e foi ministrada por um dos autores deste trabalho.

A aula teve duração de 120 minutos (duas horas), com o tema: "*El medio ambiente y su importancia: ¿cómo nuestras acciones habituales lo afectan?*". A aula teve como objetivo geral: "*Reflexionar sobre cómo nuestras acciones habituales pueden afectar el medio ambiente*", e objetivos específicos: i) *Analizar imágenes de polución y hacer una autoreflexión sobre los cuidados al medio ambiente*; ii) *Ver un video y reflexionar sobre*

acciones habituales que dañan al medio ambiente. iii) *Producir un pequeño texto sobre la experiencia en la clase y una autorreflexión de su relación con el medio ambiente*.

A aula foi expositiva e dialogada, utilizando recursos semióticos, como projetor, quadro branco e folhas A4 para sua realização, e foi dividida em três partes importantes, a saber: pré-leitura, leitura e pós-leitura. Esse modelo de aula é o mais utilizado no âmbito do Pibid/Espanhol (Ufal).

Na primeira fase, a pré-leitura, os estudantes analisaram cinco imagens (Figura 1) que retratavam a poluição na cidade de Maceió, mas sem menções a ela, ou seja, os estudantes deveriam associar a imagem ao seu contexto de vida. A finalidade dessa ação foi que os estudantes identificassem a ação humana e o perigo gerado pela retirada de lixo nas ruas.

Figura 1 – Imagens analisadas pelos estudantes na fase "pré-leitura" –
Fontes: A) Vieira (2022); B) Régia (2013); C) G1 AL (2017); D) Duarte (2012); E) G1 (2019).

Na segunda fase, a leitura, os estudantes assistiram a uma reportagem mexicana que trazia a problemática da retirada indevida de lixos nas ruas e as consequências geradas por ela. Foi um momento importante uma vez que os estudantes puderam refletir sobre seus próprios hábitos e como eles impactam diretamente o meio ambiente. O lixo na rua pode cair em bueiros e causar inundações, como ocorre frequentemente em Maceió; e o lixo no mar pode gerar um desequilíbrio ecológico marinho.

Reproduzimos o vídeo três vezes, pois, além de saber os pontos principais da reportagem, solicitamos que os estudantes atentassem às palavras relacionadas ao vocabulário ambiental. A intenção foi que os estudantes completassem os espaços vazios em uma transcrição do vídeo que levamos impressas em folha A4. Ao final, fizemos uma leitura compartilhada do texto, em que foi importante sinalizar as inadequações produzidas pelos estudantes por meio desta leitura e apresentar alternativas.

Na terceira e última fase, encerramos a aula com uma atividade final. Os estudantes escreveram um pequeno relato contando da sua relação com o meio ambiente e a experiência da aula. Essas produções escritas pelos estudantes são os dados que apresentaremos neste trabalho.

3 DISCUSSÃO

Nesta seção, apresentamos os dados obtidos durante a realização da aula apresentada na seção anterior. Das nove produções textuais recebidas, selecionamos apenas uma delas para apresentar neste trabalho, uma vez que consideramos representativa e considerando também o limite de páginas. A seguir, apresentaremos a análise da produção citada, e ela foi transcrita pelos autores deste trabalho e mantida a forma original como foi escrita pelo estudante, a fim de manter a originalidade e respeitar os posicionamentos do estudante participante.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83595

Quadro 1 – Produção textual do Estudante 1.

En esta clase, observamos imágenes de alguns pontos de Maceió, imágenes que muestran cómo la contaminación afecta a nuestra ciudad. Cuando llueve, la basura obstruye los desagües, provocando inundaciones. La classe de hoy fue productiva, pudimos ver un video donde diferentes personas hablaban español con diferentes acentos.

Nessa produção textual, o Estudante 1 relembra das imagens analisadas na fase "pré-leitura" (ver Figura 1), que se referem a vários pontos da cidade de Maceió, como ruas alagadas e praias e rios contaminados. Neste sentido, o estudante afirma que, quando chove, o lixo entope os bueiros, provocando inundações. Embora o estudante apresente uma descrição pertinente da problemática ambiental, sua produção não explicita um posicionamento pessoal diante da situação, conforme solicitado na proposta da atividade. Assim, o texto concentra-se na descrição do problema, sem desenvolver uma reflexão sobre o papel do próprio sujeito frente à questão ambiental.

Entretanto, é válido considerar a crítica que o estudante faz ao relatar essa problemática que afeta constantemente a cidade de Maceió, pois em seu argumento o estudante não só sabe que não pode jogar lixo nas ruas, como entende os problemas que isso gera, pois é um problema vivido, sentido e observado por ele mesmo.

Dito isso, consideramos a importância que a aula teve na produção do Estudante 3, confirmando a necessidade da presença da Educação Ambiental em contextos significativos. Alguns pesquisadores (Leite; Filgueira; Iwama, 2025; Abreu; Zanella; Medeiros, 2016) buscam estabelecer o papel da Educação Ambiental na redução de riscos de desastres naturais. Nas palavras de Abreu, Zanella e Medeiros (2016): "a EA pode levar as pessoas a entenderem os condicionantes antrópicos das inundações, tais como o acúmulo de lixo e a impermeabilização do solo, pois desse modo, poderá contribuir para que elas evitem ações que reforcem a existência desses condicionantes" (Abreu; Zanella; Medeiros, 2016).

Além da questão ambiental, o estudante enfatiza a questão linguística quando ele caracteriza a aula como produtiva e, em seguida, mencionar o vídeo utilizado na fase "leitura", bem como os diferentes sotaques. A menção aos diferentes sotaques evidencia que a atenção do estudante não se restringiu ao conteúdo temático da reportagem, mas também aos aspectos linguísticos e culturais mobilizados pelo material utilizado na aula. Isso demonstra que o vídeo contribuiu simultaneamente para a discussão ambiental e para a ampliação do contato com a diversidade da língua espanhola.

Como já mencionamos, utilizamos uma reportagem mexicana para retratar as consequências da retirada indevida de lixo nas ruas. A reportagem, neste contexto, converte-se em um material autêntico. Schmidt e Aquino (2025) consideram autênticos aqueles textos produzidos para consumo externo ao ensino, isto é, que não foram elaborados ou adaptados com intenções didáticas.

Dessa forma, a utilização de materiais autênticos no ensino da língua espanhola possibilita ao estudante ampliar o acesso a diferentes realidades e discursos, favorecendo a construção de reflexões críticas sobre questões socioambientais que atravessam seu cotidiano. Nessa perspectiva, o ensino da língua adicional pode contribuir para a formação de sujeitos capazes de atuar de maneira mais consciente em seus contextos sociais.

4 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo evidenciar uma prática de docência realizada no Pibid/Espanhol (Ufal) em que abordamos uma problemática socioambiental comum na cidade

DOI: 10.51189/vii-coninters/83595

de Maceió/AL, e analisar os dados gerados a partir dessa aula sob a ótica da Educação Ambiental (EA) e se justificou primeiramente por compreendermos a língua como uma prática social e, portanto, como um espaço de construção de sentidos em contextos significativos para os estudantes; e segundo, pela necessidade de ampliar as discussões sobre as questões socioambientais no ensino-aprendizagem da língua espanhola, sendo esse trabalho uma contribuição e um apelo para que a temática ambiental ocupe um espaço mais efetivo nas aulas de línguas adicionais.

Dito isso, analisamos uma produção textual em língua espanhola escrita por um estudante do nível 3 de um curso ofertado em uma escola pública de Maceió/Alagoas sob a ótica da Educação Ambiental. A produção evidenciou diferentes formas de compreender e problematizar a questão ambiental, mobilizando dimensões linguísticas, sociais e ambientais. A língua espanhola foi utilizada como instrumento para construir sentidos sobre uma problemática presente no cotidiano do estudante, demonstrando que a aprendizagem da língua adicional pode ultrapassar o ensino de estruturas linguísticas e constituir-se como um espaço de reflexão crítica sobre a realidade.

Por fim, este trabalho reforça a potencialidade do ensino de língua espanhola como um espaço de diálogo com temas socialmente relevantes, evidenciando que a Educação Ambiental pode ser integrada às práticas de ensino de forma contextualizada e crítica. Esperamos, assim, contribuir para o fortalecimento de propostas pedagógicas que articulem o ensino de línguas adicionais à formação de estudantes capazes de interpretar, problematizar e atuar de maneira consciente diante das questões socioambientais que atravessam seus contextos de vida.

REFERÊNCIAS

ABREU, Nair Júlia Andrade de; ZANELLA, Maria Eliza; MEDEIROS, Marysol Dantas de. O papel da Educação Ambiental no desenvolvimento da percepção dos riscos de inundações e prevenção de acidentes e desastres naturais. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA),** v. 11, n. 1, p. 97-107, 2016.

DUARTE, Flávia. Esgotos clandestinos continuam poluindo praias em Maceió. **Alagoas 24 horas**, Maceió, 5 mar. 2012. Disponível em: https://www.alagoas24horas.com.br/526007/esgotos-clandestinos-continuam-poluindo-praias-em-maceio/. Acesso em: 29 maio 2025.

ALMEIDA, Tainá. Letramento Crítico e o Ensino de Língua Portuguesa: Análise de um livro didático. fólio-**Revista de Letras**, v. 12, n. 1, 2020.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. **Educação Ambiental: A formação do sujeito ecológico**. 3ª ed. São Paulo: Editora Cortez, 2008, 256 p.

G1 AL. **Prefeitura retira mais de 150 toneladas de lixo de praia de Maceió após chuvas.** 1 de junho de 2017. Disponível em: http://g1.globo.com/al/alagoas/arquivo/noticia/2017/06/01/prefeitura-retira-mais-de-150-toneladas-de-lixo-de-praia-de-maceio-apos-chuvas.ghtml. Acesso em: 29 maio 2025.

G1. **De falta de esgoto a moradores demais, os problemas de lares brasileiros que atrasam o desenvolvimento de crianças**. 12 de outubro de 2019. Disponível em: https://g1.globo.com/educacao/noticia/2019/10/12/de-falta-de-esgoto-a-moradores-demais-os-problemas-de-lares-brasileiros-que-atrasam-o-desenvolvimento-de-criancas.ghtml. Acesso em: 29 maio 2025.

LEITE, Ana Paula Ribeiro de Hollanda; FILGUEIRA, Hamilcar José Almeida; IWAMA, Allan Yu. A importância da Educação Ambiental nas escolas para gestão de resíduos sólidos e redução de riscos de desastres. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA),** v. 20, n. 2, p. 249-274, 2025.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. Importância da avaliação qualitativa combinada com outras modalidades de avaliação. 2011.

RÉGIA, Prisylla. **Bueiros entupidos causam transtornos no Centro de Maceió**. Alagoas 24 horas, Maceió, 20 maio 2013. Disponível em: https://www.alagoas24horas.com.br/471532/bueiros-entupidos-causam-transtornos-no-centro-de-maceio/. Acesso em: 29 maio. 20215.

SCHMIDT, Camila Marcucci; AQUINO, Marceli Cherchiglia. O papel de materiais autênticos para a compreensão auditiva no ensino do alemão como língua adicional: uma proposta de sequência didática para turmas iniciais a partir de um curta-metragem. **Pandaemonium Germanicum**, v. 28, p. e240028, 2025.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. In: Metodologia da pesquisa-ação. 2011. p. 136-136.

VIEIRA, Alexandre. Prática do descarte irregular agrava problemas durante o período chuvoso. **Prefeitura de Maceió**, 29 maio. 2022. Disponível em: https://maceio.al.gov.br/noticias/alurb/pratica-do-descarte-irregular-agrava-problemas-durante-o-periodo-chuvoso. Acesso em: 29 maio. 2025.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83595

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

O IMPACTO DA URBANIZAÇÃO NAS EMISSÕES DE CARBONO E METANO EM MANGUEZAIS: UMA SÍNTESE DA LITERATURA ATUAL

JAMILLE SANTIAGO ABREU; ANDRÉ LUIS DANTAS RAMOS

Introdução: O manguezal possui solo hidromórfico, lodoso e rico em matéria orgânica, sendo um ecossistema costeiro crítico para a conservação ambiental. Seu revolvimento acarreta a liberação de Gases de Efeito Estufa (GEE), principalmente o dióxido de carbono (CO_2) e o metano (CH_4). Ao entrar em contato com o oxigênio, o solo originalmente anóxico sofre reações químicas de oxidação e decomposição acelerada da matéria orgânica, liberando o carbono estocado. Embora as emissões naturais desses solos sejam controladas pela salinidade e por zonas de oxidação microbiana, o metano possui potencial de aquecimento global superior ao CO_2. Com a expansão urbana crescente, esse ecossistema sofre alterações estruturais severas, que afetam a qualidade do ar, a fauna e a flora. Compreender essa dinâmica é fundamental para mitigar os impactos climáticos nessas regiões. **Objetivo:** Analisar os impactos do revolvimento do solo de manguezal decorrente da urbanização nas emissões de GEE e suas implicações socioambientais. **Metodologia:** Realizou-se uma revisão bibliográfica descritiva e qualitativa em bases de dados como Web of Science, Science Direct, Research Gate e Google Acadêmico, utilizando os descritores combinados: "solo de manguezal", "expansão urbana" e "emissões de GEE". Como critério de inclusão, selecionaram-se artigos, teses e dissertações publicados em língua portuguesa e inglesa, publicados entre 2022 e 2026. **Resultados:** O revolvimento mecânico do solo de manguezal para infraestruturas urbanas impacta as condições anóxicas do meio, pois a entrada de oxigênio acelera a decomposição da matéria orgânica e a liberação do carbono. Além disso, a urbanização, associada ao aporte de efluentes, intensifica a hipóxia e a disponibilidade de substrato, estimulando a metanogênese. A perturbação física do solo também rompe as barreiras naturais de oxigenação e estruturas biogênicas (como raízes e tocas), criando condutos diretos para o escape do CH_4 profundo antes de sua oxidação. Assim, converte-se um sumidouro de "carbono azul" em fonte ativa de GEE, gerando impactos econômicos e ecológicos. **Conclusão:** A expansão urbana sobre áreas de manguezal potencializa as emissões de CO_2 e CH_4, prejudicando as metas de mitigação climática. Evidencia-se a necessidade de planejamento urbano sustentável, políticas rígidas de conservação e diretrizes de manejo para conter as emissões e salvaguardá-las.

Palavras-chave: **CARBONO AZUL; EXPANSÃO URBANA; MITIGAÇÃO CLIMÁTICA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/83607

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

SABONIF-SABONETES ARTESANAIS COMO FERRAMENTA DE SUSTENTABILIDADE E EMPREENDEDORISMO

RAFAELA ROSA DA SILVA; CECILIA MIDORI IKEGAMI; DÉBORA CAVALCANTE DA SILVA; IVONILDA DA SILVA DUARTE FERREIRA; LEIA RENATA OLIVEIRA DA SILVA

Introdução: As mulheres em situação de vulnerabilidade social enfrentam desafios que vão além da baixa renda, incluindo dificuldades de acesso à educação, autonomia financeira, capacitação profissional e espaços de acolhimento. Diante dessa realidade, em 2025 teve início o projeto de oficinas de sabonetes artesanais (SABONIF), inicialmente voltado à capacitação para o empreendedorismo por meio da produção artesanal. No decorrer das atividades, observou-se que a iniciativa ultrapassou esse objetivo, tornando-se também um espaço de convivência, troca de experiências e promoção do bem-estar das participantes, especialmente das professoras da rede municipal de Itaquaquecetuba que participaram de oficinas na Escola Municipal Ambiental Nelson Barreto da Silva (EMA). **Objetivo:** O projeto teve como objetivo aproximar o IFSP Campus Itaquaquecetuba da comunidade externa por meio de práticas sustentáveis, educativas e voltadas ao empreendedorismo, realizando oficinas para mães da APAE, mulheres da comunidade local, pessoas idosas atendidas pelo Centro de Convivência da Melhor Idade (CEMI) e docentes da rede municipal de Itaquaquecetuba. A produção artesanal de sabonetes foi apresentada como uma alternativa sustentável por incentivar o uso consciente de matérias-primas, a utilização de produtos naturais, a redução do desperdício e o consumo responsável. Além das oficinas, foi promovida uma ação de educação ambiental envolvendo o plantio e a distribuição de mudas para a comunidade. **Metodologia:** A metodologia adotada foi de natureza qualitativa e participativa, envolvendo estudos sobre ervas medicinais, óleos essenciais e essências, planejamento e realização das oficinas, além da observação das atividades e da escuta das participantes. **Resultados:** Ao final das oficinas, diversas participantes manifestaram interesse na continuidade do projeto, destacando que a produção de sabonetes representava não apenas uma possibilidade de empreendedorismo e complementação da renda, mas também um momento de autocuidado e integração social. **Conclusão:** Diante da receptividade da comunidade, o projeto foi retomado em 2026 para ampliar o número de oficinas oferecidas. Os resultados mostraram que práticas sustentáveis associadas à educação ambiental e ao empreendedorismo contribuem para a geração de renda e o desenvolvimento da liberdade financeira, além de fortalecer os vínculos entre o Instituto Federal de São Paulo Campus Itaquaquecetuba e a comunidade externa.

Palavras-chave: **EMPREENDEDORISMO FEMININO; SABONETES ARTESANAIS; SUSTENTABILIDADE**

DOI: 10.51189/vii-coninters/83619

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

SAÚDE, BEM-ESTAR E QUALIDADE DE VIDA EM ÁREAS VERDES URBANAS: AS PERCEPÇÕES DOS FREQUENTADORES DO PARQUE MUNICIPAL MÁRIO DO CANTO EM ITAQUAQUECETUBA-SP

JESSICA DOURADO COSTA; MARIANE EDUARDA DA SILVA CRUZ; MELYSSA SAHELE FLORENTINO DOS SANTOS; HELOISA BORGES DOS SANTOS; RENAN SANTOS DE OLIVEIRA; ROGÉRIO SOARES CORDEIRO

Introdução: Praças urbanas e Parques Ecológicos servem como verdadeiros “museus verdes da Biodiversidade”, pois acomodam a arborização urbana e esta, consequentemente, atrai uma miríade de animais e microrganismos que ajudam a compor o ecossistema, a regular o microclima; a mitigar poluição de diferentes ordens. O Parque Ecológico Municipal Mário do Canto, na região metropolitana de São Paulo, especificamente no município de Itaquaquecetuba, é um exemplo típico. **Objetivo:** Analisar as percepções dos frequentadores do Parque Ecológico Municipal Mário do Canto em Itaquaquecetuba/SP, bem como relacionar à Declaração dos Direitos Universal dos Direitos Humanos (DUDH). **Metodologia:** Embora valha de dados numéricos, a pesquisa tem natureza qualitativa, porque se propõe a uma análise de percepções que dialoga com documentos, como a DUDH, portanto é, também bibliográfica e, como estratégia para obtenção das informações, foram feitas entrevistas semiestruturadas. **Resultados:** Inicialmente foi feita uma rigorosa revisão dos artigos 24 e 25 da DUDH, que discorrem sobre os direitos ao lazer, à saúde e ao bem-estar. Após apropriação conceitual foi elaborado um questionário piloto e, por fim, a versão final que tencionou, sobretudo, a análise do acesso igualitário, aos espaços diversos do Parque. Em síntese, a área é amplamente reconhecida como essencial para o bem-estar, a convivência e o convívio social e 80% dos frequentadores alegaram que o espaço contribui para saúde física e mental. Há, porém, expressiva desigualdade quanto ao acesso. Apenas 41% dos entrevistados consideram o acesso igualitário, os demais ponderaram logística, segurança e infraestrutura. Há munícipes que só conseguiram acessar o Parque uma vez no último semestre. **Conclusão:** Ao revisitar a Declaração Universal dos Direitos Humanos, em seus artigos 24 e 25 e, somado às análises, é possível concluir que o município de Itaquaquecetuba, com seus 369.275 habitantes (IBGE, 2022) e somente dois parques urbanos, está aquém de cumprir os Direitos, de proporcionar qualidade de vida, acesso às áreas verdes que propiciem convívio com a Biodiversidade, lazer e, concomitantemente, uma vida mais sustentável e saudável aos seus munícipes. Moradores de áreas mais próximas ao centro possuem mais acesso às áreas com infraestrutura como parques e praças urbanas. Biofilia é um excludente social.

Palavras-chave: **BIODIVERSIDADE; SAÚDE GLOBAL; SUSTENTABILIDADE**

DOI: 10.51189/vii-coninters/83644

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ABELHAS ENGENHEIRAS: A EFICIÊNCIA MATEMÁTICA DOS HEXÁGONOS

ABRAÃO MACENA DE ANDRADE; BRENO REIS SOARES; ISABELLA TABOSA FERREIRA DA SILVA

Introdução: As abelhas desempenham papel essencial na manutenção dos ecossistemas e na produção agrícola por meio da polinização. Além da relevância ecológica e econômica, esses insetos despertam interesse científico pela arquitetura de seus favos, cuja estrutura se associa a conceitos matemáticos como tesselação do plano, otimização geométrica, relações entre área e perímetro e eficiência estrutural, evidenciando como princípios da Geometria podem ser observados na natureza. **Objetivo:** Investigar a relação entre a biologia das abelhas e a eficiência matemática da geometria hexagonal dos favos de mel, além de desenvolver materiais didáticos voltados à divulgação científica e à interdisciplinaridade. **Metodologia:** A pesquisa caracterizou-se como estudo de abordagem mista, com predominância qualitativa e complementação quantitativa. O enfoque qualitativo investiga percepções sobre a integração entre matemática e biologia no ensino, com ênfase nos favos de mel. O viés quantitativo analisa a geometria dos alvéolos, explicando sua estrutura hexagonal e eficiência volumétrica. Trata-se de pesquisa explicativa, de caráter bibliográfico e documental, baseada em materiais científicos publicados. Os procedimentos metodológicos incluíram revisão bibliográfica, levantamento de espécies de abelhas no acervo entomológico do Instituto Federal de São Paulo – *Campus* Itaquaquecetuba, registro fotográfico dos espécimes, análise geométrica baseada em tesselação do plano e relações entre área e perímetro, além da elaboração de materiais expositivos para ações de extensão. **Resultados:** Os resultados evidenciaram a diversidade de abelhas catalogadas, incluindo espécies dos gêneros *Apis*, *Bombus*, *Tetragonisca*, *Trigona* e outros grupos com diferentes hábitos ecológicos. A análise matemática demonstrou que o hexágono regular constitui a forma mais eficiente entre polígonos regulares que pavimentam o plano, por apresentar maior aproveitamento espacial e menor consumo de material estrutural. Os materiais produzidos permitiram visualizar a diversidade biológica das abelhas e os princípios geométricos envolvidos na construção dos favos. **Conclusão:** A integração entre conhecimentos biológicos e matemáticos favorece a alfabetização científica, a valorização da biodiversidade, viéses diversos acerca da sustentabilidade, além de evidenciar aplicações da Geometria em estruturas naturais. Dessa forma, o estudo contribui para reduzir a abstração associada aos conceitos geométricos e reforça o potencial de abordagens interdisciplinares para o ensino de Ciências e Matemática.

Palavras-chave: **TRANSDISCIPLINARIDADE; SUSTENTABILIDADE; MATERIAIS DIDÁTICOS ALTERNATIVOS**

DOI: 10.51189/vii-coninters/83656

QUALIDADE AMBIENTAL URBANA NO MUNICÍPIO DE JANIÓPOLIS – PR: ANÁLISE DE COBERTURA VEGETAL

JONATHAN SANTOS PERICINOTO; SOLIMARA APARECIDA TERTULIANO

RESUMO

O estudo da qualidade ambiental urbana tornou-se fundamental diante dos impactos ambientais decorrentes do processo de urbanização e da ausência de infraestrutura adequada em municípios de pequeno porte. Este trabalho teve como objetivo analisar a qualidade ambiental urbana do município de Janiópolis, Paraná, com ênfase nos indicadores de cobertura vegetal e destinação de esgoto doméstico. A pesquisa foi desenvolvida por meio de revisão bibliográfica atualizada e técnicas de geoprocessamento. O índice de vegetação NDVI foi processado na plataforma Google Earth Engine utilizando imagens do satélite Sentinel-2 e posteriormente analisado no software QGIS 3.16.11. Os resultados revelaram que a área urbana do município apresenta baixa densidade de vegetação arbórea, com predomínio de valores de NDVI entre 0,08 e 0,32, enquanto a maior parte do território municipal apresenta cobertura vegetal média associada a áreas agrícolas. Além disso, constatou-se a ausência total de sistema de tratamento de esgoto, sendo que todo o esgoto doméstico é lançado em fossas rudimentares sem qualquer tipo de fiscalização ou controle por parte do poder público municipal. A coleta seletiva é realizada de forma precária, com participação de catadores informais, e os rejeitos são encaminhados para aterro sanitário de município vizinho. Com os resultados da pesquisa, consideramos que Janiópolis apresenta déficits significativos em indicadores de qualidade ambiental urbana, especialmente relacionados ao saneamento básico e à arborização, comprometendo a qualidade de vida da população. Recomenda-se a elaboração de um plano municipal de saneamento e a implantação de um programa de arborização urbana como medidas prioritárias para a melhoria das condições ambientais do município.

Palavras-chave: Espaço urbano; Vegetação; Saneamento básico

1 INTRODUÇÃO

A qualidade ambiental urbana constitui um tema central nas discussões contemporâneas sobre planejamento territorial e saúde coletiva. Nos municípios de pequeno porte, os desafios relacionados ao saneamento básico e à manutenção de áreas verdes tendem a ser mais acentuados, uma vez que esses locais frequentemente dispõem de menor estrutura técnica e financeira para a gestão ambiental. A qualidade ambiental urbana resulta da inter-relação entre fatores físicos, biológicos e socioeconômicos que determinam as condições de habitabilidade das cidades. No Brasil, a ausência de tratamento de esgoto em diversos municípios de pequeno porte representa um dos principais entraves à melhoria da qualidade ambiental, conforme apontado por estudos recentes (Leite et al., 2024).

Apesar dos avanços normativos e das políticas públicas voltadas ao saneamento ambiental nos últimos anos, muitos municípios paranaenses de pequeno porte continuam enfrentando dificuldades para implementar sistemas adequados de tratamento de esgoto e programas de arborização urbana. Essa realidade evidencia a necessidade de investigações

DOI: 10.51189/vii-coninters/83663

locais que identifiquem os principais déficits ambientais e subsidiem ações de planejamento mais efetivas (Heinig, 2021).

O município de Janiópolis, localizado no centro-oeste paranaense, possui população estimada em 4.948 habitantes (IBGE, 2023) e apresenta características típicas de cidades de pequeno porte, incluindo a falta de sistema público de tratamento de esgoto e baixa arborização urbana. Diante desse contexto, justifica-se a realização de estudos que avaliem a qualidade ambiental urbana nesses municípios, contribuindo para a formulação de políticas públicas mais adequadas. Assim, o presente trabalho teve como objetivo analisar a qualidade ambiental urbana do município de Janiópolis – PR, com foco na cobertura vegetal e na destinação de esgoto doméstico, utilizando técnicas de sensoriamento remoto e revisão bibliográfica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa caracterizou-se como exploratória e descritiva, de abordagem quali-quantitativa. A área de estudo correspondeu ao município de Janiópolis, situado no estado do Paraná, sua localização podemos observar na figura 1.

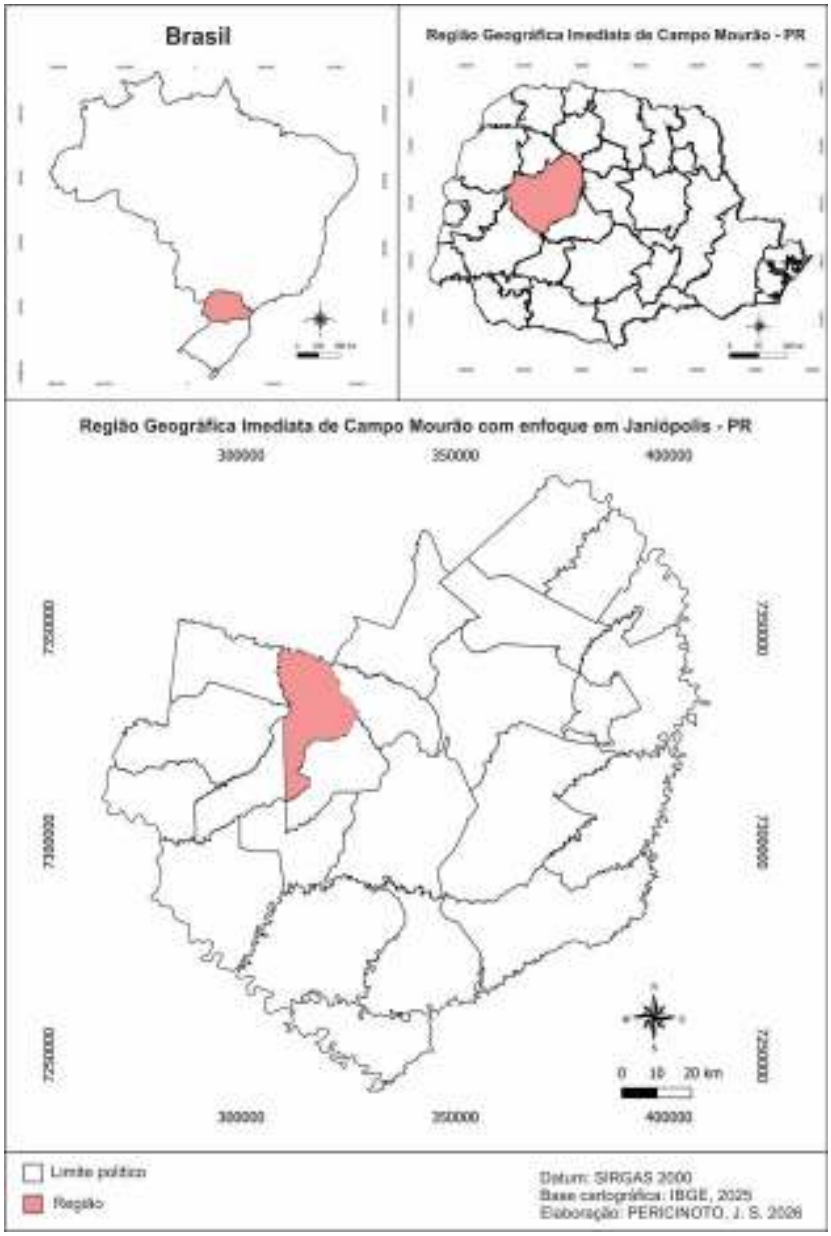


Figura 1 – Localização de Janiópolis - PR

DOI: 10.51189/vii-coninters/83663

Para a análise da cobertura vegetal, adquiriu-se o arquivo shape do município no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na escala 1:50.000. O processamento do índice de vegetação NDVI foi realizado na plataforma Google Earth Engine, utilizando imagens do satélite Sentinel-2 com resolução espacial de 10 metros, referentes ao período de 2022 a 2024. O arquivo resultante foi exportado e tratado no software QGIS versão 3.16.11, onde foram definidas as classes de vegetação.

A análise da destinação de esgoto baseou-se em dados secundários obtidos junto à SANEPAR e em observações diretas realizadas no município. Realizou-se ainda revisão bibliográfica em bases de dados científicas, priorizando publicações compreendidas entre os anos de 2021 e 2026.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do processamento do NDVI revelaram que a maior parte do território municipal apresenta valores entre 0,32 e 0,57, indicando cobertura vegetal média, associada principalmente a áreas agrícolas. Na área urbana, predominaram valores entre 0,08 e 0,32, demonstrando baixa densidade de vegetação arbórea nas vias e lotes residenciais. Apenas pequenas porções do perímetro urbano apresentaram valores superiores a 0,57, como observamos na figura 2.

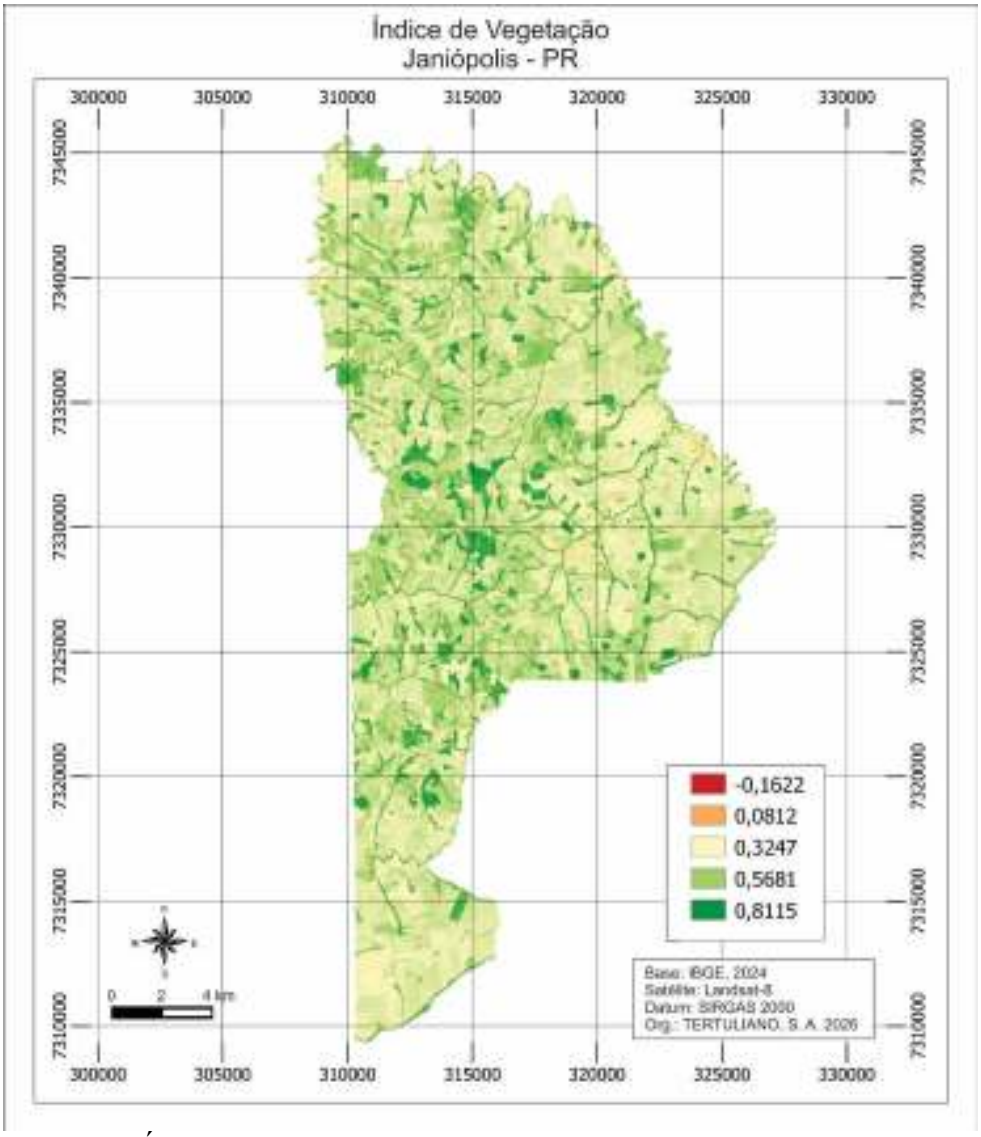


Figura 2 – Índice de vegetação de Janiópolis - PR

A ausência de tratamento de esgoto constitui o principal problema ambiental identificado. Todo o esgoto doméstico é lançado em fossas rudimentares, sem controle ou fiscalização por parte da prefeitura. Estudos recentes demonstram que fossas rudimentares mal dimensionadas podem comprometer a qualidade do lençol freático, especialmente em solos permeáveis (Peixoto et al., 2022; Bonfim; Gonçalves; Pereira, 2025). A proximidade do córrego Água dos Peões (nome do rio identificado por meio da carta topográfica SG.22- V-A-III-1 MI-2802/1 – Janiópolis/PR, obtida no site do Instituto Água e Terra - IAT, 2026) com a área urbana, associada à baixa cobertura vegetal em suas margens, aumenta o risco de assoreamento e contaminação, como mostra a figura 3.

Figura 3 - proximidade do córrego Água dos Peões com a área urbana

A coleta seletiva é realizada de maneira precária, com participação de catadores informais, enquanto os rejeitos são encaminhados para aterro sanitário de outro município. Esses resultados corroboram achados de pesquisas realizadas em municípios de pequeno porte do Paraná, que apontam a falta de tratamento de esgoto e a baixa arborização urbana como entraves recorrentes à qualidade ambiental (Heinig, 2021; Leite et al., 2024).

4 CONCLUSÃO

O município de Janiópolis apresenta déficits significativos em indicadores de qualidade ambiental urbana, especialmente quanto à cobertura vegetal na área urbana e à destinação de esgoto doméstico. A ausência de tratamento de esgoto e a baixa densidade de vegetação arbórea comprometem a qualidade de vida da população. Recomenda-se a elaboração de um plano municipal de saneamento básico e a implantação de um programa de arborização urbana. Estudos futuros devem avaliar a qualidade da água do lençol freático e a percepção da população sobre as condições ambientais do município. O trabalho apresenta como limitação a ausência de dados primários de campo mais detalhados, sugerindo-se a realização de coletas in loco em pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

BONFIM, V. S. G.; GONÇALVES, V. D.; PEREIRA, M. T. Estudo e proposição de tratamento e disposição final de esgotos para uma unidade escolar de área periurbana.

Contribuciones a Las Ciencias Sociales, São José dos Pinhais, v. 18, n. 4, p. 1-25, 2025. DOI: https://doi.org/10.55905/revconv.18n.4-030.

HEINIG, D. W. **Avaliação de políticas públicas de saneamento: a instituição do plano municipal de saneamento e o impacto na eficiência dos serviços de abastecimento de água em municípios catarinenses de pequeno porte**. 2021. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Governança Pública) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2021.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA - IAT. **Dados geoespaciais de referência**. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/Pagina/Dadosgeoespaciais-de-referencia. Acesso em: 23 de junho de 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico 2022**: resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

LEITE, F. F. P.; ALVES, L. S. F.; COSTA, F. R.; BARBOSA, J. R. A. Diagnóstico situacional do planejamento em saneamento básico no Alto Oeste Potiguar. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 26, e202435pt, 2024. DOI: https://doi.org/10.22296/2317-1529.rbeur.202435pt.

PEIXOTO, F. S.; TORRES, L. M. G.; FERREIRA, I. C. S.; SOUZA FILHO, J. C. S. Riscos de contaminação da água subterrânea associados ao uso e cobertura do solo urbano em Apodi – RN. **Acta Hidrogeográfica**, Mossoró, v. 1, e03, p. 1-18, jan./dez. 2022.

ECOLOGIA INDUSTRIAL COMO MATRIZ CONCEITUAL DAS TRANSIÇÕES PARA A SUSTENTABILIDADE: ECONOMIA CIRCULAR, RESILIÊNCIA E BAIXO CARBONO

CLAUDEMIR GUGA RAMOS

RESUMO

A crescente complexidade dos desafios ambientais, climáticos e produtivos tem impulsionado a consolidação de diferentes agendas voltadas à sustentabilidade, entre as quais se destacam a Economia Circular, a resiliência dos sistemas produtivos e a transição para economias de baixo carbono. Embora frequentemente tratadas como abordagens independentes, essas perspectivas compartilham princípios relacionados à eficiência dos recursos, à cooperação entre organizações e à reorganização sistêmica dos processos produtivos. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo discutir as contribuições da Ecologia Industrial para a formação e consolidação dessas agendas contemporâneas da sustentabilidade. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, desenvolvida por meio de ensaio teórico fundamentado em pesquisa bibliográfica e análise interpretativa da literatura especializada. O procedimento analítico concentrou-se na identificação de convergências conceituais entre os fundamentos da Ecologia Industrial e as principais abordagens contemporâneas voltadas à sustentabilidade. Os resultados evidenciaram que conceitos como metabolismo industrial, simbiose industrial, ecossistemas industriais, eficiência sistêmica, cooperação interorganizacional e governança permanecem presentes, ainda que sob diferentes denominações e aplicações, nas agendas relacionadas à circularidade dos recursos, à capacidade adaptativa dos sistemas produtivos e à descarbonização da economia. Verificou-se ainda que mecanismos como ecoinovação, aprendizagem coletiva, integração de recursos e coordenação institucional atuam como elementos de conexão entre esses campos. A síntese desenvolvida permitiu propor uma interpretação integradora segundo a qual a evolução das agendas contemporâneas da sustentabilidade ocorreu por processos de ampliação, especialização e recombinação de fundamentos previamente consolidados pela Ecologia Industrial. Conclui-se que a Ecologia Industrial pode ser compreendida como uma matriz conceitual capaz de explicar a convergência entre diferentes estratégias voltadas à transformação sustentável dos sistemas produtivos. Como contribuição teórica, o estudo oferece uma perspectiva integradora que aproxima campos frequentemente analisados de forma fragmentada, ampliando a compreensão das relações entre sustentabilidade, inovação, adaptação e transição para modelos produtivos mais sustentáveis.

Palavras-chave: Cooperação sistêmica; Ecoinovação; Governança sistêmica.

1 INTRODUÇÃO

As transformações ambientais, econômicas e tecnológicas das últimas décadas, associadas às mudanças climáticas e à crescente pressão sobre os recursos naturais, intensificaram o debate sobre a sustentabilidade dos sistemas produtivos e estimularam o desenvolvimento de abordagens voltadas a modelos mais sustentáveis de produção e consumo (ONU, 2015; IPCC, 2023). Nesse contexto, temas como Economia Circular, resiliência dos sistemas produtivos e transição para economias de baixo carbono passaram a ocupar posição de destaque nos debates acadêmicos, empresariais e governamentais.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83674

A Economia Circular propõe a manutenção do valor dos recursos por meio da circularidade dos materiais e da redução dos desperdícios (Geissdoerfer *et al*., 2017; Korhonen; Honkasalo; Seppälä, 2018). Por sua vez, os estudos sobre resiliência enfatizam a capacidade dos sistemas de absorver perturbações, adaptar-se a mudanças e reorganizar-se diante de cenários de incerteza (Folke, 2006; Walker *et al*., 2004). Paralelamente, a transição para economias de baixo carbono tem sido apontada como elemento central para o enfrentamento das mudanças climáticas, demandando transformações tecnológicas, organizacionais e institucionais capazes de reduzir a intensidade ambiental dos processos produtivos (Köhler *et al*., 2019; Geels, 2020).

Embora essas agendas sejam frequentemente analisadas de forma independente, observa-se que compartilham princípios relacionados à eficiência dos recursos, à cooperação interorganizacional, à integração de fluxos produtivos e à inovação voltada à sustentabilidade. Tais fundamentos apresentam forte convergência com os pressupostos da Ecologia Industrial, campo de estudos desenvolvido a partir dos trabalhos de Frosch e Gallopoulos (1989), Graedel e Allenby (1995) e Erkman (1997), que propõe compreender os sistemas produtivos por meio de analogias com os ecossistemas naturais. A literatura sobre transições sociotécnicas sugere que mudanças estruturais voltadas à sustentabilidade tendem a ocorrer por processos de reconfiguração, aprendizagem e recombinação de conhecimentos previamente estabelecidos (Geels, 2020). Apesar desse reconhecimento, a literatura ainda apresenta limitada discussão sobre o papel da Ecologia Industrial como estrutura conceitual integradora das principais agendas contemporâneas da sustentabilidade.

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo discutir as contribuições da Ecologia Industrial para a formação e consolidação da Economia Circular, da resiliência dos sistemas produtivos e da transição para economias de baixo carbono, propondo uma interpretação integradora capaz de explicar as convergências conceituais existentes entre essas abordagens e sua contribuição para a construção de sistemas produtivos mais sustentáveis.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, de natureza teórica e caráter exploratório, desenvolvida por meio de ensaio teórico fundamentado em pesquisa bibliográfica. Conforme Meneghetti (2011), o ensaio teórico constitui uma modalidade de investigação voltada à reflexão crítica, à problematização de conceitos e à construção de interpretações capazes de ampliar a compreensão de fenômenos complexos, não se restringindo à descrição ou à sistematização da literatura existente.

A construção do referencial teórico baseou-se na análise de obras clássicas e contemporâneas relacionadas à Ecologia Industrial, Economia Circular, resiliência dos sistemas produtivos, ecoinovação e transições para sustentabilidade. Foram considerados trabalhos seminais responsáveis pela consolidação da Ecologia Industrial, especialmente aqueles relacionados aos conceitos de metabolismo industrial, simbiose industrial e ecossistemas industriais (Frosch; Gallopoulos, 1989; Graedel; Allenby, 1995; Chertow, 2000), bem como estudos recentes voltados à circularidade dos recursos, adaptação sistêmica, inovação sustentável e descarbonização (Geissdoerfer *et al*., 2017; Korhonen; Honkasalo; Seppälä, 2018; Köhler *et al*., 2019; Geels, 2020).

O procedimento analítico adotado consistiu na identificação de convergências conceituais entre os diferentes campos investigados, buscando compreender de que forma os fundamentos originalmente desenvolvidos pela Ecologia Industrial foram incorporados, ampliados e reinterpretados pelas agendas contemporâneas da sustentabilidade.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83674

O exame concentrou-se nos conceitos de metabolismo industrial, simbiose industrial, eficiência sistêmica, cooperação interorganizacional, governança e ecoinovação, considerados centrais para compreender as relações entre atividade econômica, uso dos recursos naturais e sustentabilidade.

A partir dessa análise interpretativa, foi elaborada uma síntese teórica integradora representada pela Tabela 1 e esquematizada na pela Figura 1, que sistematiza as relações conceituais identificadas entre a Ecologia Industrial, a Economia Circular, a resiliência dos sistemas produtivos e a transição para economias de baixo carbono. Essa abordagem permitiu propor uma interpretação capaz de explicar a convergência entre diferentes agendas contemporâneas da sustentabilidade a partir de uma matriz conceitual comum.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura evidenciou que a Ecologia Industrial constitui um dos principais referenciais teóricos para compreender as transformações contemporâneas associadas à sustentabilidade. Desde sua consolidação, esse campo de estudos tem enfatizado a necessidade de reorganizar os sistemas produtivos por meio da otimização dos fluxos de matéria e energia, da cooperação entre organizações e da redução dos desperdícios, utilizando como referência o funcionamento dos ecossistemas naturais (Frosch; Gallopoulos, 1989; Graedel; Allenby, 1995; Erkman, 1997).

Os resultados indicam que diversos desses fundamentos permanecem presentes nas principais agendas contemporâneas da sustentabilidade. No campo da Economia Circular, observam-se fortes convergências relacionadas à circularidade dos recursos, ao reaproveitamento de materiais e à reinserção de resíduos nos ciclos produtivos (Geissdoerfer *et al*., 2017; Korhonen; Honkasalo; Seppälä, 2018). Tais princípios apresentam estreita relação com os conceitos de metabolismo industrial e simbiose industrial, tradicionalmente associados à Ecologia Industrial.

De forma semelhante, os estudos sobre resiliência dos sistemas produtivos enfatizam elementos como diversidade estrutural, cooperação, aprendizagem coletiva e capacidade adaptativa (Folke, 2006; Walker et al., 2004; Fiksel, 2006). Esses aspectos convergem com a lógica dos ecossistemas industriais, nos quais a interação entre diferentes organizações contribui para ampliar a capacidade de resposta a perturbações ambientais, econômicas e institucionais. A diversidade funcional e a interdependência observadas nos ecossistemas industriais antecipam elementos posteriormente incorporados pela literatura sobre resiliência socioecológica, particularmente aqueles relacionados à adaptação, à aprendizagem e à capacidade de reorganização dos sistemas diante de condições adversas (Folke, 2006). Essa relação sugere que a resiliência representa uma ampliação da visão sistêmica originalmente proposta pela Ecologia Industrial.

No contexto da transição para economias de baixo carbono, a análise revelou que a eficiência dos recursos, a otimização dos fluxos produtivos e a redução da intensidade material dos sistemas econômicos constituem mecanismos fundamentais para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa (Hertwich, 2021; Pauliuk, 2018). Nesse processo, a ecoinovação assume papel estratégico ao transformar conhecimentos, tecnologias e práticas organizacionais em soluções capazes de promover simultaneamente competitividade e sustentabilidade (Rennings, 2000; Jesus *et al*., 2018; Dionisio; Paula, 2024). Além disso, estudos recentes indicam que a difusão da ecoinovação depende da interação entre capacidades tecnológicas, redes institucionais e contextos territoriais específicos, reforçando seu papel como mecanismo de transformação sistêmica nas transições para a sustentabilidade (Hansmeier; Kroll, 2024)

A Tabela 1 sintetiza as principais convergências conceituais identificadas entre os fundamentos da Ecologia Industrial e as agendas contemporâneas da sustentabilidade.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83674

Tabela 1. Transferência conceitual entre a Ecologia Industrial e as agendas contemporâneas da sustentabilidade

Fundamentos da Ecologia Industrial	Economia Circular	Resiliência dos Sistemas Produtivos	Baixo Carbono e Ecoinovação
Metabolismo industrial	Circularidade dos recursos	Gestão adaptativa dos fluxos produtivos	Eficiência material e energética
Simbiose industrial	Reutilização de recursos	Cooperação sistêmica	Redução de emissões
Ecossistemas industriais	Ecossistemas circulares	Redes adaptativas	Ecossistemas de inovação sustentável
Eficiência sistêmica	Produção e consumo circulares	Robustez organizacional	Descarbonização
Cooperação interorganizacional	Cadeias circulares de valor	Aprendizagem coletiva	Ecoinovação colaborativa
Governança sistêmica	Coordenação da circularidade	Governança adaptativa	Governança da transição climática

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Graedel e Allenby (1995), Chertow (2000), Folke (2006), Geissdoerfer *et al*. (2017), Korhonen, Honkasalo e Seppälä (2018), Geels (2020) e Dionisio e Paula (2024).

Os resultados apresentados na Tabela 1 indicam que a evolução das agendas contemporâneas da sustentabilidade não ocorreu por substituição de conceitos, mas por processos de transformação conceitual que preservaram e reinterpretaram fundamentos previamente consolidados pela Ecologia Industrial.

Nesse processo, podem ser identificados três mecanismos evolutivos complementares: a ampliação conceitual, caracterizada pela expansão dos objetivos originalmente associados à eficiência dos fluxos materiais e energéticos para dimensões mais abrangentes da sustentabilidade, como adaptação sistêmica, governança e transição climática; a especialização temática, por meio da qual determinados elementos da Ecologia Industrial passaram a constituir campos específicos de investigação, como a Economia Circular, a resiliência dos sistemas produtivos e as estratégias de descarbonização; e a recombinação conceitual, observada na integração de seus fundamentos com contribuições oriundas da Ecologia de Sistemas, dos estudos sobre transições sociotécnicas, da literatura climática e da ecoinovação. Essa capacidade de articulação entre eficiência sistêmica, governança e sustentabilidade já havia sido observada em estudos desenvolvidos sob a perspectiva da Ecologia Industrial, que destacam a importância de mecanismos institucionais e organizacionais para a coordenação de sistemas produtivos sustentáveis (Silva, 2021).

Sob essa perspectiva, Economia Circular, resiliência e baixo carbono podem ser compreendidos como expressões especializadas de uma trajetória evolutiva comum, estruturada pela ampliação, especialização e recombinação de fundamentos originalmente desenvolvidos pela Ecologia Industrial. Essa interpretação converge com a literatura sobre transições sociotécnicas, segundo a qual mudanças sistêmicas ocorrem por processos graduais de reconfiguração institucional, tecnológica e organizacional, preservando e reinterpretando conhecimentos previamente estabelecidos (Geels, 2020).

Embora a Economia Circular, a resiliência e o baixo carbono também possuam influências oriundas de outros campos, como a abordagem *Cradle-to-Cradle*[1], a Ecologia de

[1] *Cradle-to-Cradle* (C2C), ou "do berço ao berço", é uma abordagem de design e produção proposta por McDonough e Braungart (2002) que busca eliminar o conceito de resíduo por meio da concepção de produtos e processos capazes de reinserir continuamente materiais em ciclos biológicos ou técnicos. Esta abordagem enfatiza a circularidade dos recursos, a ecoefetividade e a regeneração dos sistemas naturais, sendo considerada uma das influências conceituais da Economia Circular contemporânea.

Sistemas e a literatura climática, a análise sugere que a Ecologia Industrial oferece uma base conceitual transversal capaz de integrar elementos compartilhados entre essas perspectivas.

Nesse contexto, os mecanismos de transformação sistêmica atuam como elementos mediadores entre os fundamentos da Ecologia Industrial e as agendas contemporâneas da sustentabilidade. Com base nessa análise, propõe-se uma interpretação integradora na qual a Ecologia Industrial atua como matriz conceitual antecedente das principais agendas contemporâneas da sustentabilidade. A Figura 1 representa essa proposição teórica.

Figura 1. Ecologia Industrial como matriz conceitual integradora das agendas contemporâneas da sustentabilidade

A Figura 1 sintetiza a principal contribuição teórica do estudo ao demonstrar que Economia Circular, resiliência e baixo carbono constituem desdobramentos especializados de uma mesma matriz conceitual. Essa interpretação amplia o potencial explicativo da Ecologia Industrial e reduz a fragmentação frequentemente observada na literatura sobre sustentabilidade ao evidenciar fundamentos compartilhados entre diferentes agendas contemporâneas.

4 CONCLUSÃO

A análise da literatura demonstrou que conceitos centrais da Ecologia Industrial, como metabolismo industrial, simbiose industrial, ecossistemas industriais, eficiência sistêmica e governança, permanecem presentes nas agendas contemporâneas da sustentabilidade, manifestando-se sob diferentes formas na Economia Circular, na resiliência dos sistemas produtivos e na transição para economias de baixo carbono.

A principal contribuição do estudo consiste em propor uma interpretação integradora segundo a qual a Ecologia Industrial pode ser compreendida como uma matriz conceitual capaz de explicar a evolução e a convergência das principais agendas contemporâneas da sustentabilidade. Nessa perspectiva, Economia Circular, resiliência e baixo carbono não representam abordagens isoladas, mas desdobramentos especializados de uma lógica sistêmica comum voltada à transformação sustentável dos sistemas produtivos.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83674

Como limitação, destaca-se a natureza teórica da pesquisa, baseada exclusivamente em análise bibliográfica e interpretação conceitual. Embora essa abordagem permita ampliar a compreensão do fenômeno investigado, não possibilita a validação empírica das relações propostas.

Por fim, sugere-se que estudos futuros desenvolvam pesquisas empíricas capazes de investigar como os fundamentos da Ecologia Industrial se manifestam em diferentes contextos organizacionais e setores econômicos. Investigações dessa natureza poderão contribuir para testar, aperfeiçoar e ampliar a proposição teórica apresentada, fortalecendo a compreensão das relações entre circularidade, resiliência, ecoinovação e transição para a sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

CHERTOW, M. R. Industrial symbiosis: literature and taxonomy. **Annual Review of Energy and the Environment**, v. 25, p. 313-337, 2000. DOI: 10.1146/annurev.energy.25.1.313.

JESUS, A.; ANTUNES, P.; SANTOS, R.; MENDONÇA, S. Eco-innovation pathways to a circular economy: enablers and barriers. **Ecological Economics**, v. 145, p. 75-89, 2018. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2017.06.034.

DIONISIO, M.; PAULA, F. A systematic review on the interconnectedness of eco-innovations and digital transformation. **Environmental Quality Management**, v. 34, e22212, 2024. DOI: 10.1002/tqem.22212.

ERKMAN, S. Industrial ecology: an historical view. **Journal of Cleaner Production**, v. 5, n. 1-2, p. 1-10, 1997. DOI: 10.1016/S0959-6526(97)00003-6.

FIKSEL, J. Sustainability and resilience: toward a systems approach. **Sustainability: Science, Practice and Policy**, v. 2, n. 2, p. 14-21, 2006. DOI: 10.1080/15487733.2006.11907980.

FOLKE, C. Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. **Global Environmental Change**, v. 16, n. 3, p. 253-267, 2006. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002.

FROSCH, R. A.; GALLOPOULOS, Nicholas E. Strategies for manufacturing. Scientific **American**, v. 261, n. 3, p. 144-152, 1989.

GEELS, F. W. Micro-foundations of the multi-level perspective on socio-technical transitions: developing a multi-dimensional model of agency through crossovers between social constructivism, evolutionary economics and neo-institutional theory. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 152, art. 119894, 2020. DOI: 10.1016/j.techfore.2019.119894.

GEISSDOERFER, M. *et al*. The circular economy: a new sustainability paradigm? **Journal of Cleaner Production, v. 143, p. 757-768, 2017. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.12.048.**

GRAEDEL, T. E.; ALLENBY, B. R. **Industrial ecology**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1995.

HANSMEIER, H.; KROLL, H. The geography of eco-innovations and sustainability transitions: a systematic comparison. **ZFW – Advances in Economic Geography**, v. 68, n. 2, p. 125-143, 2024. DOI: 10.1515/zfw-2022-0010.

HERTWICH, E. G. Increased carbon footprint of materials production driven by rise in investments. **Nature Geoscience**, v. 14, p. 151-155, 2021. DOI: 10.1038/s41561-021-00690-8.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate Change 2023: Synthesis Report. Geneva: IPCC, 2023. DOI:10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

KÖHLER, J. *et al*. An agenda for sustainability transitions research: state of the art and future directions. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 31, p. 1-32, 2019. DOI: 10.1016/j.eist.2019.01.004.

KORHONEN, J.; HONKASALO, A.; SEPPÄLÄ, J. Circular economy: the concept and its limitations. **Ecological Economics**, v. 143, p. 37-46, 2018. DOI: 10.1016/j.ecolecon.2017.06.041.

MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. **Cradle to cradle: remaking the way we make thi**ngs. New York: North Point Press, 2002.

MENEGHETTI, F. K. O que é um ensaio teórico? **Revista de Administração Contemporânea**, v. 15, n. 2, p. 320-332, 2011. DOI: 10.1590/S1415-65552011000200010.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/sites/default/files/2020-09/agenda2030-pt-br.pdf. Acesso em: 03 maio de 2026.

PAULIUK, S. Critical appraisal of the circular economy standard BS 8001:2017 and a dashboard of quantitative system indicators for its implementation in organizations. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 129, p. 81-82, 2018. DOI: 10.1016/j.resconrec.2017.10.019

RENNINGS, K. Redefining innovation: eco-innovation research and the contribution from ecological economics. **Ecological Economics**, v. 32, n. 2, p. 319-332, 2000. DOI: 10.1016/S0921-8009(99)00112-3.

SILVA, C. R. **Governança para a sustentabilidade: um estudo de indústrias presentes no Índice de Sustentabilidade Empresarial sob a perspectiva da Ecologia Industrial**. 2021. 187 f. Tese (Doutorado em Administração de Empresas) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2021.

WALKER, B. *et al*. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. **Ecology and Society**, v. 9, n. 2, art. 5, 2004. DOI: 10.5751/ES-00650-090205.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

FORMAÇÃO ITAQUAQUECETUBA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

GEOVANA VAZ DE SOUZA; FERNANDA LAIZE SILVA DE LIMA

Introdução: A Formação Itaquaquecetuba, que carrega o nome do município em que a unidade geológica foi mais analisada, era antes conhecida por abrigar os aluviões antigos dos rios Pinheiros e Tietê, de idade geológica muito jovem, comportando rochas com graus incipientes de diagênese, compostas por material arenoso inconsolidado, fator que torna a extração de matéria-prima para a construção civil tão intensa. Além disso, observa-se grande diversidade na região, que acomoda elementos de outras formações mais antigas, provavelmente olistólitos de pequeno porte. **Objetivos:** Esta produção buscou realizar uma revisão bibliográfica dos aspectos naturais mais relevantes da Formação Itaquaquecetuba, no que se refere ao seu processo de deposição, cronologia e litologia, destacando sua importância na Bacia de São Paulo. **Metodologia:** O presente trabalho fundamentou-se em uma abordagem qualitativa, com enfoque em revisão bibliográfica, realizada a partir de buscas na plataforma Google Acadêmico. O principal descritor utilizado foi “Formação Itaquaquecetuba”, priorizando-se trabalhos de autores clássicos e de referência na área. Após a análise da pertinência das produções encontradas em relação ao objetivo do estudo, foram selecionadas seis produções para sua fundamentação. **Resultados:** Baseando-se nas principais literaturas que abordam a temática, constatou-se que a Formação Itaquaquecetuba é uma das mais jovens da Bacia de São Paulo, originada no Pleistoceno, o que caracteriza esta unidade geológica como o berço dos rios Pinheiros e Tietê. Sob um paleoclima mais seco, os rios ganharam caráter torrencial e entrelaçado; aliado a isso, à sua formação ainda muito recente e aos megablocos exóticos, que chegaram pela movimentação das placas tectônicas, e se alojaram entre os canais fluviais, há o predomínio de rochas sedimentares (arenito, argila), juntamente com rochas metamórficas (gnaisses, quartzitos) e, no embasamento pré-cambriano, rochas ígneas (granitoides). **Conclusão:** Após a análise bibliográfica, nota-se que ainda há espaço para novos estudos acerca da Formação Itaquaquecetuba, especialmente ao constatar-se que a maioria dos trabalhos parte de cavas produzidas pelo grupo empresarial Itaquareia, dispondo, assim, apenas de informações pontuais e verticais de sua estratigrafia, sem conhecimento claro sobre os seus limites horizontais. Portanto, ainda há muitas lacunas acerca dessa unidade, que abrange grande diversidade e riqueza natural.

Palavras-chave: **GEOLOGIA; ESTRATIGRAFIA; BACIA DE SÃO PAULO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/83677

DIMENSIONAMENTO DE ATERRO SANITÁRIO PARA SÃO JOÃO BATISTA DO GLÓRIA - MG COM BASE EM ANÁLISE GRAVIOMÉTRICA E SENSORIAMENTO REMOTO

BRENDA CRISTINE BARBOSA SILVA; BÁRBARA LAÍS BARBOSA SILVA; MARIA JOSÉ REIS; LEONARDO OURIVES MEDEIROS; JULIANA MENDONÇA DE OLIVEIRA; JOÃO VICTOR VIANA REIS

RESUMO

A geração exacerbada de resíduos sólidos aliada a dificuldade de destinação ambientalmente correta é uma realidade de muitos municípios brasileiros, acarretando impactos sociais, ambientais e econômicos. Neste contexto, o trabalho teve como objetivo dimensionar um aterro sanitário para o município de São João Batista do Glória-MG, utilizando análise gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos e ferramentas de sensoriamento remoto para definição da área mais adequada à implantação do empreendimento. Para este fim, foram desenvolvidas as etapas metodológicas: caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos gerados no município; separação e classificação manual dos resíduos; dimensionamento do aterro sanitário com vida útil de 20 anos, a partir de projeção geométrica populacional e de geração de resíduos sólidos urbanos; e seleção da área com potencial para implantação do aterro sanitário, considerando critérios ambientais, técnicos e legais. Os resultados evidenciaram que aproximadamente 52,9% dos resíduos sólidos gerados no município são constituídos por materiais potencialmente recicláveis, 19,2% por matéria orgânica e 21,4% por rejeitos. A partir da projeção geométrica identificou-se a necessidade de uma área inicial para implantação do aterro, com aproximadamente 1.238,53 m², para comportar o aterramento de 12.385,28 m³. Por fim, considerando a área mínima necessária e os fatores de restrição, a análise espacial realizada por meio de sensoriamento remoto e geoprocessamento permitiu identificar um local apropriado para implantação do aterro sanitário, utilizado atualmente como pastagem e com condições favoráveis e tecnicamente aceitas. Deste modo, a metodologia aplicada, mostrou-se eficiente ao gerar um produto final capaz de subsidiar o planejamento urbano e à gestão integrada de resíduos sólidos no município de São João Batista do Glória–MG.

Palavras-chave: resíduos sólidos urbanos; planejamento urbano; geotecnologias.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, associado ao aumento do consumo de materiais e/ou produtos e à expansão das atividades urbanas, tem contribuído significativamente para a maior geração de resíduos sólidos urbanos em todo o território brasileiro. De acordo com o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil em 2024, elaborado pela Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA), o país gerou cerca de 81 milhões de toneladas de RSU em 2023, com uma média diária de 1,047 kg por habitante. Sendo que desse total, estima-se que somente 58,5% foram destinados a aterros sanitários (ABREMA, 2024).

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabeleceu diretrizes para a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, priorizando ações de não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final adequada dos rejeitos. A referida Lei prevê a utilização de aterros

DOI: 10.51189/vii-coninters/83689

para a disposição final adequada dos rejeitos, devendo estes atenderem especificações técnicas das normativas vigentes, com o intuito de prevenir danos e/ou riscos a população e ao meio ambiente (Brasil, 2010).

A implantação de aterros sanitários eficientes e com maior vida útil, está diretamente associada a compreensão dos resíduos gerados em determinado local. Neste contexto, o conhecimento da composição gravimétrica dos resíduos gerados torna-se indispensável, visto que permite entender a destinação adequada para cada grupo de resíduos e, consequentemente, o dimensionamento correto da área destinada ao aterramento (Souza *et al.*, 2022).

Outrossim, ressalta-se que as geotecnologias são grandes aliadas no processo de análise espacial para determinação das áreas com potencial para construção de um aterro sanitário. Estudos como de Alves (2024) e Barato (2025) mostram que estas permitem identificar locais sem restrições ambientais, assegurando a segurança do meio e dos indivíduos como um todo.

A realização deste estudo foi motivada pela necessidade de aprimorar o planejamento da gestão de resíduos sólidos urbanos no município de São João Batista do Glória-MG. Municípios de pequeno porte frequentemente enfrentam limitações técnicas e financeiras para implantar sistemas adequados de disposição final de resíduos, o que pode resultar em riscos à saúde pública e ao meio ambiente (Souza *et al.*, 2022). Além disso, a ausência de estimativas atualizadas sobre a geração futura de resíduos e de estudos específicos para seleção de áreas ambientalmente adequadas dificulta a tomada de decisões pelos gestores públicos.

Assim, torna-se fundamental desenvolver ferramentas que subsidiem o planejamento municipal, permitindo a adoção de soluções compatíveis com a legislação ambiental vigente e com os princípios da sustentabilidade. Neste viés, a pesquisa teve como objetivo geral dimensionar um aterro sanitário para o município de São João Batista do Glória-MG, utilizando análise gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos e ferramentas de sensoriamento remoto para definição da área mais adequada à implantação do empreendimento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A área objeto de análise desse estudo foi o município de São João Batista do Glória, localizado na região sudoeste de Minas Gerais. A pesquisa caracterizou-se como aplicada, quantitativa e descritiva, envolvendo levantamento de dados populacionais, caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos, projeções de geração futura de resíduos e análise espacial para identificação de áreas aptas à implantação de aterro sanitário.

A primeira etapa consistiu na caracterização gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos gerados no município, seguindo as diretrizes da ABNT NBR 10007:2004, que estabelece os métodos para amostragem de resíduos sólidos. Para tanto, realizou-se inicialmente a coleta de dados por cinco dias consecutivos (segunda-feira a sexta-feira) no pátio de compostagem municipal – local para onde são encaminhados os resíduos provenientes a coleta pública, visando contemplar as variações diárias na geração de resíduos e obter uma média representativa da produção semanal do município. Em cada dia foram coletadas cinco amostras do material disposto no pátio, logo após o descarregamento do caminhão, sendo que para padronização, as amostras foram armazenadas em baldes de 200 litros.

Para homogeneização e redução da amostra empregou-se o método do quarteamento, conforme exibe a Figura 1, este consiste em espalhar a amostra bruta sobre uma superfície limpa e impermeável como o solo concretado, homogeneizá-la completamente e formar um monte cônico. Em seguida, o monte é achatado até formar uma camada uniforme, que é dividida em quatro partes iguais, dispostas em forma de cruz. Dessas quatro partes, duas diagonais opostas são descartadas, enquanto as outras duas são mantidas e reunidas novamente, sendo misturadas para formar uma nova amostra composta que pode ser utilizada para novo processo de quarteamento ou encaminhada para análise (ABNT, 2004).

DOI: 10.51189/vii-coninters/83689

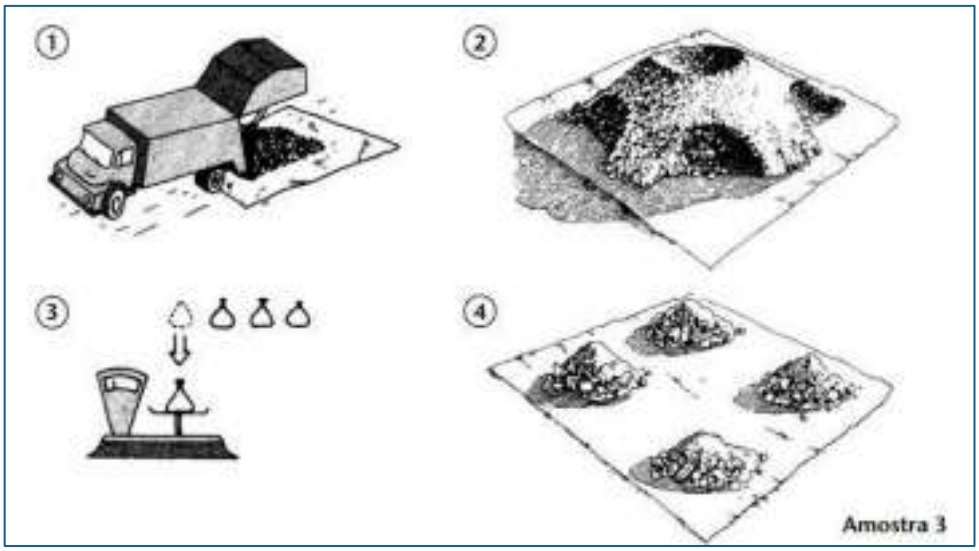


Figura 1 - Método de quarteamento.

Após o quarteamento, realizou-se a separação e classificação manual dos resíduos em categorias específicas: alumínio, papel, papelão, plásticos (PET, PEAD, PEBD, PP, PS, PVC), vidro, borracha, couro, madeira, trapos, matéria orgânica, metais ferrosos, metais não ferrosos e rejeitos. Cada fração foi pesada individualmente, permitindo o cálculo da massa total e do percentual de cada componente em relação à amostra global, bem como a análise comparativa entre os dias e a obtenção de uma média ponderada da composição gravimétrica do município.

A segunda etapa do estudo compreendeu o dimensionamento do aterro sanitário, com base nos dados populacionais históricos disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), foi aplicado o método de projeção geométrica para estimativa da população futura do município durante um horizonte de planejamento de vinte anos, abrangendo o período de 2025 a 2045. A partir da população projetada foram calculadas as estimativas de geração *per capita* de resíduos, percentual de coleta, massa anual de resíduos gerados e volume anual destinado à disposição final. Posteriormente, foram realizados os cálculos de dimensionamento do aterro sanitário, incluindo volume total de resíduos, volume de cobertura com solo, área inicial necessária para implantação e configuração dos taludes.

A terceira etapa consistiu na identificação de áreas mais adequadas à implantação do aterro sanitário no município. Com esse intuito, foi conduzida uma análise espacial utilizando técnicas de sensoriamento remoto e Sistema de Informações Geográficas (SIG). Foram levantadas imagens de satélite e bases cartográficas oficiais para elaboração de mapas temáticos referentes à hipsometria, declividade, drenagem, tipos de solo, uso e cobertura da terra, rede viária e perímetro urbano. O processamento dos dados foi realizado no *software* QGIS utilizando projeção UTM e *datum* SIRGAS 2000.

A seleção da área potencial para implantação do aterro sanitário considerou critérios ambientais, técnicos e legais estabelecidos pela Deliberação Normativa COPAM nº 118/2008 e pelas normas técnicas vigentes ABNT NBR 13896:1997 e ABNT NBR 8419:1992. Foram avaliadas restrições relacionadas à proximidade de corpos hídricos (distância mínima de 200 metros), de áreas de preservação permanente, de áreas urbanizadas (distância mínima de 500 metros), uso e ocupação do solo (foram excluídas as áreas produtivas utilizadas para agricultura e pecuária extensiva, por ter forte ligação com a economia local), declividade do terreno (superior a 3% e inferior a 30%), acessibilidade (distância mínima de 100 metros das rodovias e estradas, medida a partir da faixa de domínio) e características pedológicas. A integração dessas informações possibilitou a identificação de áreas com maior potencial para implantação do empreendimento, minimizando riscos ambientais e operacionais.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83689

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos permitiu identificar a composição dos materiais gerados pela população de São João Batista do Glória, fornecendo subsídios fundamentais para o dimensionamento do aterro sanitário. Os resultados evidenciaram a presença significativa de materiais potencialmente recicláveis (aproximadamente 52,9%), como papel, papelão, plástico e vidro, demonstrando a importância da implementação de programas de coleta seletiva e reciclagem como estratégia para redução da quantidade de resíduos destinados à disposição final.

Constatou-se também que aproximadamente 19,2% do resíduo gerado no município corresponde à matéria orgânica e 21,4% à rejeito. De modo semelhante, Souza *et al.* (2022), identificou alto percentual de matéria orgânica e recicláveis ao realizar gravimetria dos RSU do município de Dourados-MS, reforçando a importância dessa técnica para a correta quantificação e destinação final dos resíduos sólidos urbanos.

Os principais dados obtidos com a projeção geométrica encontram-se dispostos na Tabela 1. Os dados populacionais analisados indicaram crescimento contínuo do município ao longo das últimas décadas. A aplicação do método geométrico de projeção permitiu estimar uma tendência de crescimento populacional gradual durante todo o horizonte de planejamento considerado. Como consequência, observou-se aumento proporcional da geração de resíduos sólidos urbanos e da demanda por infraestrutura de disposição final.

Tabela 1 - Informações obtidas com a projeção geométrica.

Ano	População total	Massa Anual de Resíduos (kg)	Volume anual coletado (m³)	Volume de Material de rejeitos (m³)
2025	8.007	1.479.118,47	2.068,70	441,22
2045	10.160	2.087.968,05	2.920,24	580,49

Fonte: elaborado pelos autores (2025)

Considerando a fração de rejeitos obtida na análise gravimétrica, foram determinados os volumes efetivamente necessários para disposição final ao longo do período de operação do empreendimento, a saber 10.321,07 m³ de rejeitos, 2.064,21 m³ de solo, 12.385,28 m³ a ser aterrado. Frente a esses dados, calculou-se a área inicial para implantação do aterro, com aproximadamente 1.238,53 m², apresentando capacidade suficiente para receber os resíduos gerados entre os anos de 2025 e 2045.

A partir da área inicial realizou-se o dimensionamento dos taludes a compor o aterro, resultando em 6 taludes com dimensões e capacidades de aterramento listadas na Tabela 2. Ressalta-se que o dimensionamento demonstrou viabilidade técnica e operacional, garantindo margem de segurança para acomodação dos resíduos previstos durante a vida útil projetada.

Tabela 2 - Informações técnicas dos taludes projetados.

Talude	Largura (m)	Comprimento (m)	Altura (m)	Volume (m³)
1	28	44	3	3.380,74
2	25	41	3	2.786,69
3	22	38	3	2.246,61
4	19	35	3	1.760,51
5	16	32	3	1.328,34
6	13	29	3	950,08
Total				12.452,97

Fonte: elaborado pelos autores (2025)

DOI: 10.51189/vii-coninters/83689

A análise espacial realizada por meio de sensoriamento remoto e geoprocessamento permitiu identificar três áreas iniciais potencialmente aptas para implantação do empreendimento, considerando a área mínima e os fatores de restrição, dentre os quais, declividade, drenagem, distância do perímetro urbano, características do solo, acessibilidade, uso e cobertura da terra e cobertura vegetal (Figura 2). Entre as áreas analisadas, destacou-se o Ponto 2, uma região previamente antropizada, utilizada como pastagem, que apresentou condições favoráveis para implantação do aterro sanitário, atendendo aos critérios estabelecidos pelas normas ABNT NBR 13896:1997, ABNT NBR 8419:1992, ABNT NBR 10004:2004 e Deliberação Normativa COPAM nº 118/2008 (Figura 3).

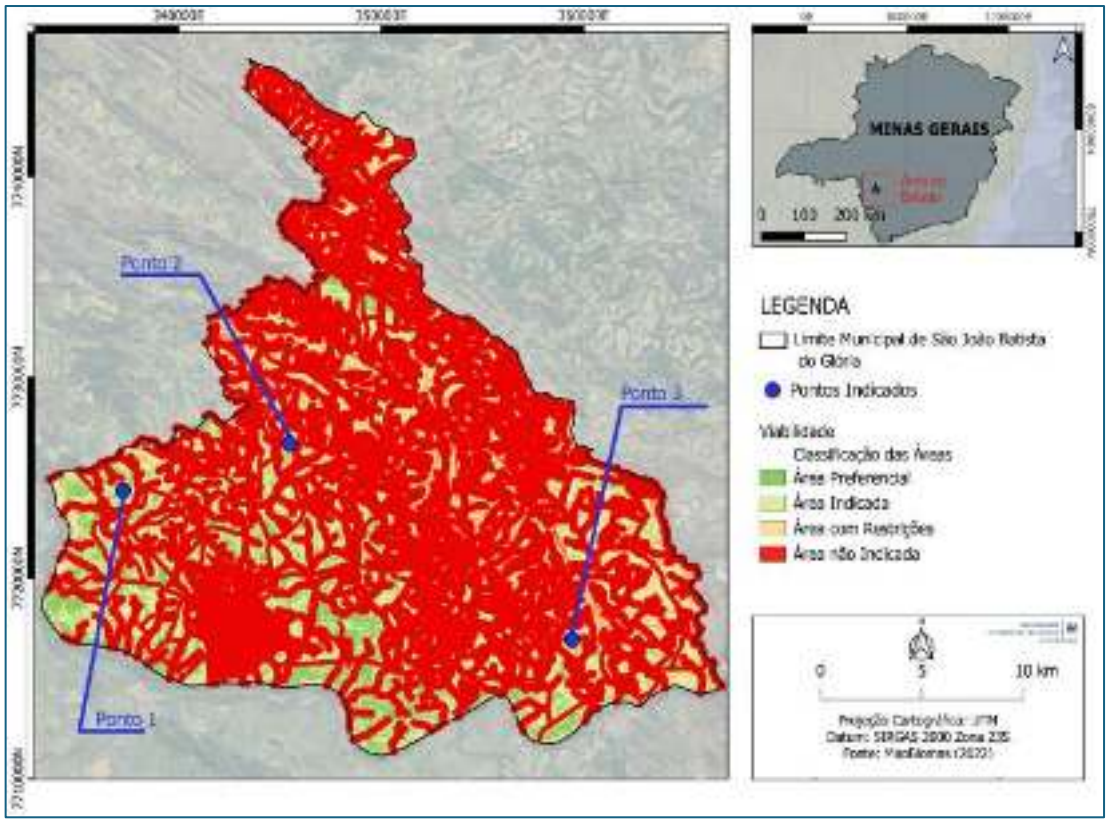


Figura 2 - Mapa de viabilidade para implantação do aterro.

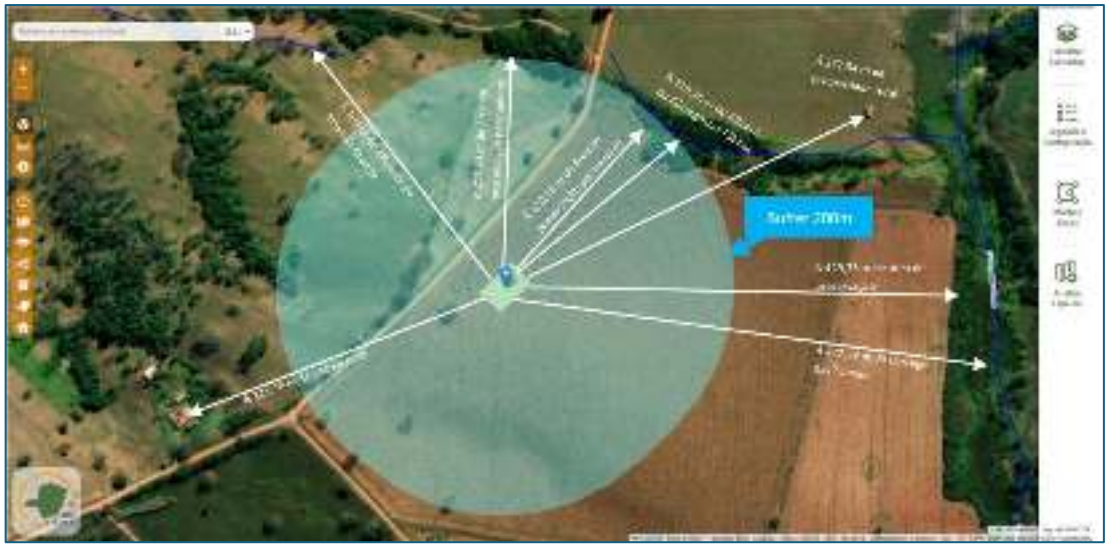


Figura 3 - Croqui do Ponto 2, exibindo o atendimento as normas técnicas.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83689

De modo semelhante, Alves (2024) constatou em seu estudo a eficácia do uso de ferramentas de geoprocessamento para identificação de áreas favoráveis a implantação de aterro sanitário. Outrossim, Soares Neto e Bertoldo (2024), reforçam que ferramentas de SIG asseguram a seleção de áreas técnica e ambientalmente adequadas, reduzindo impactos ambientais negativos ao longo da operação de empreendimentos deste tipo.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu caracterizar a composição gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos gerados no município de São João Batista do Glória-MG, bem como estimar a geração futura de resíduos por meio da aplicação do método de projeção geométrica. A partir dos resultados obtidos, foi possível dimensionar preliminarmente um aterro sanitário compatível com a demanda municipal para um horizonte de vinte anos, além de identificar uma área tecnicamente adequada para sua implantação por meio da utilização de ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento.

A metodologia adotada mostrou-se eficiente para subsidiar o planejamento municipal no que concerne a gestão de resíduos sólidos, fornecendo informações relevantes para tomada de decisão e para o atendimento às exigências da PNRS. Os resultados obtidos contribuem para a promoção da saúde pública, redução dos impactos ambientais e fortalecimento das políticas de sustentabilidade no município. Como perspectiva futura, recomenda-se a realização de estudos complementares envolvendo investigações geotécnicas, hidrogeológicas e avaliações ambientais mais detalhadas, visando assegurar a assegurar a viabilidade completa e a segurança operacional do empreendimento.

REFERÊNCIAS

ALVES, I. A. **Avaliação das alternativas locacionais para implantação de aterro sanitário em Manacapuru/AM**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara, AM, 71 f. 2024.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10004:2004. **Resíduos sólidos - Classificação**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 10007:2004. **Amostragem de resíduos sólidos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13896:1997. **Aterros de resíduos não perigosos - Critérios para projeto, implantação e operação**. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 8419:1992. **Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos**. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE (ABREMA). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2024, dez., 2024.

BARATO, H. H. **Análise da aptidão à implantação de aterros sanitários na região metropolitana de Piracicaba a partir de síntese por multicritérios**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, SP, 59 f. 2025.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

MINAS GERAIS. CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (COPAM). Deliberação Normativa COPAM nº 118, de 27 de junho de 2008. Estabelece novas diretrizes para adequação da disposição final de resíduos sólidos urbanos no Estado, e dá outras providências. **Diário Executivo de Minas Gerais**, Belo Horizonte, MG, 1 jul. 2008.

SOARES NETO, J.; BERTOLDO, Y. N. **Seleção de áreas para implantação de aterro sanitário no município de Iguatu-CE, utilizando técnica de geoprocessamento**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Cajazeiras, PB, 48 f. 2024.

SOUZA, R. H. M.; RIBEIRO, V. O.; DIODATO, J. O.; SANTOS, A. S. Análise gravimétrica dos resíduos sólidos urbanos do município de Dourados, MS. **Multitemas**, Campo Grande, MS, v. 27, n. 66, p. 215-237, mai./ago. 2022.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83689

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

INTEGRAÇÃO DE FERRAMENTAS DE GESTÃO DE PROJETOS NO PROCESSAMENTO LABORATORIAL PARA PRODUÇÃO DE HIDROXIAPATITA A PARTIR DE CARBONATO DE CÁLCIO DE CONCHAS DE OSTRA

JOÃO ÍCARO MIRANDA MORAIS GARCIA; BIANCA CHIEREGATO MANIGLIA; IZABEL CRISTINA FREITAS MORAES; MARÍA AMPARO BORREL TOMÁS

Introdução: A hidroxiapatita (HAp) é um biomaterial amplamente utilizado em aplicações médicas e odontológicas devido à sua bioatividade, biocompatibilidade e capacidade osteocondutiva. Os métodos convencionais de síntese, no entanto, envolvem reagentes químicos, resultando em maior consumo energético e impactos ambientais. A utilização de resíduos biogênicos, como conchas de ostra, surge como alternativa sustentável, fornecendo carbonato de cálcio de baixo custo para a produção de HAp. Tecnologias de aquecimento assistido por micro-ondas apresentam-se como método promissor, promovendo aquecimento rápido e uniforme, reduzindo o tempo de reação e o consumo de energia. **Objetivo:** Este estudo teve como objetivo analisar a aplicação de ferramentas de gestão de projetos no planejamento, execução e acompanhamento das etapas experimentais da síntese de HAp a partir de conchas de ostra. **Metodologia:** O planejamento experimental foi estruturado utilizando a ferramenta 5W2H, permitindo definir de forma clara o que seria feito, por que, onde, quando, quem estaria envolvido, como seria conduzido e quais recursos seriam necessários. O acompanhamento e a melhoria contínua foram realizados com o ciclo PDCA, permitindo monitorar os parâmetros experimentais, avaliar resultados preliminares e propor ajustes no processo. **Resultados:** Os resultados indicaram que a aplicação das ferramentas de gestão de projetos proporcionou maior organização, controle e eficiência na execução experimental, possibilitando ajustes precisos nos parâmetros e melhor aproveitamento dos recursos laboratoriais. Além disso, a síntese a partir de resíduos biogênicos mostrou-se sustentável, eficiente e capaz de gerar HAp com morfologia e propriedades compatíveis com aplicações biomédicas. **Conclusão:** Conclui-se que a integração da gestão de projetos ao desenvolvimento experimental não apenas organiza e otimiza processos, mas também contribui significativamente para a qualidade e reprodutibilidade dos resultados científicos, reforçando a importância do planejamento e controle na pesquisa de biomateriais.

Palavras-chave: **5W2H; CICLO PDCA; MELHORIA CONTÍNUA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/83690

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E COLETA SELETIVA COMO ESTRÁTEGIAS DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE SÃO JOÃO BATISTA DO GLÓRIA

BÁRBARA LAÍS BARBOSA SILVA; BRENDA CRISTINE BARBOSA SILVA; MARIA JOSÉ REIS; LEONARDO OURIVES MEDEIROS; JULIANA MENDONÇA DE OLIVEIRA; JOÃO VICTOR VIANA REIS

RESUMO

Ao longo das últimas décadas, o crescimento do turismo tem intensificado a geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) em inúmeros municípios do país, demandando consequentemente diretrizes alinhadas à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). O município de São João Batista do Glória, localizado no estado de Minas Gerais, cuja economia baseia-se, com percentual considerável, no turismo ecológico, enfrenta sérios desafios devido à ausência de aterro sanitário, coleta seletiva e ações de conscientização ambiental. Diante disso, o presente trabalho objetivou implementar um programa de conscientização voltado à reimplantação do sistema de coleta seletiva na localidade, por meio de uma ação conjunta entre a UEMG-Passos e a GM&G Ambiental. A metodologia foi dividida em três etapas gerais, a saber: realização de estudo gravimétrico para caracterização e verificação do potencial de reciclagem dos resíduos; capacitação teórica dos gestores municipais e valorização do papel dos catadores; e campanhas de sensibilização da população, executadas por meio de abordagens de porta em porta e da realização do evento comunitário denominado "Dia D". Os resultados obtidos indicaram uma expressiva taxa de recuperação de recicláveis entre 70% e 80%, gerando uma produção mensal estimada de 79 a 80 toneladas com baixa contaminação. Adicionalmente, houve redução de 50 m³ por mês de resíduos enviados ao aterro e o fortalecimento da associação de catadores, com potencial de renda bruta de até R$ 10.000,00 mensais. Conclui-se que o projeto obteve êxito ao integrar gestão pública, comunidade e catadores, consolidando um modelo eficiente de gestão ambiental e de inclusão socioeconômica viável para replicação.

Palavras-chave: resíduos sólidos urbanos; reciclagem; turismo sustentável.

1 INTRODUÇÃO

O turismo tem se consolidado como um dos setores econômicos mais dinâmicos e essenciais para o desenvolvimento de economias locais, promovendo geração de emprego e também uma arrecadação importante para inúmeros municípios. Todavia, apesar dos benéficos socioeconômicos, é importante ressaltar que o aumento do fluxo turístico tem como consequência um aumento exponencial do volume de resíduos sólidos urbanos gerados, bem como das problemáticas associadas a esse fato (Santos, 2023).

Segundo a Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA), através do Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil em 2024, a geração de RSU no país em 2023 foi de cerca de 81 milhões de toneladas, sendo a média diária de 1,047 kg por habitante. Ainda neste contexto, estima-se que do montante total apenas 58,5% foram destinados a aterros sanitários (ABREMA, 2024).

Assim, as políticas públicas voltadas para esta problemática, bem como suas diretrizes, são de suma importância, como por exemplo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída

DOI: 10.51189/vii-coninters/83691

pela Lei nº 12.305/2010, que apresenta ressalta a gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos. Esta, prioriza a não geração de RSU, incentivando a redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final adequada dos rejeitos (Brasil, 2010).

Atualmente o município São João Batista do Glória, situado em Minas Gerais, tem enfrentado desafios no que tange à gestão dos seus resíduos sólidos urbanos, principalmente levando em consideração que parte da sua economia é baseada no turismo ecológico. O mesmo, não conta com aterro sanitário, nem com coleta seletiva, além de não possui ações voltadas para a conscientização ambiental da população, e dos turistas, quanto as problemáticas ambientais envolvendo os RSU.

No que concerne a coleta seletiva, a PNRS define a mesma como sendo o recolhimento de resíduos segregados na fonte geradora e a estabelece como um instrumento essencial para a gestão de resíduos. A lei determina ainda que a implementação da coleta seletiva é responsabilidade do poder público e deve, prioritariamente, integrar cooperativas ou associações de catadores de materiais recicláveis formadas por pessoas físicas de baixa (Brasil, 2010).

Associado a isto, a educação ambiental desempenha papel fundamental, contribuindo para que a população desenvolva uma maior consciência sobre a necessidade da adequada separação dos resíduos, bem como do seu aproveitamento. Por meio da disseminação de informações, a educação ambiental permite que um senso crítico seja formado na população, corroborando tanto para a preservação do meio ambiente, quanto para a melhoria da relação população x catadores (Couto; Almeida, 2026).

Nesse viés, parcerias estratégicas tornam-se fundamentais para o desenvolvimento de soluções eficazes. O projeto em questão, foi desenvolvido através de ação conjunta entre a UEMG-Passos e a GM&G Ambiental, e teve por objetivo promover um programa robusto de conscientização, visando à reimplantação de um sistema de coleta seletiva de modo a transformar a maneira como a comunidade lida com o descarte de resíduos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia empregada no presente trabalho foi composta basicamente de três etapas gerais, a saber, caracterização dos resíduos gerados na área de estudo, capacitação dos gestores municipais e ações de sensibilização da população.

Deste modo, inicialmente, por meio de um estudo gravimétrico foi efetuada a análise da quantidade e da composição dos materiais descartados. Esta fase teve o intuito de verificar quais resíduos apresentam potencial de reciclagem, e identificar melhores formas de promover o aproveitamento econômico desses, com vistas na obtenção de benefícios sociais, ambientais e econômicos.

A segunda etapa consistiu na capacitação dos gestores responsáveis pela administração dos resíduos. Nesta formação os administradores receberam conhecimentos necessários para implementar práticas mais sustentáveis e eficientes.

A participação dos catadores também foi abordada nessas capacitações, ressaltando a importância destes no processo de coleta seletiva. Assim, ações voltadas para esses trabalhadores foram apresentadas, visando a melhora dos índices de reciclagem e ainda promover a inclusão social e econômica dos mesmos.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83691

Na terceira fase do projeto foi realizada campanha de sensibilização, utilizando a abordagem porta a porta, cujo objetivo foi mostrar para os moradores a importância da separação correta dos resíduos e a influência dessas pequenas atitudes no que concerne a conservação do meio ambiente. Foi realizado também o "Dia D", que consistiu em um evento comunitário, onde houve a mobilização de munícipes, representantes do poder público, empresas e outras organizações, para que fosse abordada a adoção de práticas sustentáveis, através de materiais informativos e workshops.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As ações de educação ambiental desenvolvidas em São João Batista do Glória, incluindo campanhas de sensibilização, distribuição de materiais informativos e realização de workshops, contribuíram significativamente para o fortalecimento da coleta seletiva no município. As Figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 6 ilustram as ações desenvolvidas no município.

Figura 1 - Banner colocado em ponto estratégico.

Figura 2 - Convite para comunidade participar do Grupo Gestor Resíduos Sólidos de S.J.B.G.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83691

Figura 3 - Imã de Geladeira Desenvolvido pelos estudantes do curso de Engenharia Ambiental (UEMG).

Figura 4 - Panfleto desenvolvido para ser entregue a comunidade na campanha de conscientização.

Figura 5 - Campanha de conscientização realizada porta a porta a porta.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83691

Figura 6 - Dia "D" Evento comunitário reunindo cidadãos, autoridades públicas, empresas e organizações para promover e incentivar práticas sustentáveis.

Os resultados indicaram uma taxa de recuperação de materiais recicláveis entre 70% e 80%, demonstrando elevada eficiência do sistema implantado. A produção mensal de recicláveis foi estimada entre 79 e 80 toneladas, com baixa ocorrência de contaminação por rejeitos, fator essencial para garantir a qualidade do processo de reciclagem.

Além disso, a redução do volume de resíduos encaminhados ao aterro sanitário, estimada em aproximadamente 50 m³ por mês, evidencia os benefícios ambientais decorrentes da iniciativa. No âmbito socioeconômico, observou-se o fortalecimento da associação de catadores, com potencial de geração de renda bruta mensal entre R$ 9.000,00 e R$ 10.000,00. Esse resultado reforça o papel da coleta seletiva como instrumento de inclusão social e desenvolvimento local.

Luz e Souza (2023), também observaram em seus estudos uma diminuição do total de resíduos destinados a aterros e lixões quando se teve uma ação conjunta dos gestores responsáveis pelos RSU e dos catadores, uma vez que por meio da coleta e triagem vários resíduos puderam ser reaproveitados. Os autores, salientaram ainda, a importância dos educadores ambientais neste processo, para que se tenha um melhor entendimento da população, dos catadores e dos representantes do poder público sobre as temáticas que envolvem os resíduos sólidos.

A continuidade do programa depende do monitoramento sistemático das atividades de coleta, da capacitação dos servidores responsáveis e da manutenção das ações de conscientização da população. Os resultados obtidos demonstram que a integração entre gestão pública, comunidade e catadores favorece a eficiência da gestão de resíduos sólidos e promove benefícios ambientais, sociais e econômicos.

Couto e Almeida (2026) constataram também que a ação conjunta da sociedade aliada ao reconhecimento do trabalho desenvolvido pelos catadores pode ser um precursor no que diz respeito a construção de cidades mais sustentáveis. Isso tudo se deve a mudança de comportamento acarretada pela educação ambiental continuada. Deste modo, a experiência desenvolvida em São João Batista do Glória pode servir como referência para outros municípios que buscam implementar práticas sustentáveis de gestão de resíduos associadas ao turismo sustentável e à educação ambiental.

4 CONCLUSÃO

O projeto de coleta seletiva implantado em São João Batista do Glória demonstrou resultados positivos na gestão de resíduos sólidos, contribuindo para o aumento da recuperação

de materiais recicláveis, a redução do volume de resíduos destinados ao aterro sanitário e a geração de renda para os catadores envolvidos.

As ações de educação ambiental foram fundamentais para o engajamento da população e para o sucesso do programa, evidenciando a importância da conscientização coletiva na promoção da sustentabilidade. Além dos benefícios ambientais, o projeto fortaleceu a inclusão social e impulsionou a economia local.

Conclui-se que a integração entre poder público, comunidade e associação de catadores constitui um modelo eficiente de gestão ambiental, passível de replicação em outros municípios. A continuidade das campanhas educativas e do monitoramento operacional será essencial para garantir a manutenção e ampliação dos resultados alcançados, consolidando o município como referência em sustentabilidade e gestão de resíduos sólidos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE (ABREMA). Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2024, dez., 2024.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

COUTO, A. L.; ALMEIDA, S. T. Educação ambiental e reciclagem: estratégia para fortalecer a atuação de catadores na gestão de resíduos sólidos. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, São Paulo, v. 12, n.3, mar. 2026.

LUZ, J. A. A. P.; SOUZA, B. R. C. Coleta Seletiva e Educação Ambiental: as ações da associação de catadores de materiais recicláveis em Colatina (ES). **Revista Ambiente & Educação**, v. 28, n. 2, 2023.

SANTOS, J. G. **Turismo e patrimônio: a gestão dos resíduos sólidos no Parque da carioca, em Goiás – GO.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Turismo e Patrimônio) – Universidade Estadual de Goiás, Campus Cora Coralina, Goiás, GO, 15f. 2023.

INFRAESTRUTURA VERDE PARA ADAPTAÇÃO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM TERRITÓRIOS PERIFÉRICOS: ESTUDO DE CASO DA SUB-BACIA DO RIO DAS PEDRAS, BRASILÂNDIA, SÃO PAULO

BÁRBARA CAVALCANTE DE ANDRADE BARIONI

RESUMO

As mudanças climáticas intensificam eventos extremos, como chuvas intensas, enchentes e ondas de calor, agravando desafios decorrentes do processo de urbanização brasileiro. Nas periferias urbanas, esses impactos são potencializados pela elevada impermeabilização do solo, escassez de áreas verdes e deficiência da infraestrutura urbana. Nesse contexto, a infraestrutura verde apresenta-se como estratégia capaz de integrar adaptação climática, manejo sustentável das águas urbanas, qualificação do espaço público e promoção da justiça socioambiental. O presente trabalho analisa a sub-bacia do Rio das Pedras, localizada no distrito da Brasilândia, município de São Paulo, com o objetivo de discutir o potencial da infraestrutura verde como estratégia de adaptação às mudanças climáticas e promoção da justiça socioambiental em territórios periféricos, utilizando a Rua Rui de Moraes Apocalipse como estudo de caso. A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza aplicada, com objetivos exploratórios e abordagem propositiva, fundamentada em revisão bibliográfica, análise espacial em ambiente SIG, levantamento de campo e aplicação do Guia Metodológico para Implantação de Infraestrutura Verde (IPT). O diagnóstico territorial evidenciou elevada vulnerabilidade socioambiental, associada à intensa impermeabilização do solo, reduzida cobertura vegetal e limitações da infraestrutura cinza representada pelo Piscinão Rio das Pedras. Com base nesses resultados, foram elaboradas diretrizes urbanísticas para a incorporação de tipologias de infraestrutura verde voltadas à drenagem sustentável, qualificação do espaço público e fortalecimento da mobilidade ativa. Os resultados demonstram que a adoção integrada dessas estratégias amplia a capacidade adaptativa da sub-bacia, favorece a provisão de serviços ecossistêmicos e contribui para qualificar os deslocamentos cotidianos da população. Conclui-se que a infraestrutura verde constitui uma estratégia integrada para ampliar a resiliência urbana, promover adaptação às mudanças climáticas e reduzir vulnerabilidades socioambientais em territórios periféricos, evidenciando seu potencial como instrumento de planejamento urbano.

Palavras-chave: Soluções Baseadas na Natureza; Caminhabilidade; Resiliência urbana.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas intensificam a ocorrência de eventos extremos, como precipitações intensas, enchentes, inundações e ondas de calor, impondo novos desafios ao planejamento urbano contemporâneo. Embora esses fenômenos possuam escala global, seus impactos são fortemente condicionados pelas formas de ocupação do território. Nas cidades brasileiras, o processo de urbanização ocorreu, em grande medida, dissociado dos sistemas naturais, promovendo a supressão da cobertura vegetal, a impermeabilização do solo, a canalização dos cursos d'água e a ocupação de áreas ambientalmente frágeis. Como consequência, reduziram-se a capacidade de infiltração das águas pluviais, a regulação natural do ciclo hidrológico e a resiliência urbana frente aos eventos climáticos extremos (Bonzi, 2017).

DOI: 10.51189/vii-coninters/83713

No município de São Paulo, esse modelo consolidou um sistema de drenagem baseado predominantemente na infraestrutura cinza, estruturado por canalizações, galerias pluviais e reservatórios de detenção. Embora esses dispositivos desempenhem papel importante na redução das vazões de pico, apresentam caráter essencialmente hidráulico e limitada capacidade de responder aos desafios ambientais e urbanos decorrentes das mudanças climáticas (FCTH, 2022; Pellegrino, 2008).

Os efeitos desse modelo manifestam-se de forma mais intensa em territórios periféricos, onde a combinação entre elevada densidade populacional, escassez de áreas verdes, infraestrutura urbana insuficiente e maior exposição aos riscos ambientais amplia a vulnerabilidade socioambiental. Nessas áreas, enchentes, deslizamentos, ilhas de calor e degradação ambiental evidenciam que os impactos das mudanças climáticas também expressam desigualdades produzidas pelo processo de urbanização (Angileli, 2007; Costa; Sakurai, 2021).

Nesse contexto, a infraestrutura verde constitui uma estratégia de planejamento urbano baseada na integração entre processos ecológicos e infraestrutura urbana, conciliando manejo sustentável das águas pluviais, conservação da biodiversidade, regulação microclimática e qualificação ambiental (Herzog; Rosa, 2010; Bonzi, 2019). Inserida no conjunto das Soluções Baseadas na Natureza, essa abordagem favorece a infiltração, retenção e evapotranspiração das águas pluviais, contribuindo para a adaptação às mudanças climáticas e para o fortalecimento da resiliência urbana (Tonucci et al., 2021; Costa; Sakurai, 2021). Ao incorporar dispositivos como arborização viária, jardins de chuva e canteiros pluviais ao desenho urbano, a infraestrutura verde também qualifica o espaço público e favorece a mobilidade ativa, aproximando-se dos princípios defendidos por Jacobs (2011), Gehl (2014) e pelo Guia Global de Desenho de Ruas (NACTO, 2017).

O distrito da Brasilândia, localizado na zona norte do município de São Paulo, integra a subprefeitura Freguesia do Ó/Brasilândia e abriga parte da sub-bacia hidrográfica do Rio das Pedras, área escolhida como recorte territorial desta pesquisa (Figura 1). A região apresenta elevada impermeabilização do solo, relevo acentuado, reduzida cobertura vegetal e recorrência de riscos hidrológicos, características que ampliam sua vulnerabilidade frente às mudanças climáticas (Angileli, 2007). Embora o Piscinão Rio das Pedras desempenhe importante função na macrodrenagem local, sua atuação permanece concentrada na contenção das vazões, evidenciando os limites da infraestrutura cinza como resposta isolada às demandas contemporâneas de adaptação climática (FCTH, 2022).

Figura 1 - Mapa de localização. FONTE: Elaborado pela autora com dados de IBGE, 2025

DOI: 10.51189/vii-coninters/83713

Diante desse cenário, parte-se da hipótese de que a infraestrutura verde pode constituir uma estratégia integrada de adaptação às mudanças climáticas em territórios periféricos, promovendo simultaneamente manejo sustentável das águas urbanas, qualificação ambiental, fortalecimento da mobilidade ativa e ampliação da justiça socioambiental. Assim, o presente trabalho tem como objetivo analisar o potencial da infraestrutura verde para promover adaptação climática e justiça socioambiental na sub-bacia do Rio das Pedras, utilizando a Rua Rui de Moraes Apocalipse como estudo de caso para a elaboração de diretrizes urbanísticas e paisagísticas orientadas pelos princípios das Soluções Baseadas na Natureza.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza aplicada, com objetivos exploratórios e abordagem propositiva. O estudo adota como unidade de análise a sub-bacia hidrográfica do Rio das Pedras, localizada no distrito da Brasilândia, município de São Paulo, utilizando a Rua Rui de Moraes Apocalipse como estudo de caso para a elaboração de diretrizes de infraestrutura verde. A adoção da bacia hidrográfica como recorte territorial fundamenta-se na compreensão de que os processos hidrológicos se organizam segundo a dinâmica natural do território, permitindo uma leitura integrada das relações entre relevo, drenagem, cobertura vegetal, ocupação do solo e infraestrutura urbana (Pellegrino, 2008; IPT, 2020).

A pesquisa foi desenvolvida em quatro etapas. Inicialmente, realizou-se revisão bibliográfica sobre mudanças climáticas, infraestrutura verde, Soluções Baseadas na Natureza, drenagem urbana sustentável, mobilidade ativa e desenho urbano. Em seguida, procedeu-se à caracterização da área de estudo por meio da aplicação do Guia Metodológico para Implantação de Infraestrutura Verde (IPT/FIPT, 2020), utilizando indicadores relacionados à arborização viária, cobertura vegetal, áreas verdes, corredores ecológicos, sistema viário, densidade demográfica, hidrografia, hipsometria, declividade, pedologia, riscos hidrológicos e riscos geológicos.

Os dados espaciais foram obtidos na plataforma GeoSampa, complementados por bases cartográficas oficiais e levantamento documental, sendo tratados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (QGIS). O cruzamento dessas informações subsidiou o diagnóstico urbanístico e paisagístico da sub-bacia e a identificação das áreas prioritárias para implantação de infraestrutura verde.

Na terceira etapa, realizou-se levantamento de campo para reconhecimento das condições físicas, ambientais e urbanísticas da Rua Rui de Moraes Apocalipse, contemplando aspectos relacionados ao sistema viário, caminhabilidade, arborização, drenagem superficial, ocupação do solo e relação entre os espaços livres e os equipamentos públicos.

Por fim, foram elaboradas diretrizes urbanísticas e paisagísticas para a Rua Rui de Moraes Apocalipse, tendo como referência o Catálogo de Soluções Baseadas na Natureza para Espaços Livres (GIZ et al., 2022), o Guia Global de Desenho de Ruas (NACTO, 2017) e os parâmetros técnicos do IPT (2020), priorizando intervenções voltadas à infiltração das águas pluviais, ampliação da cobertura vegetal, qualificação do ambiente pedonal e fortalecimento dos serviços ecossistêmicos urbanos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do Guia Metodológico para Implantação de Infraestrutura Verde (IPT, 2020) permitiu identificar que a sub-bacia do Rio das Pedras apresenta um conjunto de características que ampliam sua vulnerabilidade frente aos impactos das mudanças climáticas. A leitura integrada dos indicadores evidenciou elevada impermeabilização do solo, reduzida cobertura vegetal, relevo acentuado, ocupação urbana consolidada e recorrência de riscos hidrológicos, configurando um cenário em que a infraestrutura convencional de drenagem atua próxima aos seus limites funcionais.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83713

Inserida nesse contexto, a Brasilândia caracteriza-se por um processo histórico de urbanização periférica marcado pela ocupação de áreas ambientalmente frágeis e pela insuficiência de infraestrutura urbana e ambiental. Conforme observa Angileli (2007), essa forma de ocupação intensifica a exposição da população às enchentes, aos processos erosivos e aos movimentos de massa, reforçando a vulnerabilidade socioambiental do território.

Embora o Piscinão Rio das Pedras desempenhe papel fundamental na redução das vazões durante eventos extremos, sua atuação permanece concentrada na lógica da infraestrutura cinza, respondendo prioritariamente ao armazenamento temporário das águas pluviais. Conforme discutido por Pellegrino (2008), sistemas convencionais de drenagem apresentam limitações quando considerados isoladamente, evidenciando a necessidade de estratégias capazes de atuar sobre os processos hidrológicos desde sua origem.

A análise integrada da sub-bacia permitiu identificar a Rua Rui de Moraes Apocalipse como recorte estratégico para a aplicação dos princípios da infraestrutura verde. Sua localização estabelece relação direta com a dinâmica de drenagem superficial da sub-bacia e com importantes fluxos cotidianos de pedestres, tornando a via uma escala adequada para integrar adaptação climática, qualificação ambiental e mobilidade ativa.

Com base nesse diagnóstico, foram elaboradas diretrizes urbanísticas para incorporação de tipologias de infraestrutura verde ao longo da via, contemplando jardins de chuva, canteiros pluviais, arborização viária, vagas verdes e requalificação dos passeios públicos (Figura 2). Essas intervenções favorecem a infiltração, retenção e evapotranspiração das águas pluviais, ampliam a cobertura vegetal e fortalecem a oferta de serviços ecossistêmicos urbanos (IPT, 2020; GIZ et al., 2022).

Além dos benefícios hidrológicos, as diretrizes propostas contribuem para reduzir a sobrecarga sobre o sistema convencional de drenagem, melhorar a qualidade ambiental e mitigar as ilhas de calor, resultados amplamente associados à infraestrutura verde (Herzog; Rosa, 2010; Bonzi, 2017). A requalificação dos passeios públicos e a ampliação da arborização também favorecem a mobilidade ativa ao proporcionar maior conforto térmico, qualificar os percursos de pedestres e estimular a permanência nos espaços públicos, em consonância com os princípios de desenho urbano defendidos por Jacobs (2011), Gehl (2014) e NACTO (2017).

A integração entre infraestrutura verde, mobilidade ativa e adaptação climática revela-se particularmente relevante em territórios periféricos, onde os deslocamentos a pé representam parcela significativa da mobilidade cotidiana e a população encontra-se mais exposta aos efeitos das mudanças climáticas. Conforme discutem Costa e Sakurai (2021), a incorporação de Soluções Baseadas na Natureza também constitui instrumento de justiça ambiental ao ampliar o acesso da população aos benefícios ambientais proporcionados pela infraestrutura urbana.

O Quadro 1 sintetiza a relação entre o diagnóstico territorial, as diretrizes propostas e as contribuições esperadas das intervenções. Observa-se que cada fragilidade identificada na sub-bacia corresponde a uma estratégia específica de infraestrutura verde, evidenciando que essas soluções atuam de forma integrada sobre aspectos hidrológicos, ecológicos e sociais. Mais do que responder aos problemas de drenagem, as diretrizes propostas articulam adaptação às mudanças climáticas, fortalecimento da mobilidade ativa e promoção da justiça socioambiental.

Assim, a Rua Rui de Moraes Apocalipse deixa de ser compreendida apenas como um eixo viário local e passa a representar uma escala intermediária de intervenção entre a bacia hidrográfica e o cotidiano da população. Ao incorporar infraestrutura verde ao desenho urbano, a via assume potencial para atuar como elemento estruturador da adaptação climática, da mobilidade ativa e da justiça socioambiental, demonstrando que intervenções realizadas na escala da rua podem produzir benefícios que extrapolam seus limites físicos e contribuem para a construção de cidades mais resilientes e ambientalmente integradas.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83713

Figura 2 – Situação existente (esquerda) e proposta de requalificação da Rua Rui de Moraes Apocalipse com inserção de tipologias de infraestrutura verde (direita). FONTE: Google Street View modificado pela autora

Quadro 1 – Síntese das diretrizes propostas e suas contribuições para a adaptação às mudanças climáticas. FONTE: Elaborado pela autora

Diagnóstico	Diretriz proposta	Contribuição
Elevada impermeabilização do solo	Jardins de chuva e canteiros pluviais	Ampliação da infiltração e redução do escoamento superficial
Reduzida cobertura vegetal	Arborização viária	Mitigação das ilhas de calor e melhoria do conforto térmico
Baixa qualidade dos espaços de circulação	Requalificação dos passeios públicos	Fortalecimento da mobilidade ativa
Predomínio da infraestrutura cinza	Soluções Baseadas na Natureza	Maior resiliência da drenagem urbana
Vulnerabilidade socioambiental	Integração das intervenções	Adaptação às mudanças climáticas e promoção da justiça socioambiental

4 CONCLUSÃO

As mudanças climáticas impõem novos desafios ao planejamento urbano, especialmente em territórios periféricos, onde vulnerabilidades ambientais e desigualdades socioespaciais se sobrepõem e ampliam a exposição da população aos riscos climáticos. Nesse contexto, os resultados desta pesquisa evidenciam que o enfrentamento desses desafios demanda abordagens capazes de integrar soluções ambientais, urbanísticas e sociais, superando a lógica setorial que historicamente orientou o planejamento da drenagem urbana.

A análise da sub-bacia do Rio das Pedras demonstrou que a predominância da infraestrutura cinza, embora essencial para o controle hidráulico das cheias, apresenta limitações quando considerada isoladamente. A elevada impermeabilização do solo, a reduzida cobertura vegetal e a intensa ocupação urbana observadas na área de estudo reforçam a necessidade de estratégias que atuem de forma preventiva sobre os processos hidrológicos e, simultaneamente, promovam melhorias na qualidade ambiental e na qualificação dos espaços públicos.

Nesse sentido, a infraestrutura verde mostrou-se capaz de extrapolar sua função tradicional de manejo das águas pluviais. Ao articular dispositivos voltados à infiltração, retenção e evapotranspiração das águas com intervenções destinadas à qualificação do ambiente pedonal, as diretrizes propostas evidenciam seu potencial para integrar adaptação às mudanças climáticas, fortalecimento da mobilidade ativa e promoção da justiça socioambiental em territórios periféricos.

A utilização da Rua Rui de Moraes Apocalipse como estudo de caso demonstrou que intervenções desenvolvidas na escala da rua podem produzir benefícios que extrapolam seus

limites físicos, contribuindo para o desempenho ambiental da sub-bacia hidrográfica e para a melhoria das condições cotidianas de deslocamento e permanência da população. Mais do que um espaço de circulação, a rua passa a ser compreendida como infraestrutura urbana multifuncional, capaz de articular processos ecológicos, serviços ecossistêmicos e usos sociais do espaço público.

Por fim, considera-se que a principal contribuição desta pesquisa consiste em evidenciar que a infraestrutura verde não deve ser compreendida apenas como uma alternativa técnica à drenagem convencional, mas como uma estratégia de planejamento urbano integrada, capaz de aproximar adaptação climática, mobilidade ativa e justiça socioambiental. Espera-se que as diretrizes propostas possam contribuir para futuras intervenções em territórios periféricos com características semelhantes, fortalecendo o planejamento urbano orientado pelas Soluções Baseadas na Natureza e ampliando a capacidade adaptativa das cidades frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

ANGILELI, Cecilia Maria de Morais Machado. *Paisagem revelada no cotidiano da periferia: Distrito de Brasilândia, Zona Norte do Município de São Paulo*. 2007. Dissertação (Mestrado em Paisagem e Ambiente) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

BONZI, Ramón Stock. *Os jardins de chuva como tipologia da infraestrutura verde: um estudo da adaptação às mudanças climáticas e da gestão das águas pluviais na cidade de São Paulo*. Tese (Doutorado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

BONZI, Ramón. A dimensão infraestrutural da paisagem: uma estratégia para a 'crise hídrica' da Grande São Paulo. 2019. 227 f. Tese (Doutorado em Paisagem e Ambiente) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

COSTA, Babette Fernandes Martins da; SAKURAI, Tatiana. A participação de comunidades em projetos com Soluções Baseadas na Natureza na cidade de São Paulo: um olhar através da justiça ambiental. In: LABVERDE. *Dossiê Soluções Baseadas na Natureza*. Manaus: Programa LABVERDE, 2021. p. 22–33.

FCTH – FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE HIDRÁULICA. *Plano de ações: Plano Diretor de Desenvolvimento da Macrozona de Estruturação e Qualificação Urbana – PDD*. 2. ed. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo, 2022.

GEHL, Jan. *Cidades para pessoas*. São Paulo: Perspectiva, 2014.

GIZ; ICLEI; MMA; MDR; MINUCI. *Catálogo de Soluções Baseadas na Natureza para Espaços Livres*. Brasília: GIZ, 2022.

HERZOG, Cecilia Polacow; ROSA, Lourdes Zunino. Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. *Revista LABVERDE*, n. 1, p. 92–115, 2010.
INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS (IPT). *Guia metodológico para implantação de infraestrutura verde*. São Paulo: IPT/FIPT, 2020.

JACOBS, Jane. *Morte e vida de grandes cidades*. 3. ed. São Paulo: WMF Martins Fontes, 2011.

NACTO – NATIONAL ASSOCIATION OF CITY TRANSPORTATION OFFICIALS. *Guia Global de Desenho de Ruas*. São Paulo: SENAC, 2017.

PELLEGRINO, Paulo Renato Mesquita. Infraestrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. *Paisagem e Ambiente*, n. 25, p. 127–142, 2008.

TONUCCI, Regina; RAMOS, Nayara; PELLEGRINO, Paulo. Urban forest, nature based solutions and landscape planning and project in the city of São Carlos (SP). Revista LABVERDE, São Paulo, v. 11, n. 1, e189418, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.11606/issn.2179-2275.labverde.2021.189418. Acesso em: 21 abr. 2025.

HORTA COMUNITÁRIA, PERTENCIMENTO E DESENVOLVIMENTO PARA LIBERDADE: INCLUSÃO SOCIAL DE MIGRANTES E REFUGIADOS NA REGIÃO CENTRO-OCIDENTAL DO PARANÁ

JEFFERSON NERY CORREIA; CAMILA SILVA CAMBUI; DANIELA CRISTINA CANOVAS OLIVEIRA; MARIETA NOBRE DE MORAIS; FABIO RODRIGUES DA COSTA; MEIRE APARECIDA LÓDE NUNES

RESUMO

A migração forçada contemporânea constitui um fenômeno complexo, resultante da interação entre crises econômicas, conflitos armados, desigualdades sociais, mudanças climáticas, violações de direitos humanos e fragilidades institucionais. A partir do pensamento complexo de Edgar Morin e das contribuições de Zygmunt Bauman sobre a modernidade líquida, compreende-se que os deslocamentos humanos não podem ser analisados por causas isoladas, pois envolvem múltiplas dimensões sociais, políticas, econômicas e culturais. Nesse contexto, migrantes, refugiados e apátridas enfrentam rupturas de vínculos, perda de pertencimento e dificuldades de integração nos territórios de acolhimento. O terceiro setor desempenha papel fundamental na promoção da cidadania e na garantia de direitos humanos, atuando nas lacunas deixadas pelo Estado e pelo mercado. Organizações como a Cáritas Brasileira desenvolvem ações de acolhimento, orientação, inserção social e apoio a populações vulneráveis. Na Região Centro-Ocidental do Paraná, a Cáritas atua junto a migrantes por meio de iniciativas voltadas à documentação, acesso a políticas públicas, formação profissional e integração comunitária.

Nesse cenário, o desenvolvimento de hortas comunitárias sustentáveis surge como estratégia interdisciplinar de inclusão social, segurança alimentar, geração de renda e fortalecimento do pertencimento. A parceria entre Cáritas Brasileira, Itaipu Binacional e Itaipu Parquetec demonstra como ações socioambientais podem contribuir para a autonomia econômica e reconstrução de vínculos sociais de migrantes e refugiados. A pesquisa bibliográfica qualitativa analisou o tema sob uma perspectiva interdisciplinar, envolvendo direitos humanos, sustentabilidade, desenvolvimento social e participação comunitária. Os resultados indicam que a horta comunitária ultrapassa a produção agrícola, tornando-se espaço de convivência, interculturalidade, cooperação e reconhecimento social. Com base na teoria de desenvolvimento como liberdade, de Amartya Sen, conclui-se que iniciativas dessa natureza ampliam as capacidades dos sujeitos, promovendo autonomia, dignidade e participação cidadã. Assim, a horta comunitária representa uma prática sustentável de acolhimento e inclusão, transformando desafios globais da migração em possibilidades locais de desenvolvimento humano e integração social.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade, Sustentabilidade, Sociedade.

1 INTRODUÇÃO

A migração forçada pode ser compreendida, na perspectiva do pensamento complexo de Edgar Morin, como um fenômeno multidimensional, produzido pela interação entre crises econômicas, guerras, desigualdades sociais, mudanças climáticas, violações de direitos humanos e fragilidades institucionais. Para Morin, os problemas contemporâneos não podem ser analisados de forma fragmentada, pois cada elemento está conectado a outros em uma rede

dinâmica de causas e consequências. Nesse sentido, a migração forçada não é resultado de um único fator isolado, mas de um sistema complexo marcado pela instabilidade, pela exclusão e pelas contradições da sociedade global contemporânea (MORIN, 2015).

A migração forçada é um dos grandes sintomas daquilo que ele chamou de "modernidade líquida": um mundo em que estruturas antes consideradas sólidas, como Estado, trabalho, identidade, comunidade e pertencimento, tornam-se instáveis, frágeis e transitórias (Bauman, 2002).

Nos livros Modernidade Líquida e Tempos Líquidos, Bauman não trata a migração apenas como deslocamento geográfico. Ele a entende como consequência direta das desigualdades globais produzidas pelo capitalismo contemporâneo, pelas guerras, pela exclusão econômica, pelas crises ambientais e pela incapacidade dos Estados de oferecer segurança e dignidade humana (Bauman, 2002; Bauman, 2007).

A migração de grupos em todo mundo são fruto principalmente de avanços da modernidade que tornam possível a globalização. Para Bauman (2002) é um resultado direto das transformações das relações entre tempo, espaço e mobilidade. Para o autor, a modernidade líquida dissolve estruturas fixas e torna a circulação mais rápida, instável e desigual. Isso impacta diretamente os processos migratórios contemporâneos, marcados por deslocamentos constantes, insegurança social e fragilidade dos vínculos humanos.

A migração contemporânea é um fenômeno global que constitui um problema social e humanitário emergente que acentua ainda mais a vulnerabilidade humana em contextos de deslocamento marcado por desigualdade social, crises econômicas, guerras, mudanças climáticas e precarização do trabalho que gera de modo geral uma exclusão social importante (Bauman, 2002).

A população em deslocamento forçado vive uma "A desintegração da rede social […] é tanto uma condição quanto um resultado da nova técnica do poder" (Bauman, 2002, p. 18). Esse pensamento ajuda a entender o sentimento de desenraizamento vivido por muitos migrantes e refugiados, que frequentemente experimentam rupturas familiares, culturais e identitárias durante seus deslocamentos. Essa condição leva a estas pessoas ficarem à mercê de condições desumanas de sobrevivência em uma caminhada incerta na busca de um mínimo de dignidade e da garantia de direitos humanos básicos.

O papel do terceiro setor nas ações da sociedade civil é muito importante para contribuir no resgate da cidadania. O terceiro setor faz parte dessa dimensão da sociedade civil organizada, ajudando a produzir participação social, consciência política e mobilização comunitária (Costa; Ianni, 2018).

O terceiro setor exerce um papel fundamental na sociedade porque atua justamente nas lacunas deixadas pelo Estado e pelo mercado. Ele é formado por organizações da sociedade civil sem fins lucrativos, como ONGs, institutos, fundações, associações comunitárias, entidades filantrópicas e movimentos sociais. Seu objetivo central não é o lucro, mas a promoção do bem-estar social, da cidadania e da inclusão (Costa; Ianni, 2018).

É justamente o terceiro setor um caminho estratégico que se torna complementar e fundamental na garantia de direitos humanos. Ele funciona como mediador entre o Estado e a sociedade civil, criando redes de apoio, proteção social e participação cidadã. Em vez de atuar apenas pela lógica do mercado ou da burocracia estatal, essas organizações costumam trabalhar de forma mais próxima das comunidades e das demandas concretas das pessoas (Costa; Ianni, 2018).

O Brasil é signatário da Declaração Universal dos Direitos Humanos (DUDH) por isso recebe e acolhe migrantes, refugiados e apátridas de todas as regiões do planeta, mas em maior proporção da América Latina e Caribe. E para isso, em consonância com a ONU, desenvolveu políticas públicas para atender esta população em específico, trazendo neste contexto o

princípio do primeiro artigo da declaração que confere que "Todos os seres humanos nascem livres e iguais em dignidade e direitos" 'Art. 1°'(Organização das Nações Unidas, 1948).

O artigo 5° da Constituição Federal fala da igualdade e direitos fundamentais:

> "Todos são iguais perante a lei, sem distinção de qualquer natureza, garantindo-se aos brasileiros e aos estrangeiros residentes no País a inviolabilidade do direito à vida, à liberdade, à igualdade, à segurança e à propriedade (…)"

A Constituição Federal de 1988 assegura direitos fundamentais também aos estrangeiros residentes no país, garantindo igualdade, dignidade e proteção jurídica aos migrantes (BRASIL, 1988).

Porém no país existem ainda muitas barreiras para as três esferas governamentais atenderem integralmente a todos os migrantes, incluindo principalmente a barreira de aportes financeiros e culturais do nosso país. Por isso, os migrantes no território nacional enfrentam muitas questões que demandam um aporte de ajuda tanto governamental, do terceiro setor, setor público e privado. O maior desafio é a integração e as iniciativas de promover o pertencimento desse grupo e projetos que procuram trazer qualidade de vida, o acesso a direitos e políticas públicas e buscando a autonomia e a independência desses migrantes como indivíduos inseridos na sociedade (OLIVEIRA et al., 2024).

A Cáritas está presente nos cinco continentes, atuando em mais de 200 países e territórios. No Brasil, a Cáritas Brasileira foi criada em 1956 enquanto organismo da Conferência Nacional dos Bispos do Brasil (CNBB) e entidade de assistência social que trabalha como terceiro setor. Está presente em todas as regiões do País através de 13 regionais e 198 entidades-membro. No Regional Paraná, a ação da Cáritas está presente, com atuação direta, em 04 (quatro) arquidioceses e 12 dioceses da CNBB Sul 2 (Cáritas Brasileira, 2026).

Na região Centro-Ocidental do Paraná a Cáritas existe desde 2021 e realiza um trabalho social de integração dos migrantes a comunidade, prestando assessoria na inserção no mercado de trabalho, regularização de documentação para acesso a direitos e políticas públicas, acolhimento temporário na Casa do Migrante a famílias que chegam na cidade de outros países em condições de vulnerabilidades extremas, desenvolvimento de projetos voltados para famílias, mulheres, inserção no mercado de trabalho formal e cursos profissionalizantes (Cáritas Paraná, 2026).

O desenvolvimento de hortas comunitárias sustentáveis tem se consolidado como uma importante estratégia de inclusão social, segurança alimentar e geração de renda para populações em situação de vulnerabilidade, especialmente migrantes, refugiados e apátridas no Brasil. Nesse contexto, a atuação da Cáritas Brasileira em parceria com a Itaipu Binacional fortalece ações voltadas à promoção da dignidade humana, da autonomia econômica e da integração social dessas populações (Cáritas Brasileira, 2026).

A parceria se insere em iniciativas de desenvolvimento socioambiental sustentável promovidas pela Itaipu Binacional e pelo Itaipu Parquetec, especialmente por meio dos Núcleos de Cooperação Socioambiental. O projeto prevê a implantação de hortas comunitárias em municípios do Paraná e da região Sul do Mato Grosso do Sul, envolvendo espaços públicos, escolas, instituições sociais, aldeias indígenas e áreas coletivas. Além da produção de alimentos saudáveis, as ações estimulam práticas sustentáveis, o fortalecimento comunitário e oportunidades de geração de renda complementar para famílias em situação de vulnerabilidade social (Cáritas Brasileira, 2026).

Os plantios tiveram início em março de 2025 e são acompanhados por oficinas gratuitas conduzidas por profissionais especializados, que oferecem materiais, orientações técnicas e

apoio para a implantação e manutenção das hortas tradicionais e também no modelo mandala, caracterizado por canteiros circulares que favorecem o aproveitamento sustentável do espaço e dos recursos naturais. Essa iniciativa busca fortalecer a participação comunitária e ampliar a consciência socioambiental nos territórios envolvidos (Itaipu Binacional, 2024).

Para migrantes refugiados e apátridas atendidos pela Cáritas, projetos dessa natureza possuem relevância ainda maior, pois contribuem não apenas para a segurança alimentar, mas também para a reconstrução de vínculos sociais, o sentimento de pertencimento e a possibilidade de autonomia financeira. Muitas dessas pessoas enfrentam dificuldades de inserção no mercado formal de trabalho e encontram nas hortas comunitárias uma alternativa de subsistência, geração de renda extra e integração cultural por meio do trabalho coletivo e da agricultura sustentável (Luque et al., 2023).

Além do aspecto econômico, as hortas comunitárias também promovem impactos sociais e psicológicos positivos, uma vez que o cultivo da terra fortalece experiências de cooperação, cuidado e reconstrução da vida em contextos marcados pelo deslocamento forçado, pela exclusão e pela vulnerabilidade social. Assim, a parceria entre Cáritas, Itaipu Binacional da Itaipu Parquetec demonstra como políticas socioambientais integradas podem contribuir simultaneamente para sustentabilidade, inclusão social e promoção dos direitos humanos (Itaipu Binacional, 2024; Cáritas Brasileira, 2026).

Nesse contexto, a Cáritas Brasileira destaca-se pela atuação humanitária junto a refugiados, migrantes, populações vulneráveis e projetos de inclusão social. Seu trabalho envolve acolhimento, assistência social, orientação jurídica, apoio psicológico, formação profissional e defesa dos direitos humanos. Isso evidencia uma prática profundamente interdisciplinar, pois diferentes profissionais e saberes precisam atuar conjuntamente para atender às múltiplas dimensões da vulnerabilidade humana.

Já a Itaipu Binacional extrapola sua função energética ao desenvolver projetos socioambientais, educacionais e comunitários. A usina atua em programas de preservação ambiental, desenvolvimento sustentável, educação ecológica, agricultura familiar, segurança hídrica e inclusão social nas regiões de fronteira. Essas ações articulam conhecimentos de engenharia, ecologia, administração pública, sociologia, economia e educação ambiental.

Diante disto o objetivo deste trabalho é analise como a promoção inclusão social, o fortalecimento do sentimento de pertencimento e o desenvolvimento humano de migrantes por meio da implantação e participação de uma horta comunitária, favorecendo a ampliação de suas capacidades, liberdades, autonomia, integração baseada no conceito de sustentabilidade na sociedade contemporânea.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica foi desenvolvida no âmbito do processo de avaliação realizada na Disciplina de Sociedade e Desenvolvimento: abordagens interdisciplinares, cursada no Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar Sociedade e Desenvolvimento (PPGSED) da UNESPAR - *Campus* de Campo Mourão. O presente estudo adota como procedimento metodológico uma revisão bibliográfica não sistemática com abordagem qualitativa e de caráter interdisciplinar, centrada na análise crítica de produções acadêmicas, artigos científicos, dissertações, livros e outros documentos oficiais para o desenvolvimento de um projeto interdisciplinar. A temática sobre a migração forçada contemporânea na América Latina, em especial na região Centro-Ocidental do Paraná e proposta de uma estratégia de inclusão social e pertencimento através de hortas comunitárias sustentáveis à luz da interdisciplinaridade, justifica-se pela necessidade de articular diferentes campos do saber: como os estudos interseccionais de agronomia, pedagogia, psicologia, nutrição, educação física, direitos humanos e políticas públicas, uma vez que a realidade social não pode ser compreendida de forma fragmentada. Nesse sentido, a interdisciplinaridade

constitui-se em um caminho teórico-metodológico capaz de integrar múltiplas perspectivas para uma compreensão mais ampla e crítica do fenômeno estudado (Fazenda, 2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo evidenciam que a horta comunitária constitui um espaço singular de produção de vínculos sociais, segurança alimentar e reconhecimento intercultural para migrantes e refugiados na Região Centro-Ocidental do Paraná. A análise empreendida através das referências bibliográficas permite entender que tal iniciativa transcende a dimensão meramente agrícola, configurando-se como um dispositivo de inclusão social capaz de articular dimensões econômicas, culturais e políticas em torno do pertencimento territorial.

Segundo Bauman (2001), a sociedade contemporânea caracteriza-se pela chamada modernidade líquida, uma condição em que as relações sociais, os compromissos e as formas de convivência tornam-se cada vez mais flexíveis, temporárias e instáveis. Diferentemente das sociedades anteriores, nas quais os vínculos familiares, comunitários e institucionais tendiam a ser mais duradouros, a modernidade líquida é marcada pela constante mudança e pela fragilidade das conexões humanas. Nesse contexto, os indivíduos passam a assumir, cada vez mais, a responsabilidade pela condução de suas próprias trajetórias, enquanto os espaços coletivos de apoio e solidariedade tornam-se menos consistentes. Assim, os problemas sociais passam a ser compreendidos de acordo com a individualidade de cada um.

As relações são moldadas a partir do consumo → passageiras → úteis enquanto satisfazem e dispensáveis quando não possuem utilidade. Essa cadeia categorial ancora-se nas contribuições de Amaro (2004), Goergen (2019), Sen (2010) e Oliveira (2002), autores que convergem na compreensão do desenvolvimento como processo multidimensional, indissociável da expansão das liberdades substantivas dos sujeitos.

Essa fluidez das relações afeta diretamente o sentimento de pertencimento, uma vez que dificulta a construção de vínculos estáveis e de referências coletivas capazes de proporcionar segurança e reconhecimento social. Para pessoas em situação de vulnerabilidade, como os imigrantes, esse cenário pode ser ainda mais desafiador, pois o processo migratório frequentemente envolve o rompimento de laços familiares, culturais e comunitários previamente estabelecidos. Assim, além das dificuldades materiais, esses sujeitos enfrentam o desafio de reconstruir redes de apoio e encontrar espaços de convivência que favoreçam sua participação social e o desenvolvimento de novos sentimentos de pertencimento.

Sobre desenvolvimento e liberdade Sen (2010) propõe uma ruptura com as concepções estritamente econômicas do desenvolvimento. Essa compreensão se tornou insuficiente para explicar as múltiplas dimensões envolvidas para o desenvolvimento social e humano.

O crescimento econômico, por si só, não garante que a renda esteja sendo distribuída da forma correta entre a população e nem que o crescimento seja fruto de investimentos em setores como habitação, educação, etc., que deem qualidade de vida às pessoas. Sem (2010) defende que o objetivo central do desenvolvimento consiste na ampliação das liberdades humanas.

Para ele "o desenvolvimento pode ser visto como um processo de expansão das liberdades reais que as pessoas desfrutam" como forma de agir e decidir, dadas às circunstâncias sociais e pessoais (Sen, 2010, p. 32).

Sob a perspectiva de Amartya Sen (2010), o projeto materializa a concepção de desenvolvimento como liberdade: ao oferecer condições concretas de participação, aprendizado e autonomia, a horta comunitária transforma o migrante de paciente passivo da assistência em sujeito ativo de sua própria história e de sua integração ao território.

A horta comunitária justifica-se por ser um espaço que transcende a mera produção de alimentos, consolidando-se como ambiente gerador de vínculos, pertencimento e reconhecimento cultural. Ao fortalecer as redes de apoio e o capital social dos grupos migrantes, a iniciativa atua diretamente na redução da vulnerabilidade psicológica e do isolamento

frequentemente vivenciados no processo migratório, contribuindo para a promoção da saúde mental e da autonomia dos participantes.

Após estas reflexões é possível sugerir que a horta comunitária para inclusão social de migrantes e refugiados na Região Centro-Ocidental do Paraná representa uma proposta coerente, fundamentada e socialmente relevante. Ao articular segurança alimentar, interculturalidade, combate à xenofobia e sustentabilidade em uma única iniciativa, o projeto demonstra como respostas locais a desafios globais podem ser construídas a partir do reconhecimento da diversidade como recurso e do pertencimento como direito. Seu alinhamento com a Lei de Migração, com o ODS 2 e com o ODS 10 não é apenas formal: traduz uma escolha ética e política de colocar a dignidade humana no centro das práticas de desenvolvimento sustentável.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo possibilitou a partir do desenvolvimento de um projeto interdisciplinar de uma horta comunitária para inclusão de migrantes e refugiados que estão residindo na região centro-ocidental do paraná refletir criticamente sobre a migração forçada na contemporaneidade, especialmente diante da crescente demanda social de acolhimento e garantia de direitos, dignidade e acesso a políticas públicas através do diálogo interdisciplinar.

O projeto Horta Comunitária sintetiza, em sua estrutura e propósitos, os princípios fundamentais da teoria de Amartya Sen (2010): ao oferecer condições concretas para que o migrante viva com dignidade e autonomia no novo território, a iniciativa expande as liberdades substantivas dos sujeitos envolvidos, promovendo não apenas a segurança alimentar, mas o pertencimento, a capacidade de agência e a integração cidadã.

A horta não é apenas um espaço de cultivo da terra. É, antes de tudo, um espaço de cultivo de humanidade, onde raízes são plantadas não apenas no solo, mas nas relações, nas memórias e nas identidades que se reconstroem coletivamente em território estrangeiro. Nesse sentido, o projeto articula, de forma coerente e orgânica, as dimensões do pertencimento, do desenvolvimento como liberdade, da formação humana e da cidadania, contribuindo para o avanço da agenda da inclusão social no Brasil contemporâneo.

Sugere-se, portanto, o desenvolvimento de novas pesquisas que investiguem as experiências concretas de mulheres envelhecidas, bem como a formação ética de profissionais da saúde e estética diante das demandas contemporâneas relacionadas ao corpo, beleza e envelhecimento.

REFERÊNCIAS

AMARO, Rogério Roque. **Desenvolvimento: um conceito ultrapassado ou em renovação?** Da teoria à prática e da prática à teoria. Cadernos de Estudos Africanos, Lisboa, 2004.

BAUMAN, Zygmunt. **Modernidade líquida**. Tradução de Plínio Dentzien. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001.

BAUMAN, Zygmunt. **Tempos líquidos**. Tradução de Carlos Alberto Medeiros. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2007.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: Planalto – Constituição Federal. Acesso em: 3 jun. 2026.

CÁRITAS BRASILEIRA. **Ações de acolhimento, migração e inclusão social**. Brasília: Cáritas Brasileira, 2026.

CÁRITAS BRASILEIRA. **Área de atuação**. [s.d.]. Disponível em: https://caritas.org.br/area-de-atuacao. Acesso em: 2 jun. 2026.

CÁRITAS PARANÁ. **Atuação regional e projetos sociais**. Curitiba: Cáritas Paraná, 2026.

CÁRITAS PARANÁ. **Regionais**. [s.d.]. Disponível em: https://pr.caritas.org.br/regionais. Acesso em: 2 jun. 2026.

COSTA, Maria Cristina Castilho; IANNI, Octavio (org.). **Sociedade civil e terceiro setor: perspectivas contemporâneas**. São Paulo: [editora não identificada], 2018.

COSTA, Maria Izabel Sanches; IANNI, Aurea Maria Zöllner. **Individualização, cidadania e inclusão na sociedade contemporânea: uma análise teórica**. São Bernardo do Campo: EdUFABC, 2018.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa**. Campinas: Papirus, 2012.

ITAIPU BINACIONAL. **Projetos socioambientais e desenvolvimento sustentável**. Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional, 2024.

ITAIPU BINACIONAL. **Sustentabilidade: projetos socioambientais e desenvolvimento sustentável**. Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional, 2024. Disponível em: https://www.itaipu.gov.br/sustentabilidade. Acesso em: 23 jun. 2026.

LUQUE, Bruna Olivate Dalle; MATOS, Fábio Reginaldo de; BOTIN, Andréia Alves; TELES, Maitana Comper; ANDRADE, Joice Marquioro. **Horta comunitária sustentável para pessoas de vulnerabilidade social em Sinop-MT**. Revista de Administração e Empreendedorismo, [s.l.], v. 3, p. 38-56, 2023.

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. 5. ed. Porto Alegre: Sulina, 2015.

OLIVEIRA, Wagner Lucas Teixeira de; SILVA, André Henrique Marques da; TORRES, Thaís Pinto da Rocha; DUTRA, Michelle Regina Santana. Migração, refúgio e inclusão social: estratégias inovadoras de apoio na integração de migrantes, refugiados e outros. **Revista Eixos Tech**, v. 11, n. 3, 2024. DOI: 10.18406/2359-1269v11n32024401.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. Paris: ONU, 1948.

SEN, Amartya. **Desenvolvimento como liberdade**. Tradução de Laura Teixeira Motta. Revisão técnica de Ricardo Doninelli Mendes. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

ITAIPU BINACIONAL. **Itaipu Binacional e Itaipu Parquetec iniciam plantio de hortas comunitárias em todos os municípios do PR e Sul do MS**. Foz do Iguaçu: Itaipu Binacional, 2024.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

LEVANTAMENTO QUALI-QUANTITATIVO DA ARBORIZAÇÃO DO PARQUE ECOLÓGICO MUNICIPAL MÁRIO DO CANTO DE ITAQUAQUECETUBA-SP

NATIELE SANTOS SOUZA; ROGÉRIO SOARES CORDEIRO; FABIANE BARRETO SOUZA

Introdução: A arborização urbana melhora a qualidade ambiental e a vida, principalmente em cidades com crescimento acelerado. As áreas verdes devem priorizar espécies nativas, adaptadas às condições locais de clima, solo e chuvas, favorecendo o equilíbrio ecológico, a biodiversidade e a sustentabilidade dos ambientes urbanos. **Objetivo:** Realizar um inventário quali-quantitativo da arborização do Parque Ecológico Municipal Mário do Canto no município de Itaquaquecetuba/SP. **Metodologia:** A pesquisa foi realizada no Parque Ecológico Municipal Mário do Canto, em Itaquaquecetuba (SP). Foram analisadas 10 áreas amostrais de 10 m², registrando-se informações sobre as espécies arbóreas, condições fitossanitárias, qualidade das podas, altura, CAP (Circunferência à Altura do Peito), danos aparentes, função ecológica e distância entre as árvores. Os dados coletados foram organizados em planilhas e submetidos a análises estatísticas. **Resultados:** Os resultados permitiram identificar parte da composição arbórea do parque. Entretanto, a amostragem foi insuficiente para caracterizar de forma conclusiva a presença e a extensão das espécies nativas da Mata Atlântica. Foram registrados 86 indivíduos distribuídos em 34 espécies e 19 famílias. A riqueza de espécies foi maior na área 4, enquanto a maior abundância ocorreu na área 9. A ANOVA indicou diferenças significativas no CAP entre as áreas ($p < 0,001$), destacando a área 6, que apresentou indivíduos de maior porte. As análises multivariadas (dendrograma e PCA) identificaram três grupos principais de similaridade florística, evidenciando diferenças na composição arbórea entre as áreas. A PCA explicou 43,5% da variância total e confirmou esses agrupamentos, sugerindo que fatores como manejo, condições ambientais e distribuição das espécies influenciam a estrutura da vegetação do parque. **Conclusão:** A pesquisa ampliou o conhecimento sobre a arborização do Parque Ecológico Municipal Mário do Canto, identificando espécies arbóreas e avaliando aspectos estruturais, ecológicos e fitossanitários da vegetação. Os objetivos foram parcialmente alcançados, pois o levantamento permitiu caracterizar a arborização e registrar espécies nativas e exóticas. Contudo, a amostragem não foi suficiente para confirmar a representatividade de remanescentes da Mata Atlântica.

Palavras-chave: **BIODIVERSIDADE; ECOSSISTEMAS URBANOS; SUSTENTABILIDADE**

DOI: 10.51189/vii-coninters/83725

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

O PHOTOVOICE COMO ESTRATÉGIA DE EDUCAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE EM COMUNIDADES TRADICIONAIS: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA

WILDER MAX VIEIRA DOS SANTOS

Introdução: Este relato de experiência apresenta uma prática de educação voltada à sustentabilidade desenvolvida em escolas públicas localizadas nas comunidades tradicionais quilombola Taboa, em Capivari de Baixo (SC), e pesqueira de Ibiraquera, em Imbituba (SC), no âmbito das ações da Rede Marangatu. **Objetivo:** A experiência teve como objetivo fortalecer o reconhecimento da sociobiodiversidade local por meio da metodologia participativa *photovoice*, envolvendo estudantes dos anos finais do Ensino Fundamental em processos de observação, registro fotográfico, diálogo e reflexão sobre seus territórios. **Relato de Experiência:** As atividades foram organizadas em três momentos: oficinas de apresentação da metodologia, saídas de campo para produção de registros fotográficos e rodas de conversa para socialização e interpretação das imagens produzidas. As fotografias passaram a integrar atividades das disciplinas da área de Linguagens, favorecendo a articulação entre conhecimentos escolares, saberes comunitários e questões relacionadas à sustentabilidade. Na comunidade quilombola, os registros evidenciaram aspectos da identidade cultural, das práticas tradicionais e da relação histórica com o território. Na comunidade pesqueira, os estudantes destacaram elementos associados à pesca artesanal, às transformações ambientais, à vegetação costeira e aos impactos decorrentes da ocupação e da especulação imobiliária. Em ambas as experiências, o protagonismo estudantil contribuiu para ampliar a percepção sobre os desafios socioambientais locais e fortalecer o sentimento de pertencimento às comunidades. **Conclusão:** A experiência demonstrou que o *photovoice* constitui uma estratégia pedagógica capaz de aproximar escola e comunidade, favorecendo processos educativos voltados à sustentabilidade, à valorização dos saberes locais e à construção coletiva de conhecimentos. Além de estimular o protagonismo juvenil, a metodologia possibilitou que os estudantes compreendessem seu território como espaço de aprendizagem, conservação e participação social, evidenciando seu potencial para o desenvolvimento de práticas educativas comprometidas com a sustentabilidade em comunidades tradicionais.

Palavras-chave: **PHOTOVOICE; SUSTENTABILIDADE; COMUNIDADES TRADICIONAIS**

DOI: 10.51189/vii-coninters/83745

URBANISMO TÁTICO: USO DE ESTRATÉGIAS EM BUSCA DE REVITALIZAÇÃO DE ÁREAS URBANAS PÚBLICAS SUBUTILIZADAS

FERNANDA MINGOTE COLARES LUZ; TANIA DIAS DOS SANTOS OLIVEIRA

RESUMO

Esse trabalho relata a experiência do Projeto de Extensão Urbanismo Tático, vinculado ao EMAU (Escritório Modelo de Arquitetura, Urbanismo e Design) chamado Croqui, do Centro Universitário UNA, Campus Contagem/MG, desenvolvido continuamente desde o primeiro semestre de 2024. O projeto tem como objetivo revitalizar áreas públicas urbanas subutilizadas ou em desuso no município de Contagem, transformando-as em espaços mais atrativos, funcionais e sustentáveis por meio de intervenções táticas de baixo custo, participação comunitária e mapeamento colaborativo digital. A iniciativa articula ensino, pesquisa e extensão de forma interdisciplinar, reunindo estudantes de Arquitetura e Urbanismo, Design, Engenharias e Tecnologia da Informação, sob orientação docente. A metodologia adotada combina revisão bibliográfica sobre urbanismo tático, mapeamento colaborativo presencial e digital, visitas técnicas, entrevistas com moradores e ações de intervenção efêmera no espaço público. Ao longo dos semestres de 2024.1 a 2026.1, foram realizadas visitas técnicas ao Bairro Inconfidentes, com diagnóstico de uma nascente histórica do Riacho das Pedras; a Ação Grito das Águas (junho/2025), em parceria com o COMPAC — Conselho Municipal do Patrimônio Cultural de Contagem —, com intervenções artísticas, lixeiras ecológicas e oficinas comunitárias no entorno da nascente; a Ação Calçadas Brincantes (novembro/2025), em parceria com a SEMAD e o Programa Com-Vidas nas Escolas, que transformou o percurso entre a Escola Municipal Josefina de Souza Lima e o Educarte Estação do Saber com pinturas, plantio de mudas e elementos lúdicos; em 2026.1 a Ação Urbanismo Tático das escolas: um pomar de saberes e sentidos, no Instituto Desenvolvimento Educacional Arca da Aliança, no Bairro Jardim Industrial, em Contagem, com o objetivo de transformar pequenos espaços com recursos que podem ser reaproveitados no qual voluntários e crianças construíram um jardim vertical e horizontal dentro do Instituto e sua fachada, cultivando plantas e a consciência ambiental, aprendizado e um espaço mais bonito e sustentável. Paralelamente, equipes estudantis avançam no desenvolvimento de um aplicativo digital para mapeamento colaborativo de áreas subutilizadas, denominado Cidades Vivas, em fase de prototipagem. Os resultados indicam que o projeto promove transformação urbana concreta, engajamento cidadão, formação profissional crítica e parcerias institucionais efetivas, contribuindo para a garantia do direito à cidade e para o fortalecimento do papel social da universidade nos territórios.

Palavras-chave: espaço público; urbanismo tático; participação comunitária.

1 INTRODUÇÃO

Muitas cidades brasileiras convivem com um paradoxo persistente: enquanto a demanda por espaços públicos de qualidade cresce junto com a urbanização, inúmeras áreas permanecem subutilizadas, degradadas ou simplesmente em desuso. Em municípios de médio porte como Contagem/MG, esse fenômeno se manifesta em muitos bairros, onde praças sem manutenção, calçadas deterioradas e espaços residuais convivem com comunidades que carecem de áreas lazer, descanso e sentimento de pertencimento urbano.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83751

Diante desse cenário, o urbanismo tático emerge como abordagem para a transformação do espaço público. Trata-se de intervenções de pequena escala, baixo custo e caráter temporário ou efêmero, que buscam requalificar áreas urbanas por meio de ações rápidas, participativas e experimentais, muitas vezes protagonizadas pela própria comunidade e por atores da sociedade civil (*Lydon; Garcia, 2015*). Ao contrário do planejamento urbano convencional — hierárquico, burocrático e de longa maturação —, o urbanismo tático opera em lógica não hierárquica, propondo alternativas que podem ser avaliadas, ajustadas e apropriadas pelos próprios moradores (*Alex, 2011*).

O presente trabalho relata a experiência do projeto de extensão Urbanismo Tático, conduzido pelo EMAU Croqui — Escritório Modelo de Arquitetura, Urbanismo e Design — do Centro Universitário UNA, Campus Contagem/MG, desde o primeiro semestre de 2024. O projeto articula formação universitária interdisciplinar com engajamento comunitário real, promovendo intervenções táticas em espaços públicos subutilizados de Contagem e desenvolvendo, em paralelo, uma ferramenta digital de mapeamento colaborativo denominada Cidades Vivas. O objetivo geral é revitalizar áreas públicas urbanas subutilizadas ou em desuso, transformando-as em espaços mais atrativos, funcionais e sustentáveis para os moradores, por meio da participação ativa da comunidade e de parcerias institucionais.

A relevância social do projeto se inscreve no eixo Sustentabilidade Social — Engajamento com comunidades locais e tradicionais, pois busca promover o direito à cidade (*Lefebvre, 1968 apud Garbossa; Silva, 2016*), ampliar o acesso da população à transformação urbana e fortalecer o papel da universidade como agente de desenvolvimento territorial nos territórios de vulnerabilidade socioespacial.

2 RELATO DE CASO/EXPERIÊNCIA

O projeto de extensão Urbanismo Tático teve início em 2024.1 como projeto piloto, com dez encontros híbridos — nove online e um presencial —, nos quais foram trabalhados os fundamentos teóricos e práticos do urbanismo tático a partir das referências bibliográficas do EMAU Croqui, com metodologia de sala de aula invertida. Nesse semestre, a área de intervenção inicialmente prevista era a Praça Rotatória Raimunda R. Magela, no Bairro Inconfidentes, em Contagem. Contudo, a visita técnica presencial revelou que qualquer intervenção no local exigiria parceria direta com a Prefeitura Municipal de Contagem, inviável no prazo letivo disponível.

Por sugestão de uma das estudantes, a equipe deslocou-se para a praça adjacente à Avenida Olímpio Garcia, no mesmo bairro. Ali foi identificada uma nascente do Córrego Riacho das Pedras, inventariada pelo Patrimônio Cultural Municipal, em estado de abandono e cercada por problemas diagnósticos evidentes: baixa iluminação, ausência de equipamentos de lazer, acúmulo de resíduos sólidos, fiação elétrica exposta e presença de pessoas em situação de rua, e ao mesmo tempo revelaram a existência do Centro de Reciclagem Cabral, localizado no entorno imediato, que realiza um importante trabalho de triagem e reciclagem urbana. Entrevistas com moradores e frequentadores do ponto de ônibus revelaram o desejo por mais limpeza. A nascente, apesar de inventariada, era desconhecida pela maior parte da população local.

Em 2024.2, a equipe aprofundou os estudos de caso e realizou novos mapeamentos colaborativos, até então com a ferramenta Padlet, documentando o percurso, o diagnóstico e as diretrizes preliminares de intervenção. O Estudo Preliminar consolidou um mapa síntese georreferenciado, com legenda indicando a área pública, a nascente e o Ponto de Coleta Cabral. O elenco de diretrizes incluía mobiliário urbano, paisagismo e valorização da nascente.

Em 2025.1, o projeto conquistou sua primeira parceria institucional efetiva: o COMPAC — Conselho Municipal do Patrimônio Cultural de Contagem —, que autorizou e apoiou a Ação Grito das Águas, realizada em 14 de junho de 2025, das 9h às 12h, no entorno da nascente do

Córrego Riacho das Pedras, na confluência da Rua José Barra do Nascimento com a Avenida Olímpio Garcia. A ação foi concebida como evento de urbanismo tático aberto à comunidade e incluiu: pinturas artísticas temáticas sobre a água ao redor da nascente; instalação de lixeiras ecológicas confeccionadas com paletes e pneus reutilizados, pintados com as cores da coleta seletiva; criação de varais de cartazes com mensagens educativas e ambientais; instalação de totens e placas informativas sobre a nascente e sua importância ecológica; café da manhã comunitário; oficina de reciclagem com o Cabral Reciclagem; e oficina de compostagem. A ação envolveu estudantes de múltiplos cursos e atraiu moradores do entorno, crianças e representantes do COMPAC e da Cabral Reciclagem. Todas as intervenções enfatizaram a preservação da nascente e a adoção de práticas sustentáveis como mecanismo de prevenção da poluição hídrica e do entorno imediato.

Em 2025.2, o projeto expandiu seu alcance institucional com a assinatura de Termo de Parceria, Cooperação e Coparticipação com a SEMAD — Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Contagem —, além de articulações com a SEDUC, o Programa de Educação Ambiental Com-Vidas nas Escolas, a Escola Municipal Josefina de Souza Lima, o Educarte Estação do Saber, o COMPAC e o CONPARQ (Conselho de Parques da prefeitura de Contagem). A ação central do semestre foi a Calçada Brincante, realizada em 29 de novembro de 2025, no percurso entre a Escola Municipal Josefina de Souza Lima e o Educarte Estação do Saber, no Bairro Bela Vista, Contagem. Esse trajeto — diariamente percorrido por crianças, familiares e educadores — apresentava calçadas irregulares e desgastadas, pouca sombra, ausência de elementos lúdicos e sinalização precária. A intervenção transformou esse espaço por meio de pinturas coloridas nos meios-fios e calçadas, criação de amarelinhas e jogos pintados no piso, instalação de pneus reutilizados como vasos para mudas de plantas, plantio de espécies arbóreas ao longo do percurso e montagem de varal de balões com desenhos produzidos pelos alunos da escola. Toda a materialidade foi arrecadada pelos próprios estudantes universitários, reforçando o engajamento e o senso de pertencimento. A SEMAD participou ativamente com técnicos que orientaram o plantio das mudas.

Em 2026.1 , em seguimento à Parceria, Cooperação e Coparticipação com a SEMAD — Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Contagem —, além de articulações com a SEDUC, o Programa de Educação Ambiental Com-Vidas nas Escolas, a ação foi Urbanismo Tático das escolas: um pomar de saberes e sentidos, no Instituto Desenvolvimento Educacional Arca da Aliança, no Bairro Jardim Industrial, em Contagem, com o objetivo de transformar pequenos espaços com recursos que podem ser reaproveitados, voluntários e crianças construíram um jardim vertical e horizontal dentro do Instituto e sua fachada, cultivando plantas e a consciência ambiental, aprendizado e um espaço mais bonito para todos.

Paralelamente às intervenções presenciais, equipes de estudantes de Arquitetura e Urbanismo, Design Gráfico, Engenharia de Controle e Automação e Engenharia Elétrica tem trabalhado no desenvolvimento de um aplicativo denominada Cidades Vivas, em fase de prototipagem no InovaLab HUB do Croqui. A ferramenta conta com três funcionalidades principais: Propor — formulário com registro de foto e geolocalização de problemas urbanos —; Votar — feed de propostas para avaliação coletiva —; e Ranking — gráfico de barras com resultados das votações. O aplicativo integra-se ao Google Maps e adota a lógica 5W2H para estruturar as propostas. Em pesquisa realizada com a comunidade, 40 sugestões foram categorizadas: 35% relacionadas à requalificação de praças, 20% à iluminação, 15% à acessibilidade, 12,5% a mobiliário urbano, 10% ao reparo de calçadas e 7,5% a outras demandas. O MVP (Minimum Viable Product) encontra-se em fase de validação de segurança e desempenho.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83751

3 DISCUSSÃO

A trajetória do projeto de extensão Urbanismo Tático ao longo de quatro semestres consecutivos evidencia que a articulação entre extensão universitária, planejamento participativo e intervenção tática produz resultados que transcendem o espaço físico transformado. Cada ação gerou aprendizados que informaram a ação seguinte: os obstáculos burocráticos de 2024.1 levaram à busca ativa de parcerias institucionais, que resultaram na autorização do COMPAC em 2025.1; a experiência da nascente motivou a expansão do projeto para o contexto escolar em 2025.2, ampliando o impacto social para crianças e famílias.

Do ponto de vista teórico, os relatos confirmam a proposição de *Lydon e Garcia (2015)* de que o urbanismo tático opera como laboratório de experiências urbanas, permitindo testar soluções em escala real antes de investimentos permanentes. As intervenções realizadas — temporárias, de baixo custo, com materiais reutilizados e protagonismo comunitário — dialogam diretamente com os princípios da micro-escala de ação descritos por *Ferreira, Braida e Nojima (2020)*: ações pontuais, horizontais, dinâmicas e abertas à apropriação e modificação pela população.

A parceria com o COMPAC revelou a complexidade regulatória e patrimonial inerente às intervenções em áreas inventariadas, um aprendizado que o próprio edital do EMAU Croqui já previa ao incluir "enquadramento legal das intervenções táticas e superação de obstáculos burocráticos" como conteúdo da ementa. A superação desse desafio, por meio do diálogo institucional, foi formativa tanto para os estudantes quanto para a coordenadora, demonstrando que o urbanismo tático não prescinde de legitimidade institucional — ele a constrói de forma processual (*Garbossa; Silva, 2016*).

O desenvolvimento do aplicativo Cidades Vivas introduz uma dimensão inovadora ao projeto: a democratização do diagnóstico urbano por meio de tecnologias digitais participativas. A abordagem combina a escuta ativa presencial — entrevistas, mapeamentos, visitas — com a captação de demandas via plataforma digital, criando um ecossistema de participação que articula cidadãos, estudantes universitários, poder público e instituições parceiras. Esse modelo se alinha à perspectiva de cidades vivas e humanas defendida por *Gehl (2015 apud Ferreira, Braida e Nojima, 2020)*, em que o espaço público é concebido a partir da dimensão humana e da segurança gerada pela ocupação e interação cotidiana.

Do ponto de vista da formação discente, os relatos dos estudantes revelam o impacto das experiências presenciais na construção de competências que extrapolam o currículo formal: observação crítica, análise contextual, empatia com as comunidades, capacidade de trabalho coletivo e engajamento com problemas reais do território. Esses resultados reafirmam a extensão universitária como prática pedagógica insubstituível (*Voordt; Wegen, 2013*).

4 CONCLUSÃO

O projeto de extensão Urbanismo Tático do EMAU Croqui | UNA Contagem demonstra, ao longo de quatro semestres de atuação continuada, que intervenções táticas de baixo custo, aliadas ao mapeamento colaborativo digital e a parcerias institucionais sólidas, são capazes de transformar espaços públicos subutilizados em territórios de pertencimento, aprendizado e qualidade de vida para as comunidades de Contagem/MG.

A experiência acumulada indica que o engajamento comunitário efetivo exige tempo, presença, escuta e diálogo — e que as limitações burocráticas e patrimoniais, longe de serem obstáculos intransponíveis, tornam-se oportunidades de construção de parcerias e legitimidade institucional. A expansão contínua da rede de parceiros — COMPAC, SEMAD, SEDUC, Com-Vidas, Escolas Municipais, Cabral Reciclagem — evidencia a vocação do projeto como plataforma de desenvolvimento territorial baseada no papel social da universidade.

Como perspectivas futuras, o projeto planeja a consolidação e o lançamento público do aplicativo Cidades Vivas, a ampliação das intervenções para novos territórios em Contagem e

DOI: 10.51189/vii-coninters/83751

municípios parceiros, e a submissão de resultados a outros fóruns acadêmicos e de extensão universitária. Limitações identificadas incluem a dependência de recursos arrecadados pelos próprios estudantes, a necessidade de maior suporte institucional para a continuidade das ações entre semestres e o desafio de garantir o monitoramento pós-intervenção dos espaços revitalizados.

REFERÊNCIAS

ALEX, San. *Projeto da praça: convívio e exclusão no espaço público.* São Paulo: Senac, 2011.

FARR, Douglas. *Urbanismo sustentável: desenho urbano com a natureza.* Porto Alegre: Bookman, 2013.

FERREIRA, Igor; BRAIDA, Frederico; NOJIMA, Vera Lúcia. Urbanismo tático e intervenções temporárias: o espaço público contemporâneo. *Cadernos de Arquitetura e Urbanismo,* v. 27, n. 40, 2020.

GARBOSSA, Renata Adriana; SILVA, Rodolfo dos Santos. *O processo de produção do espaço urbano: impactos e desafios de uma nova urbanização.* Curitiba: Editora Intersaberes, 2016.

LYDON, Mike; GARCIA, Anthony. *Urbanismo tático: transformando cidades por meio de ações de curto prazo.* São Paulo: Island Press, 2015.

PANERAI, Phillipe; CASTEX, Jean; DEPAULE, Jean Charles. *Formas urbanas: a dissolução da quadra.* Porto Alegre: Bookman, 2013.

SCHULZ, Sonia Hilf. *Estéticas urbanas: da pólis grega à metrópole contemporânea.* 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

VOORDT, Theo J. M. van der; WEGEN, Herman B. R. van. *Arquitetura sob o olhar do usuário.* São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83751

RELATÓRIOS DE SUSTENTABILIDADE E AGENDA 2030: UMA AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA EVIDENCIAÇÃO DOS ODS EM EMPRESAS DO SETOR DE MINERAÇÃO E METAIS

GISELE VICTOR BATISTA, HELLEN BANDEIRA GOMES

RESUMO

A Agenda 2030 reconhece o setor privado como ator estratégico para a promoção do desenvolvimento sustentável, atribuindo às organizações papel relevante na implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Nesse contexto, a Meta 12.6 do ODS 12 incentiva as empresas a adotarem práticas sustentáveis e integrarem informações de sustentabilidade aos seus ciclos de reporte corporativo. Entretanto, o indicador 12.6.1, utilizado para monitorar essa meta, concentra-se na quantificação das empresas que publicam relatórios de sustentabilidade, sem avaliar a qualidade das informações divulgadas ou sua capacidade de evidenciar contribuições efetivas à Agenda 2030. Diante dessa lacuna, este artigo tem como objetivo analisar em que medida os critérios contemporâneos de materialidade de impacto e transparência corporativa ampliam a capacidade de avaliação da contribuição empresarial à referida meta ODS. A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, exploratória e documental, desenvolvida por meio de análise de conteúdo aplicada aos relatórios de sustentabilidade de empresas parceiros do Pacto Global Rede Brasil. Com base nos referenciais nacionais e internacionais foi elaborado um protocolo analítico estruturado em três dimensões: Integração dos ODS à estratégia organizacional, Materialidade de impacto e vinculação aos ODS e *Accountability* e transparência ODS. As análises inferiram que a maioria das empresas avaliadas se encontra no nível intermediário dos cenários explicitados pelo estudo, nomeado como Evidenciação moderada de contribuição aos ODS, sendo que apenas três demonstram maior capacidade de integração dos ODS na estratégia do negócio. Considera-se que a incorporação de critérios qualitativos à análise dos relatórios de sustentabilidade constitui um avanço metodológico para a avaliação da Meta 12.6 do ODS 12, ao ampliar a capacidade de interpretar a efetiva evidenciação das contribuições empresariais à Agenda 2030.

Palavras-chave: ABNT PR 2030, ESG, Materialidade de impacto.

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade tem sido um dos principais desafios da governança corporativa, exigindo que as organizações desenvolvam mecanismos capazes de conciliar desenvolvimento econômico, inclusão social e integridade ambiental. A crescente intensificação das mudanças climáticas, da escassez de recursos naturais e das desigualdades sociais evidencia a necessidade de modelos de gestão orientados à geração de valor e à preservação das condições que sustentam a vida e os sistemas produtivos (Bosselmann, 2017; Elkington, 2024).

A crescente participação das empresas na agenda de sustentabilidade impulsionou o avanço de instrumentos de governança e gestão, destinados a ampliar a transparência corporativa e fortalecer a prestação de contas (*accountability)* perante as partes interessadas. Como resultado, os relatórios de sustentabilidade passaram a ocupar posição central nos mecanismos de comunicação organizacional, constituindo-se uma ferramenta importante para

DOI: 10.51189/vii-coninters/83755

demonstrar compromissos, resultados e impactos relacionados às dimensões ambiental, social e de governança (ESG).

Nesse contexto, a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, instituída pelos países signatários da Organização das Nações Unidas (ONU), em 2015, representa um dos mais abrangentes esforços globais voltados à promoção da sustentabilidade. No Brasil, é estruturada em 18 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), um a mais que a agenda global, e reconhece que o enfrentamento dos desafios requer a atuação coordenada de múltiplos atores sociais, atribuindo ao setor privado papel fundamental na mobilização de recursos, inovação, investimentos e capacidades para a implementação de soluções em larga escala (ONU, 2015).

A Agenda 2030 ressalta a importância dos relatórios de sustentabilidade na Meta 12.6 do ODS 12 – Consumo e Produção Responsáveis – como ferramenta de transparência e efetividade ao incentivar empresas a adotarem e integrarem as práticas sustentáveis, a seus ciclos de reporte corporativo (ONU, 2015). Para monitorar sua implementação, a ONU estabeleceu o indicador 12.6.1, responsável por mensurar o número de empresas que publicam relatórios de sustentabilidade (BRASIL, 2024), mas sem avaliar a qualidade das informações divulgadas, a mensuração dos impactos ou a efetiva contribuição ao alcance da Agenda 2030.

A limitação do indicador 12.6.1 torna-se particularmente relevante, diante da evolução dos debates contemporâneos sobre sustentabilidade corporativa e ESG, perpassando iniciativas que impulsionam as práticas e investimentos sustentáveis como o Pacto Global da ONU por exemplo, que possui o Pacto Global Rede Brasil como o seu representante nacional. A perspectiva da materialidade de impacto vinculada aos ODS surge como um elemento central, para compreender a efetividade das ações corporativas e sua relação com os desafios globais da sustentabilidade. Somado a isso, a publicação da ISO/UNDP PAS 53002:2024 reforçou a discussão da efetividade dos temas materiais e vinculação com a Agenda 2030, ao propor diretrizes para a integração dos ODS aos sistemas de gestão organizacional por meio de uma abordagem baseada no ciclo de melhoria contínua, capaz de incorporar os objetivos globais ao planejamento estratégico, à governança, à gestão de riscos e ao monitoramento de desempenho (ISO/UNDP, 2024). Ainda, ABNT PR 2030-2:2024 propõe diretrizes para integração dos aspectos ESG à estratégia organizacional, enfatizando a necessidade de alinhar sustentabilidade, criação de valor e tomada de decisão (ABNT PR 2030-2, 2024).

Nesse contexto, o artigo tem como objetivo analisar em que medida os critérios contemporâneos de materialidade de impacto, governança para sustentabilidade e transparência corporativa ampliam a capacidade de avaliação da contribuição empresarial à Meta 12.6 do ODS 12 da Agenda 2030. Para fins de aplicação empírica da discussão teórica proposta, foram analisados os relatórios de sustentabilidade de 09 empresas brasileiras do setor de Mineração e Metais, parceiras do Pacto Global Rede Brasil.

A escolha justifica-se pela relevância da mineração no contexto da Agenda 2030 em razão de sua elevada capacidade de influenciar dimensões econômicas, sociais e ambientais do desenvolvimento sustentável, destacando tanto oportunidades de geração de valor para a sociedade quanto desafios relacionados à gestão de impactos socioambientais (MME, 2017). Dito isso, ao discutir os limites e potencialidades dos mecanismos atuais de avaliação da Meta 12.6, o artigo busca contribuir para o avanço das discussões sobre governança dos ODS, *accountability* corporativa e efetividade dos instrumentos utilizados para monitorar a implementação da Agenda 2030 no setor privado.

2 RELATO DE CASO OU EXPERIÊNCIA

A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, exploratória e documental, desenvolvida por meio de análise de conteúdo aplicada a relatórios corporativos de sustentabilidade. A escolha fundamenta-se na compreensão de que os relatórios corporativos constituem uma das principais fontes públicas utilizadas pelas organizações para comunicar seus compromissos, práticas,

resultados e impactos relacionados à sustentabilidade. A construção metodológica ocorreu em cinco etapas complementares, as quais são descritas de forma detalhada a seguir.

Etapa 1 – Análise da Meta 12.6 do ODS 12 e seu indicador de monitoramento

A primeira etapa consistiu na análise da Meta 12.6 do ODS 12 - Consumo e Produção Responsáveis, bem como do indicador 12.6.1 utilizado pelas Nações Unidas para monitorar sua implementação. A análise permitiu identificar que o indicador está centrado na quantificação do número de empresas que publicam relatórios de sustentabilidade, não contemplando aspectos relacionados à qualidade das informações divulgadas, à materialidade dos temas reportados ou à efetiva integração da sustentabilidade à estratégia organizacional. A partir dessa constatação, definiu-se a questão orientadora da pesquisa: *A simples publicação de relatórios de sustentabilidade é suficiente para avaliar a contribuição empresarial ao alcance das metas das da Agenda 2030*?

Etapa 2 – Definição do setor de análise

A segunda etapa consistiu na seleção de um setor econômico caracterizado por elevada materialidade socioambiental e significativa capacidade de influência sobre os desafios do desenvolvimento sustentável. Como referência para essa definição, foram considerados os setores priorizados pelo *International Sustainability Standards Board* (ISSB) nos debates internacionais relacionados à consulta pública de interoperabilidade entre os padrões do *Sustainability Accounting Standards Board* (SASB) e os IFRS *Sustainability Disclosure Standards*. Assim, o segmento de Mineração e Metais foi escolhido em razão da magnitude de seus impactos econômicos, sociais e ambientais, bem como de sua recorrente presença nas discussões internacionais sobre sustentabilidade, riscos ESG, gestão de recursos naturais e transição para modelos de desenvolvimento sustentável.

A escolha do setor também foi fundamentada no estudo "Atlas: Mapeando os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável na Mineração (2017)", desenvolvido pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), que reconhece a atividade mineral como estratégica para a implementação de diversos ODS, ao mesmo tempo em que evidencia a necessidade de mecanismos robustos de governança.

Etapa 3 – Levantamento do universo de empresas reportantes

Na terceira etapa, realizou-se levantamento dos dados utilizados pelo Brasil para monitoramento do indicador 12.6.1, utilizando informações disponibilizadas pela plataforma ODS Brasil e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A delimitação de pesquisa ateve-se ao número de empresas brasileiras, com mais de 100 funcionários, que publicaram relatórios de sustentabilidade no ano de 2024 e a quantidade de indústrias extrativas, contidas nesse montante. Do total de 4.647 empresas que publicaram relatórios de sustentabilidade no ano de 2024, apenas 170 se referiam a indústrias extrativas (IBGE, 2024).

Etapa 4 – Definição da amostra de empresas

A quarta etapa envolveu a identificação das empresas pertencentes ao setor de Mineração e Metais, parceiras do Pacto Global Rede Brasil. A escolha fundamentou-se no fato de que essas organizações assumem publicamente o compromisso de alinhar suas estratégias e operações aos Dez Princípios do Pacto Global e à Agenda 2030. Inicialmente foram identificadas todas as organizações classificadas no setor "Metais Industriais e Mineração" na plataforma do Pacto Global Rede Brasil. Posteriormente, foram excluídas empresas pertencentes às categorias de transformação industrial, permanecendo apenas organizações diretamente relacionadas às atividades extrativas e minerárias.

O setor de "Mineração e Metais", foco deste estudo, intitulado pelo Pacto Global Rede Brasil como "Metais industriais e mineração", possuía 16 empresas subdivididas em seis categorias listadas na plataforma, no momento do estudo, das quais "Fabricação de Metais" e "Metais não ferrosos" foram excluídas em virtude das delimitações já salientadas (Pacto Global, 2026). Assim, das quatro categorias restantes (Mineração Geral, Ferro e Aço, Alumínio e

Cobre), restaram 14 empresas, mas, quatro não possuíam relatórios de sustentabilidade e uma não se configurava como grande porte. Ao final, a amostra foi fechada por 09 empresas que publicaram relatórios de sustentabilidade referentes ao ano de 2024.

Etapa 5 – Construção do protocolo analítico

A quinta etapa consistiu na elaboração do protocolo analítico utilizado para avaliação da qualidade das informações relacionadas aos ODS. Como referência metodológica, adotou-se a abordagem proposta por Silva (2021), que destaca a necessidade de distinguir informações meramente declaratórias de evidências mais consistentes de integração dos ODS à estratégia, à governança e à gestão organizacional. A autora demonstra que muitas empresas legitimam suas contribuições aos ODS por meio do mapeamento de atividades já existentes ou da associação com iniciativas de sustentabilidade, sem necessariamente evidenciar mudanças estruturais no modelo de negócio ou nos processos internos de gestão. Assim, embora esta pesquisa não adote a Teoria da Legitimidade como lente teórica central, incorpora sua contribuição metodológica ao reconhecer a importância de distinguir informações meramente declaratórias de evidências mais consistentes de integração dos ODS.

Adicionalmente, foram utilizados os referenciais da ISO/UNDP PAS 53002:2024, da ABNT PR 2030-2:2024 e da *Global Reporting Initiative* (GRI), para definição dos critérios de análise. A convergência entre esses referenciais permitiu estruturar três dimensões analíticas (Tabela 1) consideradas essenciais para avaliar a qualidade da evidenciação dos ODS nos relatórios corporativos analisados.

Tabela 1 – Protocolo analítico para avaliação qualitativa dos reportes de sustentabilidade

Dimensão analítica	Objetivo da avaliação	Evidências observadas	Pontuação
Integração dos ODS à estratégia organizacional	Evidências de que os ODS estão incorporados ao planejamento estratégico, às metas corporativas e aos processos decisórios.	Vinculação dos ODS à estratégia, metas e conexão com o modelo de negócio, evidências de planejamento e monitoramento das metas ODS.	0 a 3
Materialidade de impacto e vinculação aos ODS	Evidências de que a organização identifica e prioriza impactos ambientais e sociais relevantes e relaciona com os ODS e suas metas.	Matriz de materialidade de impacto, consulta a partes interessadas, identificação de impactos e conexão com temas materiais e ODS e suas metas.	0 a 3
Accountability e transparência ODS	Evidências de que o relatório apresenta resultados, avanços e limitações vinculadas aos ODS.	Indicadores, metas, séries históricas, resultados quantitativos e qualitativos, comparabilidade, reconhecimento de desafios e impactos negativos ODS.	0 a 3

Fonte: Elaboração própria, com base em conceitos e métodos GRI (2021), ISO; UNDP (2024), ABNT (2024).

Cada dimensão recebeu pontuação de 0 a 3 onde 0 corresponde à ausência de evidências; 1 indica evidências limitadas ou superficiais; 2 representa evidências parciais ou moderadas; 3 corresponde a evidências mais robustas, integradas à estratégia e à gestão organizacional. A pontuação máxima, por organização, correspondeu a 9 e partindo disso, os relatórios foram classificados em três níveis de cenários de contribuição evidenciada aos ODS, conforme apresentado na Tabela 2:

Tabela 2 – Cenários de Contribuição Evidenciada aos ODS

Faixa de Pontuação	Cenário
00 a 02 pontos	Evidenciação baixa de contribuição aos ODS
03 a 06 pontos	Evidenciação moderada de contribuição aos ODS
07 a 09 pontos	Evidenciação mais robusta de contribuição aos ODS

Fonte: Elaboração própria, com base na classificação de maturidade da ABNT PR 2030-1, 2024.

Cabe destacar que os cenários propostos não possuem caráter de auditoria, certificação ou validação do desempenho das organizações analisadas. Seu propósito consiste

exclusivamente em interpretar o grau de evidenciação das contribuições aos ODS, a partir das informações disponibilizadas nos relatórios corporativos, permitindo uma leitura qualitativa complementar ao indicador ODS 12.6.1.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do protocolo analítico apontou diferentes níveis de qualidade na evidenciação das contribuições aos ODS entre as organizações analisadas. Das nove empresas avaliadas, uma foi classificada na dimensão baixa, cinco na dimensão moderada e três na dimensão robusta. Observa-se que a maior fragilidade se concentrou na dimensão *accountability* e transparência ODS, especialmente quanto à apresentação de metas, indicadores e evidências dos resultados relacionados aos ODS.

Em contrapartida, empresas que obtiveram maior pontuação demonstraram maior integração entre estratégia organizacional, materialidade de impacto e mecanismos de monitoramento, indicando uma abordagem mais estruturada para comunicar suas contribuições à Agenda 2030. Os resultados desta análise são apresentados na Tabela 3:

Tabela 3 – Resultado das Análises dos Relatórios e Contribuição Evidenciada aos ODS

Empresa	Pontuação	Cenário de contribuição aos ODS	Justificativa do Cenário
Bemisa	0	Evidenciação baixa	A empresa não publica relatório de sustentabilidade, apenas informações dispersas em relatórios socioambientais.
Mineração Morro do Ipê	3	Evidenciação moderada	O relatório estabelece conexões entre os temas materiais e alguns ODS, demonstra alinhamento inicial com o modelo de negócio, porém identifica limitações na explicitação da materialidade de impacto. Além disso, não foram observadas metas ou indicadores estruturados que permitissem acompanhar o desempenho das ações relacionadas aos ODS, restringindo a transparência e a capacidade de demonstrar resultados consistentes.
LIASA	4		O relatório apresenta integração entre os temas materiais e os ODS, materialidade de impacto e maior estruturação quanto a mitigação dos impactos negativos. Porém as limitações quanto ao estabelecimento de metas específicas e indicadores de desempenho diretamente vinculados aos ODS, reduzindo a capacidade de monitoramento dos resultados apresentados.
Eletro Aço Altona	4		O relatório demonstra esforço em relacionar determinados indicadores dos ODS 8, 9 e 13 ao modelo de negócio e aos temas materiais, entretanto a análise evidencia predominância de uma abordagem declaratória, sem evidências suficientes que comprovem a efetividade das iniciativas reportadas. Da mesma forma, a materialidade não contempla de forma explícita os impactos negativos associados às operações.
Samarco	5		O relatório apresenta boa integração entre os temas materiais e os ODS, estabelecendo conexões relevantes com aspectos ESG. Contudo, a dimensão de *accountability* mostrou-se menos desenvolvida em relação a metas e indicadores diretamente associados aos ODS, reduzindo a capacidade de avaliação dos resultados alcançados.
Anglo American Brasil	6		O relatório demonstra integração entre estratégia, temas materiais e ODS, apresentando matriz de materialidade e indicadores de desempenho relacionados às iniciativas desenvolvidas. Entretanto, a análise indica potencial de evolução na explicitação da relação entre os temas materiais e resultados alcançados, bem como na transparência sobre metas específicas ODS.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83755

Nexa Resources	7	Evidenciação robusta	O relatório apresenta integração consistente entre os temas materiais e os ODS, contemplando aspectos ESG alinhados ao negócio. Destaca-se a qualidade da materialidade de impacto, especialmente pela identificação de temas críticos como mudanças climáticas, recursos hídricos e gestão de barragens. Apesar da existência de metas e indicadores, há oportunidades de aprimoramento quanto à vinculação de temas materiais, sobretudo sociais e de governança, a objetivos específicos e mecanismos de acompanhamento.
Norsk Hydro Brasil	9		O relatório demonstra elevada integração entre estratégia, temas materiais e ODS, apresentando metas, indicadores, resultados e mecanismos de monitoramento. A estrutura de materialidade contempla impactos positivos e negativos, enquanto a *accountability* é fortalecida pela divulgação consistente de indicadores de desempenho associados aos ODS, evidenciando elevado grau de maturidade na comunicação da sustentabilidade.
Companhia Brasileira de Alumínio (CBA)	9		O relatório apresenta forte integração entre temas materiais, estratégia corporativa e ODS, destacando-se pela utilização de mecanismos específicos para monitoramento da contribuição aos ODS. Além da estrutura consolidada de materialidade de impacto, a empresa evidencia metas, indicadores e percentuais de alcance relacionados aos ODS, conferindo maior consistência às informações divulgadas e transparência de resultados.

Fonte: Elaboração própria, com base na classificação de protocolo analítico para avaliação qualitativa dos reportes de sustentabilidade relacionados aos ODS – Agenda 2030.

Observa-se predominância de empresas classificadas nos cenários intermediários e robustos de evidenciação, indicando que as organizações analisadas já incorporam práticas relevantes de reporte dos ODS. Entretanto, persistem limitações relacionadas principalmente à *accountability* e à demonstração dos impactos materiais, corroborando a literatura que aponta diferenças entre divulgação de sustentabilidade e evidenciação efetiva da contribuição empresarial à Agenda 2030. Cabe destacar que esta análise não possui caráter de auditoria das práticas empresariais, sendo que os cenários apresentados decorrem de interpretação qualitativa das informações s divulgadas publicamente nos relatórios corporativos.

4 CONCLUSÃO

Os resultados da pesquisa evidenciam que a simples publicação de relatórios de sustentabilidade, embora represente um importante avanço para a transparência corporativa e para o monitoramento da Meta 12.6 do ODS 12, não é suficiente para compreender a efetiva contribuição das organizações à Agenda 2030. A aplicação do protocolo analítico permitiu identificar diferenças significativas na qualidade da evidenciação das informações relacionadas aos ODS entre as empresas analisadas, demonstrando que aspectos como Integração dos ODS à estratégia organizacional, Materialidade de impacto e vinculação aos ODS e Accountability e transparência corporativa influenciam diretamente a capacidade dos relatórios de comunicar, de forma consistente, os compromissos e resultados associados ao desenvolvimento sustentável.

Como contribuição acadêmica, o artigo propõe um protocolo fundamentado em referenciais atuais de sustentabilidade corporativa, demonstrando aplicabilidade na avaliação da evidenciação dos ODS em relatórios corporativos. Como limitações, destacam-se a análise restrita às informações publicamente divulgadas pelas organizações e a delimitação da amostra a um único setor econômico. Recomenda-se que pesquisas futuras ampliem a aplicação do protocolo para diferentes segmentos produtivos e explorem sua utilização em análises comparativas, contribuindo para o aperfeiçoamento dos mecanismos de avaliação da participação empresarial na implementação da Agenda 2030.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83755

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT PR 2030-1:2024: Ambiental, Social e Governança (ESG) – Parte 1: Conceitos, diretrizes e modelo de avaliação e direcionamento para organizações**. São Paulo: ABNT, 2024.

BOSSELMANN, Klaus. **The Principle of Sustainability: Transforming Law and Governance**. 2. ed. Londres: Routledge, 2017.

BRASIL. Comissão Nacional para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12: Consumo e Produção Responsáveis. Meta 12.6**. Brasília, DF, 2024. Disponível em: https://odsbrasil.gov.br/objetivo12/indicador1261. Acesso em: 10 jun. 2026.

ELKINGTON, John. Tickling Sharks: **How We Sold Business on Sustainability**. Austin: Fast Company Press, 2024.

GLOBAL REPORTING INITIATIVE (GRI). **GRI 3: Material Topics** 2021. Amsterdã: Global Reporting Initiative, 2021. Disponível em: https://www.globalreporting.org. Acesso em: 11 jun. 2026.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PINTEC, 2024**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br. Acessado em 10 jun. 2026.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO); UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME (UNDP). **ISO/UNDP PAS 53002:2024 – Guidelines for contributing to the United Nations Sustainable Development Goals** (SDGs). Genebra: ISO, 2024.

MME – Ministério de Minas e Energia. **Atlas: Mapeando os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável na Mineração**, 2017. Disponível em: https://www.gov.br/mme/pt-br/assuntos/noticias/mme-e-pnud-lancam-relatorio-atlas-mapeando-os-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-na-mineracao. Acessado em 17 jun. 2026.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.** Nova York: Organização das Nações Unidas, 2015. Disponível em: https://sdgs.un.org/2030agenda. Acesso em: 09 jun. 2026.

PACTO GLOBAL REDE BRASIL. **Empresas Participantes**, [2000]. Disponível em: https://unglobalcompact.org/Acessado em 18 jun. 2026

SILVA, Samantha**. *Corporate contributions to the Sustainable Development Goals: an empirical analysis informed by legitimacy theory.*** *Journal of Cleaner Production*, v. 292, art. 125962, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.125962

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

EDUCAÇÃO AMBIENTAL NOS ANOS INICIAIS: UMA EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA SOBRE PRESERVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE EM UMA FEIRA DE CIÊNCIAS.

NÚBIA MORENO DOS SANTOS

Introdução: As questões ambientais têm ocupado lugar de destaque nas discussões da atualidade, evidenciando a necessidade de formação de cidadãos conscientes e engajados com a conservação e defesa dos recursos naturais. Nesse cenário, a escola desempenha um papel importante na promoção da Educação Ambiental, contribuindo para o desenvolvimento de valores, atitudes e práticas voltadas à sustentabilidade desde os anos iniciais da Educação Básica. **Objetivo:** Este trabalho teve como objetivo relatar uma experiência pedagógica desenvolvida com estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental, visando promover a conscientização ambiental e a adoção de práticas sustentáveis por meio de atividades interativas apresentadas em uma Feira de Ciências escolar. **Relato de Experiência:** O trabalho foi desenvolvido em uma escola pública, durante a organização e execução da Feira de Ciências, envolvendo alunos do 5º ano do Ensino Fundamental. As atividades foram estruturadas em estações temáticas, nas quais os estudantes atuaram como pesquisadores e multiplicadores do conhecimento. A primeira rota abordou o conceito de meio ambiente e sua importância para a vida. A segunda apresentou informações sobre o tempo de decomposição de diferentes materiais descartados na natureza. A terceira destacou a reciclagem criativa, por meio da exposição de objetos confeccionados com jornais e revistas reutilizados. Outra estação explorou os princípios dos 5Rs da sustentabilidade (Repensar, Recusar, Reduzir, Reutilizar e Reciclar). Por fim, foi realizada uma atividade interativa sobre atitudes que contribuem para o planeta que queremos. **Conclusão:** A experiência deixou evidente que as feiras de ciências constituem importantes espaços de aprendizagem significativa, possibilitando a integração entre conhecimentos científicos e vivências cotidianas. Além de fortalecer a educação ambiental no contexto escolar, o projeto contribuiu para a formação de cidadãos mais conscientes e comprometidos com a preservação do meio ambiente. Dessa forma, destaca-se a relevância de ações pedagógicas que incentivem a reflexão crítica e a adoção de práticas sustentáveis desde os anos iniciais da educação básica.

Palavras-chave: **EDUCAÇÃO AMBIENTAL; EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA; CONSCIENTIZAÇÃO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/83769

RELATÓRIOS DE SUSTENTABILIDADE E INDICADORES ESG NO AGRONEGÓCIO: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE DESAFIOS DE ELABORAÇÃO E PADRONIZAÇÃO

ANDRESSA TORRES; CACIARA GONZATTO MACIEL; CLAUDIMAR SIDNEI FIOR

RESUMO

A agenda ESG (*Environmental, Social and Governance*) tem ganhado relevância no ambiente empresarial por integrar critérios ambientais, sociais e de governança à avaliação do desempenho das organizações. No agronegócio, essa discussão assume importância particular devido à relação direta do setor com o uso de recursos naturais, a produção de alimentos, a geração de empregos, a segurança alimentar e a organização de cadeias produtivas extensas e heterogêneas. Nesse contexto, os relatórios de sustentabilidade e os indicadores ESG constituem instrumentos importantes para comunicar práticas, metas, resultados e compromissos socioambientais e de governança. Entretanto, sua elaboração ainda enfrenta desafios significativos relacionados à coleta, mensuração, rastreabilidade, transparência, verificabilidade e padronização das informações. Este trabalho teve como objetivo analisar, por meio de revisão bibliográfica, os principais desafios relacionados à elaboração de relatórios de sustentabilidade e à definição de indicadores ESG no agronegócio, com ênfase nas limitações de coleta de dados, mensuração, transparência e padronização das informações empresariais. O estudo foi desenvolvido por meio de revisão bibliográfica qualitativa e descritiva, com análise de publicações científicas e técnicas relacionadas à sustentabilidade empresarial, ESG, governança corporativa, relatórios não financeiros e agronegócio. Os estudos analisados indicam que a diversidade dos sistemas produtivos, a complexidade das cadeias agroindustriais, a presença de diferentes agentes econômicos e a ausência de critérios uniformes dificultam a construção de indicadores comparáveis, verificáveis e adequados às especificidades do setor. Também se observa que a divulgação de informações ESG sem evidências consistentes pode comprometer a credibilidade dos relatórios e favorecer interpretações superficiais sobre sustentabilidade empresarial. Conclui-se que a efetividade dos relatórios de sustentabilidade no agronegócio depende da construção de indicadores setoriais, da melhoria na rastreabilidade dos dados, da padronização metodológica e da integração entre os pilares ambiental, social e de governança.

Palavras-chave: Cadeia produtiva; Governança corporativa; Transparência.

1 INTRODUÇÃO

A incorporação de critérios ambientais, sociais e de governança nas estratégias empresariais tem ampliado o debate sobre sustentabilidade corporativa. A sigla ESG, derivada do termo em inglês *Environmental, Social and Governance* (Ambiental, Social e Governança) reúne fatores relacionados ao desempenho ambiental, às relações sociais e às práticas de governança das organizações. Li *et al.* (2021) destacam que o ESG constitui uma estrutura utilizada para avaliar o comportamento corporativo, orientar decisões de investimento e analisar o desempenho sustentável das empresas.

No contexto empresarial, a agenda ESG está associada à necessidade de maior transparência, prestação de contas e comunicação com investidores, consumidores, órgãos

DOI: 10.51189/vii-coninters/83775

reguladores e demais partes interessadas (*stakeholders*). Belinky (2021) ressalta que os negócios passaram a ser avaliados não apenas por critérios financeiros tradicionais, como rentabilidade e competitividade, mas também por seus atributos ambientais, sociais e de governança. Assim, os relatórios de sustentabilidade e os indicadores ESG tornam-se instrumentos relevantes para demonstrar práticas, metas e resultados relacionados à responsabilidade socioambiental e à governança corporativa.

No agronegócio, essa discussão apresenta importância particular, pois o setor está diretamente ligado ao uso de recursos naturais, à produção de alimentos, à geração de empregos e à organização de cadeias produtivas extensas e heterogêneas. Gardelin (2026) aponta que o ESG se relaciona ao agronegócio tanto pelas oportunidades de financiamento e fortalecimento de boas práticas quanto pelos desafios ambientais, sociais e econômicos associados ao setor. Dessa forma, a aplicação de indicadores ESG no agronegócio exige atenção a aspectos como uso da água, emissões de gases de efeito estufa, mudanças no uso do solo, condições de trabalho, rastreabilidade e transparência na cadeia produtiva.

Apesar de sua relevância, a elaboração de relatórios de sustentabilidade no setor agropecuário e agroindustrial ainda enfrenta limitações importantes. A diversidade de sistemas produtivos, a dificuldade de coleta de dados, a rastreabilidade limitada, a ausência de padronização metodológica e a participação de diferentes agentes na cadeia produtiva podem comprometer a consistência, a comparabilidade e a verificabilidade das informações divulgadas. Plaskova *et al*. (2024) indicam que as características setoriais devem ser consideradas na formulação de indicadores voltados ao desenvolvimento sustentável de empresas agrícolas, evidenciando a necessidade de critérios específicos para o setor.

Além disso, a falta de critérios claros pode reduzir a efetividade dos relatórios e favorecer o uso superficial da agenda ESG. Ao discutir a diferença entre ESG e sustentabilidade empresarial, Belinky (2021) alerta que a ausência de parâmetros consistentes de avaliação pode ampliar o risco de divulgação de práticas sustentáveis de forma superficial ou enganosa (*greenwashing*). Nesse sentido, relatórios baseados em informações pouco mensuráveis, não verificáveis ou desarticuladas das práticas reais da empresa podem comprometer a confiança dos *stakeholders* e limitar sua função como instrumentos de transparência.

Outro aspecto relevante é a definição da materialidade das informações divulgadas. No agronegócio, os temas materiais podem variar conforme o segmento produtivo, a localização territorial, o porte da empresa, o tipo de cadeia de fornecimento e o grau de exposição a riscos ambientais e sociais. Por isso, a seleção de indicadores deve considerar a realidade operacional das organizações e as demandas dos *stakeholders*, evitando relatórios genéricos e pouco úteis para a tomada de decisão.

Diante desse cenário, torna-se necessário compreender os principais entraves relacionados à construção de relatórios e indicadores ESG aplicáveis ao agronegócio. Este trabalho tem como objetivo analisar, por meio de revisão bibliográfica, os principais desafios relacionados à elaboração de relatórios de sustentabilidade e à definição de indicadores ESG no agronegócio, com ênfase nas limitações de coleta de dados, mensuração, transparência e padronização das informações empresariais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido por meio de revisão bibliográfica qualitativa e descritiva, com foco nos desafios relacionados à elaboração de relatórios de sustentabilidade e à definição de indicadores ESG no setor do agronegócio. O levantamento foi realizado nas plataformas Google Acadêmico e Portal de Periódicos CAPES, utilizando descritores em português e inglês, como: “ESG”, “agronegócio”, “*agribusiness*”, “relatórios de sustentabilidade”, “*sustainability reports*”, “indicadores ESG”, “ESG *indicators*”, “sustentabilidade empresarial”, “*corporate*

sustainability", "governança corporativa", "*corporate governance*", "transparência", "*accountability*" e "*greenwashing*".

Inicialmente, foram selecionadas 16 referências científicas e técnicas publicadas entre 2020 e 2026, relacionadas à agenda ESG, sustentabilidade empresarial, relatórios não financeiros, indicadores de desempenho ambiental, social e de governança, bem como à aplicação desses instrumentos no setor agropecuário e agroindustrial. Após a leitura e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, foram mantidas 7 publicações diretamente relacionadas ao objetivo do estudo, por abordarem o conceito de ESG, a mensuração de indicadores, a transparência das informações empresariais, os desafios de padronização, a sustentabilidade no agronegócio e os riscos associados à comunicação ESG sem critérios consistentes.

Como critérios de inclusão, foram considerados materiais que tratassem da mensuração, divulgação, transparência, padronização e aplicação de indicadores ESG em organizações empresariais, com ênfase no agronegócio ou em discussões teóricas aplicáveis ao setor. Foram excluídos materiais sem relação direta com o tema, textos sem discussão sobre indicadores ou relatórios de sustentabilidade e publicações que abordavam ESG apenas de forma genérica, sem contribuição para os objetivos da revisão.

Considerando a diversidade terminológica da literatura, foram considerados como equivalentes os termos ESG e ASG, bem como relatórios de sustentabilidade, relatórios não financeiros e divulgação de desempenho socioambiental e de governança. As informações selecionadas foram organizadas nos seguintes eixos de análise: fundamentos da agenda ESG; relevância dos relatórios de sustentabilidade para o agronegócio; desafios de coleta, mensuração e rastreabilidade dos dados; dificuldades de padronização e comparabilidade dos indicadores; e riscos associados à ausência de transparência, incluindo o uso superficial da agenda ESG e o *greenwashing*.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos analisados evidenciam que os relatórios de sustentabilidade e os indicadores ESG têm assumido papel crescente na comunicação do desempenho empresarial, especialmente em setores sujeitos a maior pressão socioambiental. No agronegócio, essa demanda torna-se ainda mais relevante devido à relação direta entre produção agropecuária, uso de recursos naturais, segurança alimentar, geração de empregos e inserção em cadeias produtivas nacionais e internacionais. Gardelin (2026) destaca que a agenda ESG no agronegócio envolve tanto oportunidades, como acesso a financiamento e fortalecimento da competitividade, quanto desafios relacionados à implementação de práticas sustentáveis e à comprovação de seus resultados.

A literatura indica que os relatórios de sustentabilidade contribuem para evidenciar práticas ambientais, sociais e de governança adotadas pelas empresas. Esses documentos permitem reunir informações sobre metas, políticas, ações, riscos e resultados, funcionando como instrumentos de transparência e prestação de contas. Bergamini Junior (2021) ressalta que a mensuração e a divulgação dos impactos empresariais são aspectos fundamentais para a concretização da agenda ESG, especialmente quando se busca dar maior objetividade ao registro do desempenho ambiental das organizações.

Entretanto, a elaboração desses relatórios no agronegócio apresenta limitações específicas. A diversidade dos sistemas produtivos, a sazonalidade das atividades, a dependência de fatores climáticos, a heterogeneidade dos produtores e a extensão das cadeias de fornecimento dificultam a coleta e a padronização dos dados. Em empresas agroindustriais, as informações podem envolver desde a produção primária até etapas de beneficiamento, transporte, armazenamento e comercialização, exigindo integração entre diferentes agentes e fontes de informação. Assim, a construção de indicadores ESG para o setor demanda critérios capazes de contemplar a complexidade da cadeia produtiva.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83775

Plaskova *et al*. (2024) reforçam essa necessidade ao discutirem indicadores de desenvolvimento sustentável voltados a empresas agrícolas. Os autores indicam que as características setoriais devem ser consideradas na definição de indicadores complementares aos relatórios não financeiros, especialmente para que essas informações possam subsidiar padrões específicos para o complexo agroindustrial. Essa abordagem é importante porque indicadores genéricos podem não captar adequadamente particularidades do agronegócio, como uso do solo, manejo de recursos hídricos, produtividade, emissões, bem-estar dos trabalhadores rurais, inovação tecnológica e relações com fornecedores.

A ausência de critérios uniformes também afeta a comparabilidade entre empresas. Plaskova *et al*. (2024), ao analisarem relatórios não financeiros de organizações agrícolas, observaram que, embora esses documentos apresentem indicadores sociais e ambientais, ainda há limitações quanto à uniformidade dos métodos de cálculo, ao conteúdo das informações e à confiabilidade dos dados. Esse aspecto demonstra que a simples existência de relatórios de sustentabilidade não garante, por si só, transparência efetiva, pois a qualidade das informações depende da clareza metodológica, da rastreabilidade dos dados e da possibilidade de verificação.

Outro ponto recorrente na literatura refere-se à existência de diferentes metodologias e padrões de divulgação. Gardelin (2026) menciona ferramentas como GRI, TCFD, CDP e ISSB como instrumentos que buscam orientar a comunicação do desempenho empresarial em sustentabilidade, tornando as informações mais consistentes, comparáveis e transparentes. No entanto, a coexistência de diferentes padrões também pode representar um desafio para as empresas, principalmente quando há dificuldade para selecionar quais indicadores são mais adequados ao setor, ao porte da organização e às demandas de seus *stakeholders.*

Além da escolha dos padrões de divulgação, a definição da materialidade representa etapa essencial na elaboração dos relatórios de sustentabilidade. No agronegócio, os temas materiais podem variar conforme o segmento produtivo, a localização territorial, o porte da empresa, o tipo de cadeia de fornecimento e o grau de exposição a riscos ambientais e sociais. Por isso, indicadores relacionados à água, emissões, uso do solo, biodiversidade, condições de trabalho, rastreabilidade e governança da cadeia produtiva devem ser definidos a partir da realidade operacional das organizações e das demandas de seus *stakeholders*. Essa abordagem contribui para evitar relatórios excessivamente genéricos e favorece a produção de informações mais comparáveis, verificáveis e úteis para a tomada de decisão.

Nesse sentido, Li *et al*. (2021) apontam que a mensuração ESG constitui uma das questões relevantes nas pesquisas sobre o tema, pois envolve múltiplas dimensões, diferentes bases de dados e critérios variados de avaliação. Essa dificuldade é ampliada no agronegócio, uma vez que os indicadores precisam contemplar aspectos ambientais, como emissões, água, resíduos, biodiversidade e uso do solo; aspectos sociais, como trabalho, saúde, segurança e relacionamento com comunidades; e aspectos de governança, como transparência, ética, gestão de riscos e prestação de contas. Portanto, a elaboração de relatórios ESG no setor exige não apenas coleta de dados, mas também capacidade de interpretação e integração dessas informações.

A rastreabilidade da cadeia produtiva aparece como um dos principais entraves para a construção de relatórios consistentes. No agronegócio, muitas empresas dependem de fornecedores, produtores integrados, cooperativas, transportadores e unidades de processamento, o que dificulta o acompanhamento detalhado das práticas adotadas ao longo de toda a cadeia. Essa limitação pode comprometer a precisão dos indicadores, especialmente quando a empresa comunica compromissos relacionados a desmatamento, emissões de gases de efeito estufa, uso responsável da água, condições de trabalho ou origem da matéria-prima.

Os estudos também demonstram que a adoção de práticas ESG pode estar associada à atração de investimentos e ao fortalecimento da competitividade. Huseynli *et al*. (2024)

destacam que empresas agrícolas comprometidas com princípios ESG podem atrair investimentos voltados à inovação, segurança alimentar, mitigação das mudanças climáticas e sustentabilidade ambiental. No entanto, para que esses benefícios se concretizem, é necessário que as informações divulgadas sejam confiáveis e demonstrem, de forma clara, a relação entre as práticas adotadas e os resultados alcançados.

No contexto brasileiro, Brunaldi, Lemos e Murcia (2022) observam que, embora o agronegócio tenha participação relevante no mercado de títulos verdes, sua presença entre as principais empresas investidas por fundos ESG ainda é limitada. Esse cenário sugere que a comunicação das práticas sustentáveis e a sinalização ao mercado acionário podem não ser suficientes para demonstrar, de forma consistente, o desempenho ESG das empresas do setor.

Por outro lado, a literatura alerta que a comunicação ESG não deve ser confundida com sustentabilidade efetiva. Belinky (2021) ressalta que a falta de critérios claros para avaliar os aspectos ambientais, sociais e de governança pode favorecer decisões equivocadas e abrir espaço para uma nova onda de *greenwashing*. Esse risco é especialmente relevante quando empresas utilizam relatórios para reforçar sua imagem institucional, mas apresentam dados pouco mensuráveis, ausência de metas verificáveis ou informações desconectadas das práticas realmente adotadas.

Dessa forma, os resultados da revisão indicam que os principais desafios na elaboração de relatórios de sustentabilidade e indicadores ESG no agronegócio estão relacionados à coleta de dados, à rastreabilidade, à padronização metodológica, à definição de indicadores setoriais e à transparência das informações. Também se observa que a efetividade desses relatórios depende da integração entre os pilares ambiental, social e de governança, de modo a evitar que a sustentabilidade seja reduzida a uma estratégia de comunicação institucional. Para que cumpram sua função, os relatórios devem apresentar informações verificáveis, comparáveis e coerentes com as particularidades produtivas, ambientais e sociais do setor agropecuário e agroindustrial.

4 CONCLUSÃO

A revisão bibliográfica permitiu verificar que os relatórios de sustentabilidade e os indicadores ESG são instrumentos relevantes para ampliar a transparência, a prestação de contas e a comunicação do desempenho socioambiental e de governança das empresas do agronegócio. No entanto, sua elaboração ainda apresenta desafios importantes, principalmente em razão da complexidade das cadeias produtivas, da diversidade dos sistemas agropecuários e agroindustriais, da dificuldade de coleta e rastreabilidade dos dados e da ausência de padronização entre metodologias e indicadores.

Os resultados indicam que a efetividade dos relatórios de sustentabilidade depende da definição de critérios claros, mensuráveis, verificáveis e adequados às especificidades do setor. Indicadores genéricos podem não representar de forma suficiente as particularidades do agronegócio, como uso do solo, gestão da água, emissões, condições de trabalho, relação com fornecedores, rastreabilidade da produção e governança da cadeia produtiva. Dessa forma, a construção de indicadores setoriais pode contribuir para tornar as informações mais consistentes, comparáveis e úteis para empresas, investidores, consumidores e demais *stakeholders.*

Também se constatou que a divulgação de informações ESG, quando realizada sem critérios objetivos ou sem evidências das práticas adotadas, pode limitar a credibilidade dos relatórios e favorecer interpretações superficiais sobre a sustentabilidade empresarial. Nesse sentido, os relatórios devem ir além da comunicação institucional, apresentando dados confiáveis, rastreáveis e coerentes com as ações efetivamente implementadas pelas organizações.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83775

Conclui-se que a elaboração de relatórios de sustentabilidade no agronegócio exige maior integração entre os pilares ambiental, social e de governança, bem como avanços na padronização, na rastreabilidade e na qualidade das informações divulgadas. Como perspectiva, destaca-se a necessidade de estudos futuros voltados à construção de indicadores ESG específicos para diferentes segmentos do agronegócio, considerando suas particularidades produtivas, territoriais, ambientais e sociais.

REFERÊNCIAS

BELINKY, A. Seu ESG é sustentável? **GVexecutivo**, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 37-44, out./dez. 2021.

BERGAMINI JUNIOR, S. ESG, impactos ambientais e contabilidade. **Pensar Contábil**, Rio de Janeiro, v. 23, n. 80, p. 46-54, jan./abr. 2021.

BRUNALDI, E.; LEMOS, F. K.; MURCIA, F. C. de S. A baixa atenção dos fundos ESG às empresas do agro. **Agroanalysis**, São Paulo, p. 23-24, jan. 2022.

GARDELIN, G. F. ESG e o agronegócio: caminhos para um futuro sustentável. **RCMOS – Revista Científica Multidisciplinar O Saber**, São Paulo, ano VI, v. 1, p. 1-19, 2026.

HUSEYNLI, J.; HUSEYNOV, Y.; TOTUBAEVA, N.; GULIYEV, M.; AZIZOVA, G. The role of ESG in the adaptation of the agro-industrial sector to climate change. **Scientific Horizons**, v. 27, n. 5, p. 131-142, 2024. DOI: 10.48077/scihor5.2024.131.

LI, T.-T.; WANG, K.; SUEYOSHI, T.; WANG, D. D. ESG: research progress and future prospects. **Sustainability**, v. 13, n. 21, 11663, 2021. DOI: 10.3390/su132111663.

PLASKOVA, N. S.; BYCHKOVA, S. M.; TSYDENOVA, E. C.; PUSHININ, A. V. ESG agenda in the context of economic security of agricultural enterprises. In: **BIO Web of Conferences**, v. 140, 06003, 2024. DOI: 10.1051/bioconf/202414006003.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ANÁLISE DE ÁGUAS DE POÇOS E NASCENTES EM CHAPECÓ-SC

CRISLEINE ZOTTIS DOS REIS; KATIUSKA MARINS

Introdução: O acompanhamento da qualidade das águas superficiais e subterrâneas da região visa identificar alternativas para proteger, tratar e recuperar os recursos hídricos para disponibilidade ao consumo humano. Nessa perspectiva, foi implementado, através de fomento da FAPESC, o laboratório multiusuário "Monitoramento e Controle de Qualidade da Água". **Objetivo:** No presente projeto, teve-se como objetivo analisar águas de poços artesianos, poços superficiais e nascentes, totalizando 20 amostras no mês de novembro de 2025. **Metodologia:** Foram realizadas análises físico-químicas (ph, condutividade elétrica, turbidez e dureza total), microbiológicas (Coliformes totais e *Escherichia coli*), análises de Mn, Zn, Al, amônio e sulfatos utilizando espectrofotômetro UV-VIS e análise de Cu utilizando o espectrofotômetro de Absorção Atômica. **Resultados:** Os resultados apresentaram pH entre 6 e 7 em 80% das amostras analisadas; para a condutividade elétrica, foram encontrados valores menores que 100 µS/cm em 20% das amostras; em 50% das amostras, estavam entre 100 e 300 µS/cm; e em 30% das amostras, estavam entre 300 e 400 µS/cm. A turbidez média encontrada foi de 0,57 NTU e a dureza total média foi de 13,8 mg/L de Ca. Em relação às análises microbiológicas, foi encontrada a presença de coliformes totais em 50% das amostras, indicando vulnerabilidade do poço a contaminações externas e 15% estavam contaminadas com *Escherichia coli*, sendo que uma amostra apresentou um outlier de 54,6 Nmp/100mL e os demais ficaram entre 1 e 2 Nmp/100mL. Para as análises de Mn, Al, amônia e sulfato, os resultados encontrados ficaram abaixo do limite de detecção do método, sendo de 0,1 mg/L, 0,02 mg/L, 0,5 mg/L e 5 mg/L, respectivamente. **Conclusão:** A análise de Cu apontou um valor médio de 0,73 mg/L e para o Zn o valor médio foi de 2,48 mg/L. Os parâmetros Al, Mn, Zn, Turbidez, Amônia, Dureza total e sulfato estão dentro dos parâmetros organolépticos de potabilidade estabelecidos pela Portaria 888/2021 para água potável. O Cu também está abaixo do limite apresentado na portaria. Portanto, considerando-se a análise microbiológica, a água potável deve apresentar ausência total tanto de coliformes totais quanto de E. Coli para estar adequada para o consumo humano, o que não ocorreu em 50% das amostras.

Palavras-chave: **ÁGUA SUBTERRÂNEA; POTABILIDADE DA ÁGUA; METAIS**

DOI: 10.51189/vii-coninters/83786

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DA MADEIRA DE TRÊS ESPÉCIES AMAZÔNICAS

MÁRCIA LAÍS FERREIRA SILVA; FLÁVIO HEBERT DA SILVA FONSECA; RAFAELA ESTEVÃO; CYNARA NICOLE DOS ANJOS BENTES; MICHELLY CASAGRANDE STRAGLIOTTO; VICTOR HUGO PEREIRA MOUTINHO.

RESUMO

A caracterização das propriedades físicas da madeira é de suma importância para compreender seu comportamento tecnológico e subsidiar o processamento e a utilização adequada de espécies florestais. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar comparativamente as propriedades físicas das madeiras de ipê (*Handroanthus serratifolius*), maçaranduba (*Manilkara* spp.) e muiracatiara (*Astronium lecointei*), por meio da determinação da densidade aparente, dos coeficientes de inchamento, retração e anisotropia, visando gerar informações que contribuam para o aproveitamento tecnológico dessas espécies amazônicas. O estudo foi conduzido no Laboratório de Tecnologia da Madeira e Bioprodutos da Universidade Federal do Oeste do Pará, utilizando-se 36 corpos de prova, sendo doze de cada espécie, confeccionados a partir de lotes comerciais de madeira processada. A caracterização física foi realizada mediante determinação da massa e das dimensões das amostras, seguindo os procedimentos estabelecidos pela ABNT NBR 7190-3. Os dados obtidos foram submetidos à estatística descritiva, aos testes de normalidade e homogeneidade de variâncias, análise de variância e teste de Tukey a 5% de significância. Os resultados evidenciaram que o ipê e a maçaranduba apresentaram as maiores densidades aparentes, enquanto a muiracatiara apresentou menor densidade. Apesar disso, esta última demonstrou maior estabilidade dimensional no plano radial. A maçaranduba apresentou os maiores valores de retração tangencial, indicando maior suscetibilidade à movimentação dimensional durante a secagem, ao passo que o ipê apresentou o menor coeficiente de anisotropia, refletindo maior equilíbrio entre as contrações radial e tangencial. Conclui-se que as espécies apresentam comportamentos físicos distintos, evidenciando que a densidade, isoladamente, não explica a estabilidade dimensional da madeira. Assim, a caracterização tecnológica dessas propriedades constitui uma ferramenta importante para orientar o processamento industrial, reduzir defeitos durante a secagem e ampliar o aproveitamento sustentável das madeiras amazônicas.

Palavras-chave: Madeiras Amazônicas; Densidade aparente; Estabilidade dimensional.

ABSTRACT

The characterization of the physical properties of wood is essential for understanding its technological behavior and supporting the appropriate processing and utilization of forest species. In this context, the present study aimed to comparatively evaluate the physical properties of the woods of ipê (*Handroanthus serratifolius*), maçaranduba (*Manilkara* spp.), and muiracatiara *(Astronium lecointei*) by determining their apparent density, swelling coefficients, shrinkage, and anisotropy coefficient, in order to provide information that contributes to the technological utilization of these Amazonian timber species. The study was conducted at the Wood Technology and Bioproducts Laboratory of the Federal University of Western Pará, using 36 specimens, with twelve samples from each species, obtained from

DOI: 10.51189/vii-coninters/83796

commercial batches of processed timber. The physical characterization was carried out by determining the mass and dimensions of the specimens under different moisture conditions, following the procedures established by the ABNT NBR 7190-3 standard. The data were subjected to descriptive statistical analysis, Shapiro–Wilk normality and Levene's homogeneity tests, analysis of variance (ANOVA), and Tukey's test at a 5% significance level. The results showed that ipê and maçaranduba exhibited the highest apparent densities, whereas muiracatiara presented the lowest density. Nevertheless, the latter demonstrated greater dimensional stability in the radial direction. Maçaranduba exhibited the highest tangential shrinkage values, indicating greater susceptibility to dimensional changes during drying, whereas ipê presented the lowest anisotropy coefficient, reflecting a more balanced relationship between radial and tangential shrinkage. It was concluded that the evaluated species exhibit distinct physical behaviors, demonstrating that apparent density alone does not explain the dimensional stability of wood. Therefore, the technological characterization of these properties represents an important tool for guiding industrial processing, reducing drying defects, and promoting the sustainable utilization of Amazonian timber species.

Keywords: Amazonian woods; Apparent density; Dimensional stability.

1 INTRODUÇÃO

A exploração madeireira na Amazônia é caracterizada por uma concentração histórica em poucas espécies de elevado valor comercial, estima-se que mais de 50% do volume extraído anualmente das florestas naturais da região seja proveniente de apenas 15 a 20 espécies, entre as quais o ipê (*Handroanthus serratifolius*) e a maçaranduba (*Manilkara* sp.) ocupam posição de destaque (Andrade *et al*., 2022). Nesse contexto, o conhecimento das propriedades físicas da madeira é essencial para a compreensão de seu comportamento tecnológico, fornecendo informações importantes para o processamento e uso adequado da matéria-prima (Araújo *et al*., 2016).

As propriedades físicas da madeira influenciam diretamente seu desempenho tecnológico, uma vez que características como densidade, estabilidade dimensional e teor de umidade estão relacionadas à qualidade do material e às suas possibilidades de aplicação (Araújo *et al*., 2016; Gomes *et al*., 2022). Além disso, espécies amazônicas de elevada densidade apresentam particularidades relacionadas ao comportamento físico, exigindo maior atenção durante as etapas de processamento e utilização industrial (Silveira; Rezende; Vale, 2013).

Entre as espécies estudadas, o ipê (*Handroanthus serratifolius*) e a maçaranduba (*Manilkara* sp.) destacam-se por apresentarem elevada densidade e resistência mecânica, sendo amplamente utilizados em aplicações estruturais, construção civil e fabricação de pisos de alto desempenho (Zanatta *et al*., 2021; Evangelista; Costa, 2017). A muiracatiara (*Astronium lecointei*), por sua vez, apresenta propriedades físicas que favorecem sua utilização tecnológica, destacando-se pela estabilidade dimensional e potencial de uso em aplicações da construção civil e da indústria moveleira (Costa *et al*., 2017).

A estabilidade dimensional da madeira está diretamente associada à sua retratibilidade e ao coeficiente de anisotropia, expresso pela relação entre as contrações tangencial e radial (Araújo *et al*., 2016). Valores reduzidos do coeficiente anisotrópico indicam maior estabilidade dimensional, enquanto valores elevados estão relacionados a uma maior tendência ao empenamento e ao fendilhamento durante o processamento e utilização da madeira (Gomes *et al*., 2022). Dessa forma, a análise conjunta da densidade aparente, da retratibilidade e do coeficiente de anisotropia fornece informações importantes para a definição das aplicações mais adequadas para cada espécie (Araújo *et al*., 2016; Gomes *et al*., 2022).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar comparativamente o comportamento dimensional e a densidade aparente das madeiras de maçaranduba (*Manilkara* sp.), muiracatiara (*Astronium lecointei*) e ipê (*Handroanthus serratifolius*), por meio da determinação da retratibilidade e do inchamento, visando gerar informações que subsidiem critérios de seleção e processamento industrial dessas espécies.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Preparação dos corpos de prova

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Tecnologia da Madeira e Bioprodutos (LTM) da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), em Santarém, Pará, em que foram analisadas as espécies madeireiras amazônicas *Astronium lecointei* (muiracatiara), *Manilkara* spp. (maçaranduba) e *Handroanthus serratifolius* (ipê).

Para cada espécie foram utilizados 12 corpos de prova, totalizando 36 unidades, nas quais as amostras de cada espécie foram provenientes a partir de lotes comerciais de madeira processada da região. Os corpos de prova foram confeccionados sem defeitos visíveis e apresentaram dimensões de 2,5 cm × 2,5 cm × 5,0 cm. Adotou-se essa geometria em função da disponibilidade e otimização do material biológico remanescente, embora a ABNT NBR 7190-3 recomende dimensões de 2,0 cm × 3,0 cm × 5,0 cm para ensaios físicos.

Os demais procedimentos metodológicos seguiram rigorosamente as especificações da referida norma.

A caracterização física das espécies compreendeu a determinação da densidade aparente a 12% de umidade e dos parâmetros de estabilidade dimensional (retração e inchamento). Para tanto, a massa das amostras foi aferida em balança de precisão (0,01 g) e as dimensões foram obtidas com auxílio de paquímetro digital (0,02 mm), sob as condições requeridas para cada ensaio, procedendo-se posteriormente aos cálculos das propriedades de interesse.

2.2 Análise de dados

Após a obtenção dos resultados, os dados foram organizados em planilhas eletrônicas no software Microsoft Excel. Em seguida, as análises estatísticas foram executadas no software Jamovi, por meio do qual realizaram-se a estatística descritiva, os testes de normalidade de Shapiro-Wilk e de homogeneidade de variâncias de Levene, a análise de variância (ANOVA) e o teste de comparação de médias de Tukey, adotando-se o nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização física das espécies revelou variações significativas entre as propriedades avaliadas (Tabela 1 e 2). Quanto à densidade aparente (ρap), o ipê e a massaranduba apresentaram os maiores valores médios, com 1,00 g/cm³ e 0,99 g/cm³, respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si, enquanto a muiracatiara apresentou

densidade significativamente inferior, com 0,84 g/cm³ (TABELA 1). Esses resultados evidenciam a elevada massa por unidade de volume do ipê e da maçaranduba, característica associada à maior proporção de parede celular em relação ao volume do lenho, o que geralmente confere maior resistência mecânica e maior dificuldade de movimentação da água no interior da madeira (Zhang *et al*., 2021**.** De forma semelhante, Araujo *et al*. (2020) destacaram a importância da caracterização físico-mecânica de Astronium lecointei e Manilkara huberi para subsidiar o aproveitamento tecnológico dessas espécies amazônicas.

Tabela 1. Valores médios e desvio-padrão da densidade aparente e dos coeficientes de inchamento da madeira de *Handroanthus serratifolius* (ipê), *Manilkara* spp. (maçaranduba) e *Astronium lecointei* (muiracatiara).

Espécie	ρap (g/cm³)	εi,1 (%)	εi,2 (%)	εi,3 (%)
Ipê	1,00 ± 0,02 a	0,20 ± 0,19 b	5,29 ± 0,77 a	5,09 ± 0,43 b
Maçaranduba	0,99 ± 0,04 a	0,69 ± 0,53 a	5,77 ± 0,84 a	9,03 ± 1,65 a
Muiracatiara	0,84 ± 0,01 b	0,88 ± 0,21 a	2,63 ± 0,72 b	5,17 ± 0,69 b

Em que: ρap: densidade aparente; εi,1: coeficiente de inchamento longitudinal; εi,2: coeficiente de inchamento radial; εi,3: coeficiente de inchamento tangencial. Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Entretanto, a diferença observada para a muiracatiara demonstra que a densidade não deve ser analisada isoladamente, pois a literatura indica que a relação entre densidade aparente e retrações radial e tangencial pode apresentar baixa dependência entre espécies tropicais, sendo influenciada também por fatores anatômicos e estruturais da madeira (Dias et al., 2019).

O coeficiente de inchamento longitudinal (εi,1) do ipê (0,20 ± 0,19%) foi significativamente inferior aos observados para a maçaranduba (0,69 ± 0,52%) e a muiracatiara (0,88 ± 0,21%), que não diferiram estatisticamente entre si. Apesar da elevada densidade do ipê e da maçaranduba, essa propriedade não determina, isoladamente, o comportamento de inchamento da madeira, uma vez que a resposta higroscópica também depende da organização anatômica do lenho, da distribuição dos elementos celulares e da disponibilidade de sítios de adsorção de água na parede celular. Resultados recentes também indicam que essa variação longitudinal costuma apresentar comportamento distinto das retrações transversais e pode ser influenciada por fatores como posição no tronco, crescimento e variações internas da madeira (Zhang *et al*., 2021; Madundo, 2025).

Para a retratibilidade radial (εr,2), Ipê (5,02 ± 0,69 %) e Maçaranduba (5,45 ± 0,76 %) foram estatisticamente semelhantes e superiores à Muiracatiara (2,56 ± 0,69 %) (TABELA 2).

Tabela 2. Valores médios e desvio-padrão dos coeficientes de retração e coeficiente de anisotropia da madeira de *Handroanthus serratifolius* (ipê), *Manilkara* sp. (maçaranduba) e *Astronium lecointei* (muiracatiara).

Espécie	εr,1 (%)	εr,2 (%)	εr,3 (%)	εr,3 / εr,2
Ipê	0,20 ± 0,19 b	5,02 ± 0,69 a	4,84 ± 0,39 b	0,96

DOI: 10.51189/vii-coninters/83796

Maçaranduba	0,69 ± 0,52 a	5,45 ± 0,76 a	8,27 ± 1,39 a	1,52
Muiracatiara	0,88 ± 0,21 a	2,56 ± 0,69 b	4,91 ± 0,63 b	1,92

Em que: εr,1: coeficiente de retração longitudinal; εr,2: coeficiente de retração radial; εr,3: coeficiente de retração tangencial; **ε**r,3 / **ε**r,2: coeficiente de anisotropia. Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$).

Esse resultado indica que, embora a muiracatiara tenha apresentado menor densidade aparente, ela demonstrou maior estabilidade dimensional radial. Esse comportamento reforça que a estabilidade dimensional da madeira não depende exclusivamente da densidade, mas também de sua organização anatômica. Elaieb et al. (2019) observaram que a proporção e o volume dos raios lenhosos influenciam as retrações radial e tangencial, demonstrando que elementos anatômicos podem explicar diferenças de movimentação dimensional entre espécies. De modo semelhante, Lima et al. (2022), ao avaliarem espécies amazônicas, verificaram que a densidade e o diâmetro dos vasos influenciaram o comportamento de secagem, evidenciando a participação da estrutura anatômica no desempenho físico da madeira.

Em relação ao coeficiente de retratibilidade tangencial (εr,3), a Maçaranduba (8,27 ± 1,39 %) destacou-se com o maior valor, sendo significativamente diferente do Ipê (4,84 ± 0,39 %) e da Muiracatiara (4,91 ± 0,63 %), que apresentaram valores semelhantes. Lima et al. (2022) observaram que a secagem de madeiras amazônicas pode resultar em defeitos superficiais e de topo, destacando a necessidade de programas específicos para espécies tropicais. Assim, a maior retratibilidade tangencial da maçaranduba sugere maior atenção durante a secagem e o processamento, enquanto os menores valores observados para ipê e muiracatiara indicam comportamento dimensional mais favorável nesse plano.

O coeficiente de anisotropia, apresentado na Tabela 2, calculado pela razão entre a retratibilidade tangencial e radial (εr,3/εr,2), variou entre as espécies, com valores de 0,96 para o ipê, 1,52 para a maçaranduba e 1,92 para a muiracatiara. O ipê apresentou o menor valor, indicando maior equilíbrio entre as contrações tangencial e radial. Segundo Elaieb et al. (2019), coeficientes mais próximos de 1 indicam comportamento dimensional mais uniforme entre os planos anatômicos, o que tende a reduzir a ocorrência de deformações durante a secagem.

A maçaranduba apresentou coeficiente intermediário, resultado associado à maior retratibilidade tangencial da espécie (8,27 ± 1,39%) em relação à radial (5,45 ± 0,76%). Esse comportamento indica maior tendência à movimentação dimensional no plano tangencial, o que pode favorecer defeitos como empenamentos e rachaduras quando a secagem não é adequadamente controlada. Albuês et al. (2024) destacam que diferenças no comportamento de secagem entre materiais lenhosos influenciam diretamente a ocorrência de defeitos, como rachaduras e deformações.

A muiracatiara apresentou o maior coeficiente de anisotropia (1,92), embora tenha registrado a menor retratibilidade radial (2,56 ± 0,69%). Assim, sua maior anisotropia ocorreu principalmente pela baixa contração radial, e não por elevada retração tangencial absoluta. Esse resultado reforça que o coeficiente de anisotropia deve ser interpretado em conjunto com os valores individuais de retração radial e tangencial. Além disso, características anatômicas, como proporção de raios, vasos e fibras, podem influenciar diretamente a retração e a estabilidade dimensional da madeira (Elaieb *et al*., 2019; Siam *et al*., 2022).

4 CONCLUSÃO

Ipê e maçaranduba apresentaram maiores densidades aparentes, enquanto a muiracatiara demonstrou menor densidade e maior estabilidade radial. A maçaranduba

destacou-se pela maior retratibilidade tangencial, indicando maior suscetibilidade à movimentação dimensional durante a secagem. O coeficiente de anisotropia indicou comportamento mais equilibrado para o ipê e maior diferença entre os planos radial e tangencial para a muiracatiara. Portanto, as espécies avaliadas apresentam comportamentos físicos distintos, reforçando a importância da caracterização tecnológica para orientar o processamento e o aproveitamento industrial dessas madeiras amazônicas.

REFERÊNCIAS

ALBUÊS, T. A. S.; MARIA, D. M. B.; MADI, J. P. S.; BEHLING, A.; BATISTA, D. C.; CADEMARTORI, P. H. G.; KLITZKE, R. J.; ROCHA, M. P.; PEREIRA, B. L. C.; OLIVEIRA, A. C. Air-drying performance of three genotypes of teak wood. **BioResources**, v. 19, n. 3, p. 6215-6229, 2024. DOI: 10.15376/biores.19.3.6215-6229.

ANDRADE, M. B. T. et al. Produção de madeira e diversidade de espécies arbóreas exploradas na Amazônia brasileira: situação atual e recomendações para o setor florestal. **Boletim TimberFlow**, Piracicaba, n. 8, 2022.

ARAUJO JUNIOR, A. C.; BALBONI, B. M.; MOUTINHO, V. H. P. Physical and mechanical characterization of Astronium lecointei and Manilkara huberi branch wood. **Floresta e Ambiente,** Seropédica, v. 27, n. 2, e20170468, 2020. DOI: 10.1590/2179-8087.046817.

ARAÚJO, H. J. B. et al. Propriedades físicas da madeira de Calycophyllum spruceanum Benth. em função do diâmetro e da posição no fuste. **Scientia Forestalis, Piracicaba**, v. 44, n. 111, p. 759-768, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190-3: projeto de estruturas de madeira – Parte 3: métodos de ensaio para corpos de prova isentos de defeitos para madeiras de florestas nativas. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

COSTA, D. G. et al. Caracterização das propriedades físicas de madeiras comerciais de jatobá (Hymenaea spp.) e muiracatiara (Astronium spp.). **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 14, n. 25, 2017.

DIAS, F. M.; ALMEIDA, T. H.; ARAUJO, V. A.; PANZERA, T. H.; CHRISTOFORO, A. L.; LAHR, F. A. R. Influence of the apparent density on the shrinkage of 43 tropical wood species. **Acta Scientiarum**. Technology, Maringá, v. 41, e41867, 2019. DOI: 10.4025/actascitechnol.v41i1.41867.

ELAIEB, M. T.; SHEL, F.; JALLELI, M.; LANGBOUR, P.; CANDELIER, K. Physical properties of four ring-porous hardwood species: influence of wood rays on tangential and radial wood shrinkage. **Madera y Bosques**, Xalapa, v. 25, n. 2, e2521695, 2019. DOI: 10.21829/myb.2019.2521695.

EVANGELISTA, W. V.; COSTA, E. D. Avaliação de propriedades físico-anatômicas de duas madeiras usadas na produção de pisos. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 24, e00048514, 2017.

GOMES, F. B. et al. Avaliação de propriedades físicas das madeiras de seis espécies florestais. Matéria, Rio de Janeiro, v. 27, n. 4, e20220141, 2022.

LIMA, M. L. M. D.; MASCARENHAS, A. R. P.; PEREIRA, B. L. C.; SUSIN, F.; SILVA, G. A. O.; STANGERLIN, D. M. Experimental characterization of density, defects and drying kinetic of three amazonian wood species: Astronium lecointei, Dinizia excelsa, and Hymenolobium heterocarpum. **Wood Material Science & Engineering**, v. 18, n. 4, p. 1264-1274, 2023. DOI: 10.1080/17480272.2022.2125339.

MADUNDO, S. Within-stem variation in physical properties of Hyphaene compressa palm wood: a study on density, moisture content, and shrinkage. **International Wood Products Journal**, v. 16, p. 189-197, 2025.

MASOUMI, A.; BOND, B. H. Dimensional stability and equilibrium moisture content of thermally modified hardwoods. **BioResources**, v. 19, n. 1, p. 1218-1228, 2024. DOI: 10.15376/biores.19.1.1218-1228.

SIAM, N. A.; LIPEH, S.; UYUP, M. K. A.; AHMAD JUHARI, M. A. A.; TALIP, N.; CHE AMRI, C. N. A.; ABDULLAH, N. A. Anatomical and physical properties of three lesser-known timber species from Malaysia. **BioResources**, v. 17, n. 1, p. 1090-1105, 2022. DOI: 10.15376/biores.17.1.1090-1105.

SILVEIRA, L. H. C.; REZENDE, A. V.; VALE, A. T. Teor de umidade e densidade básica da madeira de nove espécies comerciais amazônicas. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 43, n. 2, p. 179-184, 2013.

ZANATTA, P. et al. Densidade e resistência à compressão paralela às fibras da madeira de oito espécies amazônicas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, e4910313045, 2021.

ZHANG, C.; CHEN, M.; KETEN, S.; COASNE, B.; DEROME, D.; CARMELIET, J. Hygromechanical mechanisms of wood cell wall revealed by molecular modeling and mixture rule analysis. **Science Advances**, v. 7, eabd8968, 2021. DOI: 10.1126/sciadv.abd8968.

ZHANG, S. Y.; REN, H.; JIANG, Z. Wood density and wood shrinkage in relation to initial spacing and tree growth in black spruce (Picea mariana). **Journal of Wood Science**, v. 67, p. 1-10, 2021.

ECONOMIA CIRCULAR APLICADA À ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL: CONTRIBUIÇÕES DOS MODELOS DE NEGÓCIO PARA A SUSTENTABILIDADE

MARCÍLIO MARCIO SILVA CORREIA; MARIA CLARA ALVES DINIZ; ANDERSON LOPES MARCULINO; JULIANA DIAS DE FARIAS; SUELLEN KAROLYNE SILVA CORREIA

RESUMO

O modelo econômico linear, fundamentado na extração, produção, consumo e descarte, tem intensificado a exploração dos recursos naturais, ampliando a geração de resíduos e agravado os impactos ambientais, comprometendo a eficiência dos sistemas de saneamento e a sustentabilidade. Nesse contexto, a economia circular surge como uma alternativa capaz de promover o uso eficiente dos recursos, reduzir desperdícios e reinserir materiais nos ciclos produtivos, conciliando desenvolvimento econômico e preservação ambiental. Este trabalho teve como objetivo analisar, por meio de uma revisão bibliográfica qualitativa, o potencial de aplicação da economia circular na Engenharia Sanitária e Ambiental, com ênfase nos novos modelos de negócios voltados à sustentabilidade. Foram consultadas publicações nacionais e internacionais sobre economia circular, gestão ambiental, saneamento e modelos de negócios circulares. Os resultados evidenciam que estratégias como logística reversa, remanufatura, simbiose industrial, produto como serviço e valorização energética contribuem para a redução dos impactos ambientais, o aumento da eficiência produtiva e a geração de valor econômico. No âmbito da Engenharia Sanitária e Ambiental, destacam-se aplicações relacionadas ao reuso de água, recuperação de nutrientes e energia, aproveitamento de resíduos sólidos e otimização dos sistemas de tratamento de água e efluentes. Apesar dos benefícios identificados, a implementação desses modelos ainda enfrenta desafios associados aos custos de implantação, às limitações regulatórias e à necessidade de investimentos em inovação e desenvolvimento tecnológico. Conclui-se que a economia circular representa uma estratégia promissora para fortalecer a sustentabilidade, promover maior eficiência na gestão dos recursos naturais e impulsionar a transição para modelos de produção e consumo mais resilientes.

Palavras-chave: Eficiência; Impacto ambiental; Modelos de Negócios.

1 INTRODUÇÃO

A exploração de recursos naturais e a geração de resíduos em escala global estão intimamente ligadas ao crescimento populacional, ao aumento dos padrões de consumo, intensificados nas últimas décadas, e à expansão das atividades econômicas e industriais. Essa realidade evidencia as limitações do modelo econômico linear, extrair, produzir, consumir e descartar, cuja manutenção tem sido um dos principais vetores dos problemas ambientais crescentes, como o esgotamento dos recursos naturais, a poluição e a degradação de ecossistemas, as mudanças climáticas e o aquecimento global. Além disso, há um aumento exponencial das dificuldades na gestão de resíduos e a sobrecarga dos sistemas de saneamento, o que compromete serviços básicos de saúde pública para as populações mais vulneráveis e intensifica os problemas socioambientais (Rossi et al., 2022).

DOI: 10.51189/vii-coninters/83806

O modelo econômico atual, de caráter linear, mostra-se incompatível com o desenvolvimento sustentável, uma vez que desconsidera as limitações dos sistemas naturais. A extração e a exploração dos recursos naturais reduzem a capacidade desses sistemas de fornecer os insumos necessários, sobretudo diante da intensificação da exploração sem a devida recuperação ambiental (Pearce; Turner, 1989). Nesse cenário, um dos grandes desafios ambientais da atualidade consiste em encontrar um modelo econômico capaz de conciliar o crescimento populacional e da demanda com a preservação ambiental e o bem-estar social, conforme discutem Andrade (2008) e os princípios do desenvolvimento sustentável consolidados pelo Relatório Brundtland (1987).

A economia circular surge como alternativa ao modelo linear, buscando maximizar o valor dos recursos ao longo do ciclo de vida de produtos e serviços, representando uma inovação em relação ao sistema econômico tradicional, bem como reduzir a extração de matérias-primas, ampliar reciclagem e reutilização, prolongar a vida útil dos bens e regenerar sistemas naturais. Seu objetivo é eliminar a noção de resíduo mediante um sistema produtivo que mantenha materiais em circulação por mais tempo e use recursos de forma mais eficiente (Leitão, 2015). Esse avanço estimula novos modelos de negócio sustentáveis tais como produto-serviço, logística reversa, economia compartilhada, simbiose industrial e remanufatura que desvinculam valor econômico do alto consumo de recursos, gerando vantagens competitivas, redução de custos operacionais e fortalecimento de práticas empresariais mais sustentáveis (Bocken et al., 2014; Geissdoerfer et al., 2017).

No contexto da Engenharia Sanitária e Ambiental, os princípios da economia circular apresentam elevado potencial de aplicação, especialmente em áreas como uso e reúso da água, recuperação energética, aproveitamento de resíduos sólidos, produção de biogás e otimização dos sistemas de saneamento (Liu et al., 2020; Pereira et al., 2019). A valorização e o reaproveitamento dos resíduos passam, assim, a constituir uma ferramenta capaz de gerar simultaneamente benefícios econômicos e socioambientais (Geissdoerfer et al., 2017; Bocken et al., 2016). Dessa forma, a adoção da economia circular em projetos de gestão ambiental pode contribuir para o aumento da eficiência no uso dos recursos naturais, a redução dos impactos ambientais e o fortalecimento da sustentabilidade urbana e industrial (Mannina, Gulhan e Ni, 2022; Hernández-Chover et al., 2022), em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente o ODS 6, o ODS 7, o ODS 9, o ODS 11 e o ODS 12 (United Nations, 2015).

Diante desse cenário, torna-se relevante analisar como a implementação dos princípios da economia circular e de novos modelos de negócios pode contribuir para o desenvolvimento sustentável e para o aprimoramento das práticas da Engenharia Sanitária e Ambiental. Nesse contexto, a economia circular apresenta-se como uma abordagem estratégica para otimizar o uso dos recursos naturais, minimizar a geração de resíduos, reduzir os impactos ambientais e promover maior eficiência na gestão dos sistemas de saneamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de natureza qualitativa, exploratória e descritiva, desenvolvida com o propósito de reunir, analisar e interpretar as principais contribuições científicas relacionadas à economia circular e sua aplicação na Engenharia Sanitária e Ambiental. A escolha desse método justifica-se pela necessidade de compreender, de forma ampla e sistemática, os conceitos, princípios, modelos de negócios e estratégias que fundamentam a economia circular, bem como suas potencialidades para a promoção do desenvolvimento sustentável.

A pesquisa foi conduzida por meio do levantamento de publicações científicas nacionais e internacionais, incluindo artigos publicados em periódicos indexados, livros, capítulos de livros, documentos técnicos e relatórios institucionais produzidos por organizações

reconhecidas na área de sustentabilidade e economia circular. Foram priorizados estudos recentes, sem desconsiderar obras clássicas consideradas fundamentais para a consolidação do tema, permitindo uma análise consistente da evolução dos conceitos e das aplicações práticas da economia circular.

As buscas bibliográficas foram realizadas em bases de dados científicas amplamente utilizadas pela comunidade acadêmica, como ScienceDirect, Scopus, Google Scholar, ResearchGate e Portal de Periódicos CAPES, utilizando descritores em português e inglês, entre eles: economia circular, circular economy, engenharia sanitária e ambiental, sustentabilidade, modelos de negócios sustentáveis, gestão de resíduos sólidos, reúso de água, saneamento ambiental, economia compartilhada, logística reversa, remanufatura e simbiose industrial.

Como critérios de inclusão, foram selecionados estudos que abordassem diretamente os fundamentos da economia circular, os modelos de negócios circulares, aplicações na gestão ambiental e no saneamento, além de pesquisas que apresentassem resultados relacionados aos impactos econômicos, sociais e ambientais da circularidade. Foram excluídas publicações com informações insuficientes, trabalhos duplicados, estudos sem relação direta com a temática e documentos sem respaldo científico.

Após a seleção das referências, realizou-se a leitura exploratória, seletiva, analítica e interpretativa dos materiais, permitindo a organização das informações em categorias temáticas, contemplando o conceito de economia circular, os novos modelos de negócios, os impactos econômicos e ambientais, as aplicações na Engenharia Sanitária e Ambiental e os principais desafios para sua implementação.

Os dados obtidos foram analisados de forma qualitativa, buscando identificar convergências entre os diferentes autores, tendências de aplicação, benefícios observados, limitações existentes e oportunidades para expansão da economia circular nos sistemas de saneamento e gestão ambiental. A interpretação dos resultados foi fundamentada na comparação crítica das informações presentes na literatura científica, possibilitando compreender o potencial da economia circular como instrumento de inovação, eficiência na utilização dos recursos naturais e promoção do desenvolvimento sustentável.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Implicações da Economia Circular

A economia circular tem se consolidado como uma alternativa ao modelo econômico linear, baseado na extração de recursos naturais, produção, consumo e descarte de resíduos. Em contraste com esse modelo, a circularidade busca manter produtos e materiais em uso pelo maior tempo possível, reduzindo a geração de resíduos e promovendo o uso mais eficiente dos recursos naturais (Chiesa et al., 2022). Segundo Stahel (2016), a economia circular fundamenta-se na extensão da vida útil dos produtos e na preservação do valor dos recursos ao longo dos ciclos produtivos.

Além de seus benefícios ambientais, esse modelo favorece a inovação e o desenvolvimento de novos modelos de negócios, ao incentivar o reaproveitamento de materiais, a valorização de resíduos e a otimização dos processos produtivos (Hernández-Chover et al., 2022). Na Engenharia Sanitária e Ambiental, sua aplicação é evidenciada em práticas como a gestão de resíduos sólidos, o tratamento e reúso de águas residuárias, a recuperação de nutrientes e a geração de energia, contribuindo para sistemas mais eficientes e sustentáveis (Mannina, Gulhan e Ni, 2022).

3.2 Novos modelos de negócios circulares

A implementação do modelo da economia circular depende diretamente da ampliação da utilização de modelos de negócio que possam transformar o sistema produtivo tradicional. As pesquisas mostram que as estratégias como Produto como Serviço (PaaS), remanufatura,

logística reversa e economia compartilhada e simbiose industrial são importantes ferramentas que buscam promover a circularidade (Bressanelli, Saccani, Perona, 2024).

Tabela 1 - Principais modelos de negócio circulares e suas aplicações

MODELO DE NEGÓCIO CIRCULAR	APLICAÇÃO NA ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL	BENEFÍCIOS
Produto como Serviço (PaaS)	Monitoramento ambiental e sistemas de tratamento de água	Elevação da eficiência operacional
Logística Reversa	Gestão de resíduos sólidos e reaproveitamento	Redução na disposição final
Remanufatura	Recuperação de equipamentos de resíduos sólidos	Aumento da vida útil dos produtos
Simbiose Industrial	Aproveitamento de resíduos entre empresas e no ramo industrial	Redução no desperdício e na geração de resíduos
Valorização Energética	Produção de energias renováveis e biogás a partir de resíduos sólidos	Geração de energia limpa

Fonte: Autoria Própria (2026).

A tabela 1 demonstra que os modelos de negócio circulares possuem um potencial elevado de aplicação em áreas distintas da engenharia sanitária e ambiental e demais áreas do conhecimento pois possuem características específicas, possuem o objetivo de reduzir os os impactos ambientais e geração de resíduos e buscam promover um aumento na eficiência econômica e ambiental. Dentre esses modelos destacam-se as estratégias de valorização energética de reuso de materiais e de resíduos que apresentam uma maior facilidade de implementação e corroboram com a mitigação dos desafios atuais da engenharia sanitária e ambiental.

3.3 Impactos econômicos e ambientais

As revisões bibliográficas evidenciam que a economia circular promove benefícios nas dimensões econômica, ambiental e social da sustentabilidade. No âmbito econômico, destacam-se a redução dos custos operacionais, o aumento da eficiência produtiva, a otimização do uso de recursos e a criação de novas oportunidades de mercado por meio da recuperação e reutilização de materiais. Além disso, organizações que adotam os princípios da circularidade apresentam maior capacidade de inovação, competitividade e adaptação às exigências regulatórias e ambientais, contribuindo para a transição rumo a uma economia de baixo carbono (Núñes; Perez-Castillo, 2023).

Nesse sentido, Stahel (2016) afirma que a extensão da vida útil dos produtos e a manutenção do valor dos materiais ao longo dos ciclos produtivos constituem importantes mecanismos para aumentar a produtividade dos recursos e reduzir desperdícios, enquanto Geissdoerfer et al. (2017) destacam que a economia circular representa um novo paradigma de sustentabilidade capaz de dissociar o crescimento econômico do consumo intensivo de recursos naturais.

A adoção de modelos circulares traz ganhos macroeconômicos ao reduzir a dependência de matérias-primas virgens, fortalecendo a segurança de fornecimento de recursos estratégicos e fomentando novos negócios baseados em inovação e eficiência. A Ellen MacArthur Foundation (2015) aponta benefícios econômicos importantes, como redução de custos com insumos, aumento da produtividade industrial e valorização de materiais antes descartados. Kirchherr, Reike e Hekkert (2017) acrescentam que a economia circular promove uma mudança sistêmica nos padrões de produção e consumo, aumentando a resiliência econômica frente às variações dos mercados de recursos e incentivando investimentos em tecnologias limpas e inovação.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83806

A economia circular reduz extração de recursos, geração de resíduos e emissões de gases de efeito estufa ao promover uso mais eficiente de materiais e energia, contribuindo para a conservação dos ecossistemas (Ghisellini, Cialani e Ulgiati, 2016). Ao substituir a lógica do descarte por sistemas regenerativos, mantém-se produtos e materiais em circulação por mais tempo, aliviando a pressão sobre aterros e recursos naturais (Murray, Skene e Haynes, 2017). Na Engenharia Sanitária e Ambiental, esses ganhos manifestam-se no reúso de água, recuperação de nutrientes, valorização energética de resíduos e produção de biogás, ações que elevam a eficiência dos sistemas de saneamento (Mannina; Gulhan; Ni, 2022; Hernández-Chover et al., 2023).

Além dos benefícios econômicos e ambientais, diversos estudos demonstram que a economia circular fortalece a sustentabilidade ao estimular a geração de empregos verdes, incentivar a inovação tecnológica e ampliar a competitividade das organizações. Para a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2024) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, 2024), a transição para modelos produtivos circulares constitui uma estratégia indispensável para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente aqueles relacionados ao consumo e produção responsáveis (ODS 12), à água potável e saneamento (ODS 6), à indústria, inovação e infraestrutura (ODS 9) e à ação climática (ODS 13). Dessa forma, observa-se que a economia circular extrapola a simples gestão de resíduos, configurando-se como um modelo capaz de integrar desenvolvimento econômico, conservação ambiental e inovação tecnológica, fortalecendo a resiliência dos sistemas produtivos e contribuindo para uma gestão mais eficiente dos recursos naturais.

3.4 Aplicação na Engenharia Sanitária e Ambiental e seus desafios de implementação

A literatura indica que a Engenharia Sanitária e Ambiental tem grande potencial para aplicar os princípios da economia circular, com ênfase no reúso de água, valorização de resíduos sólidos, recuperação de energia e nutrientes de resíduos orgânicos e tratamento de efluentes para reúso, medidas que aumentam a eficiência dos recursos e reduzem impactos ambientais (Mannina, Gulhan e Ni, 2022; Hernández-Chover et al., 2022).

O reúso de água tratado surge como alternativa crucial para aliviar a pressão sobre recursos hídricos, sobretudo em áreas com escassez, enquanto a recuperação de energia e nutrientes em estações de tratamento de esgoto pode melhorar a eficiência operacional e a sustentabilidade dos sistemas de saneamento (Mannina, Gulhan e Ni, 2022).

Apesar das vantagens identificadas, a implementação da economia circular ainda enfrenta desafios significativos. Entre as principais barreiras destacam-se os elevados custos iniciais de implantação, a necessidade de investimentos em pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação, além da existência de limitações regulatórias e da resistência de organizações à adoção de novos modelos de produção e gestão (Hernández-Chover et al., 2022; Chiesa et al., 2022).

Nesse contexto, a consolidação da economia circular depende da formulação de políticas públicas, do fortalecimento da governança ambiental e da integração entre governos, instituições de pesquisa, setor produtivo e sociedade. Essa articulação é essencial para ampliar a adoção de práticas circulares e promover sistemas de saneamento mais eficientes, resilientes e alinhados aos princípios do desenvolvimento sustentável (Chiesa et al., 2022; Mannina, Gulhan e Ni, 2022).

4 CONCLUSÃO

A presente pesquisa evidenciou que a economia circular representa uma alternativa viável ao modelo econômico linear, ao propor estratégias capazes de reduzir a geração de resíduos, otimizar o uso dos recursos naturais, reinserir materiais nos ciclos produtivos e mitigar

os impactos ambientais. Os estudos analisados demonstram que práticas como logística reversa, remanufatura, simbiose industrial e valorização de resíduos contribuem para o aumento da eficiência dos processos produtivos, agregam valor aos materiais e favorecem o desenvolvimento econômico aliado à sustentabilidade.

No âmbito da Engenharia Sanitária e Ambiental, verificou-se que os princípios da economia circular apresentam elevado potencial de aplicação, especialmente no reúso de água, na valorização de resíduos sólidos, na recuperação de nutrientes e energia e na gestão sustentável dos recursos naturais. Essas estratégias promovem a transformação de resíduos em recursos, fortalecem a eficiência dos sistemas de saneamento e contribuem para a redução dos impactos ambientais decorrentes das atividades antrópicas, consolidando uma abordagem mais resiliente e regenerativa para a gestão ambiental.

Conclui-se, portanto, que a economia circular constitui uma estratégia fundamental para impulsionar a transição para modelos de produção e consumo mais sustentáveis, conciliando crescimento econômico, inovação e conservação ambiental. Contudo, sua ampla implementação ainda depende da superação de desafios relacionados aos investimentos em tecnologia e inovação, ao aprimoramento dos instrumentos regulatórios, à formulação de políticas públicas e ao fortalecimento da integração entre governo, setor produtivo, comunidade científica e sociedade. O enfrentamento dessas barreiras será determinante para ampliar a adoção de práticas circulares e consolidar um modelo de desenvolvimento capaz de atender às demandas ambientais, econômicas e sociais de forma integrada.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Daniel Caixeta. Economia e meio ambiente: aspectos teóricos e práticos. Campinas: Unicamp, 2008.

BOCKEN, Nancy M. P.; DE PAUW, Ingrid; BAKKER, Conny; VAN DER GRINTEN, Bram. Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, v. 33, n. 5, p. 308–320, 2016. DOI: https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124.

BRESSANELLI, Gianmarco; SACCANI, Nicola; PERONA, Marco. Are digital servitization-based Circular Economy business models sustainable? A systemic what-if simulation model. Journal of Cleaner Production, v. 458, p. 142512, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142512.

CHIESA, Rosa. Walter Stahel e la formazione alla circolarità. In: BADALUCCO, Laura (org.). *Futuro Continuo: esperienze di design per la transizione ecologica e digitale*. Conegliano: Anteferma Edizioni, 2022. p. 48–53.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. *Growth Within: A Circular Economy Vision for a Competitive Europe*. Cowes: Ellen MacArthur Foundation, 2015.

GEISSDOERFER, Martin; SAVAGET, Paulo; BOCKEN, Nancy M. P.; HULTINK, Erik Jan. The Circular Economy – A new sustainability paradigm? Journal of Cleaner Production, v. 143, p. 757-768, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048.

GEISSDOERFER, Martin; VLADIMIROVA, Doroteya; EVANS, Steve. A literature and practice review to develop sustainable business model archetypes. Journal of Cleaner Production, v. 205, p. 423-436, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.120.

GHISELLINI, Patrizia; CIALANI, Catia; ULGIATI, Sergio. A review on circular economy: The expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, v. 114, p. 11–32, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.007.

HERNÁNDEZ-CHOVER, Vicent; CASTELLET-VICIANO, Lledó; FUENTES, Ramón; HERNÁNDEZ-SANCHO, Francesc. Circular economy and efficiency to ensure the sustainability in the wastewater treatment plants. *Journal of Cleaner Production*, v. 384, p. 135563, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135563.

KIRCHHERR, Julian; REIKE, Denise; HEKKERT, Marko. Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 127, p. 221–232, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.09.005.

LEITÃO, Alexandra. Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o séc. XXI. Portuguese Journal of Finance, Management and Accounting, v. 1, n. 2, p. 149-171, 2015.

MANNINA, Giorgio; GULHAN, Hakan; NI, Bing-Jie. Water reuse from wastewater treatment: The transition towards circular economy in the water sector. Bioresource Technology, v. 363, p. 127951, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.127951. Acesso em: 24 jun. 2026.

MURRAY, Alan; SKENE, Keith; HAYNES, Kathryn. The Circular Economy: An interdisciplinary exploration of the concept and application in a global context. *Journal of Business Ethics*, v. 140, n. 3, p. 369–380, 2017. DOI: https://doi.org/10.1007/s10551-015-2693-2.

NÚÑEZ, José; PÉREZ-CASTILLO, Daniel. Circular economy and sustainable business transformation: Innovation, competitiveness and environmental performance. *Sustainability*, v. 15, 2023.

OECD – ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT. *The Circular Economy in Cities and Regions*. Paris: OECD Publishing, 2024.

PEARCE, David W.; TURNER, R. Kerry. Economics of natural resources and the environment. London: Harvester Wheatsheaf; Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1989. Acesso em: 24 jun. 2026.

ROSSI, Fernando Luís; LIMA, Igor Thomas da Silva e; SILVEIRA, Luciana de Lima; BARBOSA, Robson; SOUZA, Roseane Ferro de. Economia circular: conceitos e perspectivas na sociedade contemporânea**.** *Revista Geo*, v. 13, n. 2, p. 71–90, 2022. Disponível em: https://revistageo.com.br/revgeo/article/view/388/300. Acesso em: 26 jun. 2026.

STAHEL, W. R. The circular economy. *Nature*, London, v. 531, n. 7595, p. 435-438, 2016.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. *Global Resources Outlook 2024: Bend the Trend – Pathways to a Liveable Planet*. Nairobi: UNEP, 2024.

UNITED NATIONS. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations, 2015.

LEVANTAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DE PLANTAS DANINHAS NA ÁREA EXPERIMENTAL DO IFSC CAMPUS CANOINHAS-SC

LAURO WILLIAM PETRENTCHUK; MATHEUS MOSKWYN IURKIV; NATALIA GIOVANA KRAUSS

RESUMO

As plantas daninhas constituem um dos principais fatores limitantes da produtividade agrícola, competindo com as culturas por água, luz, nutrientes e espaço, além de favorecerem a ocorrência de pragas e doenças. A identificação correta dessas espécies representa uma importante ferramenta para o planejamento do manejo integrado e para a adoção de estratégias de controle mais eficientes. O presente trabalho tem como objetivo identificar as plantas daninhas que ocorrem espontaneamente na área experimental do IFSC Campus Canoinhas durante um período de dez meses, classificando suas principais famílias botânicas, acompanhando o ciclo vegetativo das três espécies de maior incidência e elaborando um guia digital para utilização didática. A pesquisa será conduzida em uma área experimental de aproximadamente dois hectares, contemplando diferentes sistemas de cultivo anuais e perenes. O levantamento será realizado por meio de amostragens quinzenais utilizando parcelas permanentes de 1 m² distribuídas aleatoriamente, totalizando quarenta unidades amostrais. As espécies serão identificadas com auxílio de literatura especializada, registros fotográficos e comparação com materiais de herbário. Também serão coletadas informações sobre estágio fenológico, abundância, altura, espécies associadas e ocorrência de agentes bióticos. Os resultados permitiram identificar as espécies predominantes da área experimental, destacando-se *Senecio brasiliensis*, *Taraxacum officinale* e *Coreopsis elegans*, presentes em 96% das parcelas avaliadas. Entre as espécies monitoradas, *Coreopsis tinctoria* apresentou ocorrência em todas as parcelas durante a primavera e o verão, enquanto *Cyperus odoratus* permaneceu presente durante todo o período experimental e *Lolium multiflorum* apresentou desenvolvimento predominante no período de temperaturas mais baixas. As informações obtidas subsidiaram a elaboração de um banco de dados e de um guia digital de identificação das plantas daninhas da área experimental, voltado às atividades de ensino, pesquisa e extensão.

Palavras-chave: flora infestante; manejo integrado; identificação botânica.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura moderna apresenta elevados índices de produtividade em razão do avanço tecnológico observado nas últimas décadas. Entretanto, diversos fatores ainda comprometem o desempenho das culturas, destacando-se a interferência das plantas daninhas, responsáveis por perdas econômicas decorrentes da competição por recursos essenciais ao desenvolvimento vegetal (Fontes *et al*., 2003). Além da redução da produtividade, essas espécies dificultam operações agrícolas, favorecem a disseminação de pragas e doenças e podem representar riscos à saúde humana (Carvalho, 2013).

DOI: 10.51189/vii-coninters/83835

O conhecimento da composição florística de uma área constitui etapa fundamental para o planejamento de estratégias de manejo integrado, permitindo definir métodos de controle mais eficientes e sustentáveis (Lorenzi, 2006). Nesse contexto, torna-se necessária a realização de levantamentos periódicos que possibilitem identificar as espécies presentes e compreender sua dinâmica populacional.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo identificar e caracterizar as plantas daninhas presentes na área experimental do IFSC Campus Canoinhas, acompanhando o ciclo vegetativo das principais espécies e desenvolvendo um guia digital para apoio às atividades de ensino, pesquisa e extensão.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa será desenvolvida na área experimental do IFSC Campus Canoinhas, Santa Catarina, abrangendo aproximadamente dois hectares com cultivos anuais e perenes. O levantamento ocorrerá quinzenalmente durante dez meses, entre outubro de 2025 e julho de 2026.

Serão demarcadas quarenta parcelas permanentes de 1 m² distribuídas aleatoriamente por sorteio. Em cada parcela serão registradas as espécies presentes, estágio fenológico, abundância, altura das plantas, presença de espécies associadas e ocorrência de pragas ou doenças. As espécies serão fotografadas e identificadas por meio de literatura especializada e comparação com materiais de herbário.

Também será realizado o acompanhamento do ciclo vegetativo das espécies *Coreopsis tinctoria*, *Lolium multiflorum* e *Cyperus odoratus*, por apresentarem elevada incidência na área experimental. Os registros obtidos constituirão um banco de dados que servirá de base para elaboração de um guia digital de identificação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O levantamento florístico evidenciou elevada diversidade de plantas daninhas na área experimental, indicando forte heterogeneidade da comunidade infestante e necessidade de monitoramento contínuo. De acordo com Monquero e Christoffoleti (2016), a dinâmica dessas comunidades é diretamente influenciada pelo histórico de manejo, condições ambientais e capacidade adaptativa das espécies.

As espécies de maior ocorrência (Tabela 1), foram Maria-mole (*Senecio brasiliensis*), Dente-de-leão (*Taraxacum officinale*) e Margaridinha-escura (*Coreopsis elegans*), presentes em 96% das parcelas. Segundo Lorenzi (2006), espécies ruderais com ampla plasticidade ecológica tendem a apresentar elevada persistência em ambientes agrícolas manejados.

Em frequência intermediária destacaram-se Buva (*Conyza* spp.) e Tiririca (*Cyperus* spp.), presentes em 84% das parcelas. A buva é reconhecida por sua alta produção de sementes e ocorrência de biótipos resistentes a herbicidas, sendo considerada uma das principais plantas daninhas do sistema agrícola brasileiro (Albrecht *et al*., 2020). Já espécies do gênero *Cyperus* apresentam intensa reprodução vegetativa, o que favorece sua persistência (Kissmann; Groth, 1999).

Também foram registradas espécies como *Eleusine indica*, *Euphorbia heterophylla*, *Sida* spp., *Galinsoga parviflora*, *Commelina benghalensis*, *Vernonia tweedieana* e *Ipomoea triloba*, todas com alta capacidade competitiva e estratégias reprodutivas eficientes, como emergência escalonada e elevada produção de sementes (Lorenzi, 2006; Monquero; Christoffoleti, 2016).

DOI: 10.51189/vii-coninters/83835

Tabela 1-Frequência das principais espécies de plantas daninhas .

Espécie	Nome científico	Frequência (%)
Maria-mole	*Senecio brasiliensis*	96
Dente-de-leão	*Taraxacum officinale*	96
Margaridinha-escura	*Coreopsis elegans*	96
Buva	*Conyza* spp.	84
Tiririca	*Cyperus* spp.	84
Demais espécies	diversas	80

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

No acompanhamento fenológico, *Coreopsis tinctoria* ocorreu em 100% das parcelas durante primavera e verão, com pico de desenvolvimento entre novembro e dezembro. *Cyperus odoratus* esteve presente durante todo o período experimental, com maior florescimento no outono. Já *Lolium multiflorum* apresentou emergência no outono, com desenvolvimento predominante no inverno.

Esses resultados evidenciam forte influência da sazonalidade sobre a dinâmica das espécies infestantes, corroborando a importância do conhecimento do ciclo biológico para definição de estratégias de manejo (Lorenzi, 2006; Vasconcelos *et al.*, 2012). Além disso, o manejo integrado deve combinar práticas culturais, mecânicas e químicas, visando redução do banco de sementes e da reinfestação (Monquero; Christoffoleti, 2016).

4 CONCLUSÃO

O levantamento realizado permitiu caracterizar a comunidade de plantas daninhas presente na área experimental do IFSC Campus Canoinhas, identificando as espécies de maior frequência e descrevendo a dinâmica sazonal das principais plantas monitoradas. As elevadas ocorrências de *Senecio brasiliensis*, *Taraxacum officinale* e *Coreopsis elegans* evidenciam a necessidade de monitoramento contínuo e de estratégias específicas de manejo para essas espécies.

O acompanhamento fenológico de *Coreopsis tinctoria*, *Cyperus odoratus* e *Lolium multiflorum* demonstrou que a sazonalidade influencia diretamente o desenvolvimento das espécies, permitindo indicar períodos mais adequados para adoção de medidas de controle. Além da contribuição científica, os dados obtidos possibilitaram a construção de um banco de imagens e informações que servirá de base para um guia digital de identificação, fortalecendo as atividades de ensino, pesquisa e extensão desenvolvidas no IFSC Campus Canoinhas.

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, L. P.; ALBRECHT, A.J.P; SILVA, A.F.M. et al. Manejo de buva (*Conyza spp.*). **Relatório HRAC-BR**, 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/348607538_Manejo_de_buva_Conyza_spp . Acesso em: 30 jun. 2026.

CARVALHO, L. B. de. **Plantas daninhas.** Lages: Editado pelo autor, 2013.

FONTES, J. R. A. (Org.). **Manejo integrado de plantas daninhas**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003.

KISSMANN, K. G.; GROTH, D. **Plantas infestantes e nocivas**. 2. ed. São Paulo: BASF, 1999.

LORENZI, H. **Manual de identificação e controle de plantas daninhas**. 6. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2006.

MONQUERO, P. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Manejo de plantas daninhas e resistência a herbicidas em sistemas agrícolas. *In*: CHRISTOFFOLETI, P. J.; MONQUERO, P. A. (org.). **Plantas daninhas e seu manejo**. Jaboticabal: Funep, 2016.

RIZZARDI, M. A.; FLECK, N.G.; VIDAL, R.A.; MEROTTO JR, A.;AGOSTINETTO, D. Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e culturas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 707–714, 2001. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cr/a/gx95vDX7vQZYBRNRcsn44gG/?format=html&lang=pt . Acesso em 28 de Jun. de 2026.

VASCONCELOS, M. C. C.; ALVES da SILVA, A.F.; LIMA, R.S. Interferência de plantas daninhas sobre plantas cultivadas. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 8, n. 1, p. 1–6, 2012. Disponível em: https://acsa.revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/159 . Acesso em 30 de Jun. de 2026

EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA E ASSISTÊNCIA SOCIAL: CONTRIBUIÇÕES PARA A SUSTENTABILIDADE E A JUSTIÇA SOCIAL NOS TERRITÓRIOS

ALINE PATRÍCIA TRIDA DE ALMEIDA; NORMA BARBADO

RESUMO

A crise socioambiental contemporânea evidencia que a degradação ambiental e as desigualdades sociais afetam de forma mais intensa populações em situação de vulnerabilidade, reforçando a necessidade de políticas públicas capazes de integrar proteção ambiental, inclusão social e promoção da cidadania. Nesse contexto, a Educação Ambiental Crítica destaca-se por compreender as questões ambientais de forma articulada às dimensões sociais, políticas, econômicas e culturais, contribuindo para o fortalecimento da participação social, da justiça socioambiental e da sustentabilidade nos territórios. O presente estudo tem como objetivo analisar as contribuições da Educação Ambiental Crítica para fortalecer a atuação da Assistência Social na promoção da sustentabilidade e da justiça social, evidenciando possibilidades de integração entre esses campos no enfrentamento das vulnerabilidades socioambientais. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de natureza bibliográfica e documental, fundamentada na análise de documentos normativos, como a Lei Orgânica da Assistência Social, a Política Nacional de Educação Ambiental, o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global e a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, além de referenciais teóricos nacionais e internacionais sobre Educação Ambiental Crítica, justiça ambiental, sustentabilidade e políticas públicas. Os resultados indicam que a Educação Ambiental Crítica amplia a compreensão das vulnerabilidades socioambientais ao incorporar princípios como participação cidadã, emancipação social, valorização dos saberes locais e fortalecimento da governança territorial. A análise também evidencia que a articulação entre Educação Ambiental e Assistência Social favorece práticas intersetoriais voltadas à garantia de direitos, à prevenção de riscos, à inclusão social, ao fortalecimento da autonomia das comunidades e à construção de territórios mais resilientes e sustentáveis. Conclui-se que a aproximação entre esses campos constitui uma estratégia relevante para qualificar políticas públicas, fortalecer ações educativas e contribuir para a promoção da justiça socioambiental, da cidadania ambiental e do desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Cidadania; Intersetorialidade; Vulnerabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A crise socioambiental contemporânea evidencia que a degradação ambiental e as desigualdades sociais constituem processos interdependentes que afetam de forma mais intensa populações em situação de vulnerabilidade. Esse cenário reforça a necessidade de políticas públicas capazes de integrar proteção ambiental, inclusão social e promoção da cidadania, em consonância com a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, especialmente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) relacionados à redução das desigualdades (ODS 10), às cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11) e à ação climática (ODS 13) (ONU, 2015). Nessa perspectiva, a Educação Ambiental Crítica amplia a compreensão das problemáticas socioambientais ao articular sustentabilidade, justiça social, participação cidadã e transformação das relações entre sociedade e natureza (Leff, 2010; Loureiro, 2012; Layrargues; Lima, 2014). Estudos recentes também destacam que a Educação Ambiental

DOI: 10.51189/vii-coninters/83884

Crítica deve ser compreendida como um processo político-pedagógico capaz de fortalecer a participação social, a gestão compartilhada dos territórios e a construção da sustentabilidade, superando abordagens meramente conservacionistas (Laureano; Rebecca; Barbado, 2025).

Embora a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999) e a Lei Orgânica da Assistência Social (Lei nº 8.742/1993), posteriormente operacionalizada pela Política Nacional de Assistência Social, compartilhem princípios voltados à garantia de direitos, à participação social e ao fortalecimento da cidadania, a literatura que analisa de forma integrada as interfaces entre esses campos ainda permanece incipiente, especialmente sob a perspectiva da sustentabilidade e da justiça socioambiental. Considerando essa lacuna, este estudo tem como objetivo analisar as contribuições da Educação Ambiental Crítica para fortalecer a atuação da Assistência Social na promoção da sustentabilidade e da justiça social nos territórios, evidenciando seu potencial para qualificar práticas intersetoriais e ampliar a capacidade de enfrentamento das vulnerabilidades socioambientais.

2 METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de natureza bibliográfica e documental. A pesquisa bibliográfica fundamentou-se em obras clássicas e contemporâneas sobre Educação Ambiental Crítica, sustentabilidade, justiça socioambiental e políticas públicas, tendo como principais referenciais Leff (2010), Loureiro (2012), Layrargues e Lima (2014), Sachs (2002), Porto-Gonçalves (2006), Krenak (2019) e Bispo dos Santos (2023).

A pesquisa documental contemplou a análise de documentos normativos nacionais e internacionais que orientam as políticas públicas relacionadas ao tema, dentre os quais destacam-se a Lei Orgânica da Assistência Social (Lei nº 8.742/1993), a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999), o Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global (Fórum Internacional das ONGs, 1992) e o relatório Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2015). A análise dos dados foi conduzida por meio de abordagem interpretativa, buscando identificar convergências entre os referenciais teóricos e normativos, bem como as possibilidades de integração entre a Educação Ambiental Crítica e a Assistência Social na construção de estratégias intersetoriais voltadas ao enfrentamento das vulnerabilidades socioambientais e à promoção da cidadania.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos referenciais teóricos e dos documentos normativos evidenciou que a Educação Ambiental Crítica e a Assistência Social compartilham princípios orientados pela promoção da cidadania, da participação social e da garantia de direitos. Embora historicamente constituídas em campos distintos, ambas reconhecem que as vulnerabilidades são produzidas por processos sociais, econômicos, políticos e ambientais inter-relacionados, exigindo abordagens integradas para seu enfrentamento (Brasil, 1993; Brasil, 1999; Loureiro, 2012).

Os resultados evidenciam que a Educação Ambiental Crítica amplia a compreensão da sustentabilidade ao superar perspectivas estritamente conservacionistas e incorporar dimensões éticas, sociais e políticas. Nessa perspectiva, a sustentabilidade passa a ser compreendida como um processo de transformação social fundamentado na justiça ambiental, na participação democrática e na valorização dos saberes locais (Leff, 2010; Layrargues; Lima, 2014). Essa concepção converge com os pressupostos da Agenda 2030, que reconhece a indivisibilidade entre desenvolvimento sustentável, redução das desigualdades e fortalecimento das instituições (ONU, 2015).

Essa perspectiva aproxima-se dos pressupostos da justiça ambiental (Acselrad; Mello; Bezerra, 2010), ao reconhecer que os impactos da degradação ambiental recaem de forma desigual sobre grupos socialmente vulnerabilizados. Nessa direção, Oliveira, Gouvêa e Barbado (2024) defendem que a justiça ambiental, a espacialidade e a salubridade ambiental constituem

dimensões indissociáveis para a promoção de cidades mais democráticas e sustentáveis, reforçando a necessidade de políticas públicas integradas e territorializadas.

A análise documental evidenciou ainda que a Política Nacional de Educação Ambiental e a Lei Orgânica da Assistência Social oferecem fundamentos que favorecem a atuação intersetorial entre essas políticas públicas. A articulação entre educação, proteção social e gestão ambiental amplia a identificação das vulnerabilidades socioambientais, fortalece processos participativos e a governança territorial, contribuindo para o desenvolvimento de ações territorializadas voltadas à prevenção de riscos, à inclusão social e ao fortalecimento da autonomia das comunidades (Brasil, 1993; Brasil, 1999). Essa perspectiva reforça a importância da integração entre processos educativos e políticas públicas na construção de estratégias voltadas ao desenvolvimento sustentável e à transformação social, corroborando estudos que destacam a Educação Ambiental como instrumento de fortalecimento da cidadania e da gestão participativa dos territórios (Oliveira; Gouvêa; Barbado, 2024).

Os resultados também demonstram que a integração entre Educação Ambiental Crítica e Assistência Social favorece o fortalecimento da governança territorial ao estimular processos participativos que envolvem poder público, organizações da sociedade civil e comunidades locais. Essa articulação amplia as possibilidades de construção coletiva de soluções para problemas socioambientais, promovendo maior corresponsabilidade entre os diferentes atores sociais e fortalecendo mecanismos de controle social. Nesse contexto, a atuação intersetorial deixa de representar apenas uma estratégia administrativa para constituir um princípio orientador da gestão pública comprometida com a sustentabilidade, a justiça socioambiental e a efetivação dos direitos. Essa compreensão também converge com Laureano, Rebecca e Barbado (2025), ao defenderem que a Educação Ambiental possui natureza essencialmente política e pedagógica, contribuindo para a formação de sujeitos críticos capazes de participar das decisões relacionadas ao ambiente e à construção de sociedades sustentáveis.

Outro aspecto evidenciado refere-se ao reconhecimento dos territórios como espaços de construção coletiva do conhecimento e de exercício da cidadania. Os referenciais analisados indicam que a valorização dos saberes tradicionais, das experiências comunitárias e do diálogo intercultural fortalece processos de emancipação social e de gestão sustentável dos recursos naturais, conforme defendem Krenak (2019) e Bispo dos Santos (2023). Essa abordagem também converge com estudos que compreendem a Educação Ambiental como prática emancipatória capaz de fortalecer o protagonismo social, a construção coletiva do conhecimento e a corresponsabilidade na gestão dos recursos naturais (Mora; Gomes; Barbado, 2020). Nesse contexto, a Educação Ambiental Crítica contribui para qualificar as práticas desenvolvidas pela Assistência Social ao incorporar processos educativos voltados à participação, à corresponsabilidade e ao protagonismo dos sujeitos.

Observou-se ainda que a atuação articulada entre Educação Ambiental e Assistência Social fortalece a dimensão preventiva das políticas públicas. Ao incorporar processos educativos permanentes nas ações desenvolvidas junto às famílias e comunidades, amplia-se a capacidade de identificação precoce das vulnerabilidades, de mobilização social e de fortalecimento das redes locais de proteção. Essa perspectiva contribui para consolidar práticas voltadas não apenas ao atendimento das demandas imediatas, mas também à construção de territórios mais resilientes, sustentáveis e socialmente justos. Além disso, observa-se que essa aproximação dialoga diretamente com diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente aqueles relacionados à erradicação da pobreza (ODS 1), à redução das desigualdades (ODS 10), às cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11) e à ação climática (ODS 13), reforçando a necessidade de políticas públicas integradas para o enfrentamento das vulnerabilidades socioambientais (ONU, 2015).

De forma geral, os resultados indicam que a integração entre Educação Ambiental Crítica e Assistência Social amplia as possibilidades de construção de políticas públicas mais

eficazes no enfrentamento das desigualdades socioambientais. A articulação entre esses campos favorece práticas intersetoriais alinhadas aos princípios da sustentabilidade, da justiça social e da garantia de direitos, contribuindo para o fortalecimento da resiliência dos territórios e para a promoção do desenvolvimento sustentável. Os achados desta pesquisa evidenciam, ainda, que a aproximação entre essas áreas representa uma estratégia relevante para qualificar a gestão pública e fortalecer ações educativas comprometidas com a transformação social e a construção de sociedades mais justas e sustentáveis.

4 CONCLUSÃO

A análise realizada permitiu concluir que a Educação Ambiental Crítica constitui um importante referencial teórico e metodológico para fortalecer a atuação da Assistência Social diante dos desafios socioambientais contemporâneos. Ao integrar princípios como participação social, justiça socioambiental, sustentabilidade e valorização dos saberes locais, essa abordagem amplia a compreensão das vulnerabilidades e favorece o desenvolvimento de práticas intersetoriais voltadas à garantia de direitos e ao fortalecimento da cidadania.

Os resultados evidenciam que a aproximação entre Educação Ambiental Crítica e Assistência Social fortalece a construção de políticas públicas mais integradas e territorializadas, capazes de responder de forma mais efetiva às múltiplas dimensões das desigualdades sociais e ambientais. Além disso, essa articulação está alinhada aos princípios da Agenda 2030, contribuindo para a promoção do desenvolvimento sustentável e para o fortalecimento da resiliência das comunidades.

Por fim, recomenda-se o desenvolvimento de estudos empíricos que analisem experiências de integração entre Educação Ambiental Crítica e Assistência Social em diferentes contextos territoriais, produzindo evidências capazes de subsidiar o aperfeiçoamento das políticas públicas, fortalecer estratégias de enfrentamento das vulnerabilidades socioambientais e contribuir para a construção de territórios mais sustentáveis, inclusivos e socialmente justos.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, Henri; MELLO, Cecília Campello do Amaral; BEZERRA, Gustavo das Neves. *O que é justiça ambiental*. Rio de Janeiro: Garamond, 2010.

BISPO DOS SANTOS, Antonio. *A terra dá, a terra quer*. São Paulo: Ubu Editora, 2023.

BRASIL. Lei nº 8.742, de 7 de dezembro de 1993. Dispõe sobre a organização da Assistência Social e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 8 dez. 1993. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8742.htm. Acesso em: 30 jun. 2026.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. *Diário Oficial da União*: Brasília, DF, 28 abr. 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 30 jun. 2026.

FÓRUM INTERNACIONAL DAS ONGs. *Tratado de Educação Ambiental para Sociedades Sustentáveis e Responsabilidade Global*. Rio de Janeiro: Fórum Global, 1992.

KRENAK, Ailton. *Ideias para adiar o fim do mundo*. São Paulo: Companhia das Letras, 2019.

LAYRARGUES, Philippe Pomier; LIMA, Gustavo Ferreira da Costa. As macrotendências político-pedagógicas da Educação Ambiental brasileira. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 23-40, 2014.

LAUREANO, Denis Tozzi; REBECCA, Juliana Bueno Ruiz; BARBADO, Norma. Educação Ambiental: questões políticas e pedagógicas. *Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)*, São Paulo, v. 20, n. 7, p. 208-222, 2025.

LEFF, Enrique. *Racionalidade ambiental: a reapropriação social da natureza*. 6. ed. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2010.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. *Trajetória e fundamentos da Educação Ambiental*. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

MORA, Edinei Aparecido; GOMES, Patrícia Pereira; BARBADO, Norma. Práticas de Educação Ambiental como ferramentas no desenvolvimento do sentido de pertencimento do sujeito da escola do campo. *Research, Society and Development*, Vargem Grande Paulista, v. 9, n. 12, e12191210911, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.33448/rsd-v9i12.10911.

OLIVEIRA, Adeilson Moizés de; GOUVÊA, Josiane Barbosa; BARBADO, Norma. Approaching the concepts of environmental justice and spatiality to environmental health. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, Miami, v. 18, n. 4, e04997, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n4-083.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: https://sdgs.un.org/2030agenda. Acesso em: 30 jun. 2026.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. *A globalização da natureza e a natureza da globalização*. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

SACHS, Ignacy. *Caminhos para o desenvolvimento sustentável*. 3. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.

APRENDIZAGEM PRÁTICA SOBRE EROSÃO DO SOLO NA V MOSTRA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AMBIENTAL: RELATO DE EXPERIÊNCIA COM ESTUDANTES DA REDE MUNICIPAL DE ENSINO

CARLA CAROLINA PIRES DOMENES; DEVANIR INACIO CARVALHO DE REZENDE

RESUMO

O solo é um recurso natural fundamental para a manutenção dos ecossistemas e das atividades humanas, desempenhando funções relacionadas à produção de alimentos, armazenamento de água, ciclagem de nutrientes e suporte à biodiversidade. Entretanto, a erosão hídrica constitui um dos principais processos de degradação ambiental, sendo intensificada pela remoção da cobertura vegetal e pelo uso inadequado do solo. Nesse contexto, a Educação Ambiental apresenta-se como importante ferramenta para sensibilização e formação de cidadãos comprometidos com a conservação dos recursos naturais. O presente trabalho teve como objetivo relatar a experiência desenvolvida no estande "Erosão do Solo" durante a Mostra de Trabalhos em Ciência e Tecnologia Ambiental, promovida no âmbito da disciplina Educação Ambiental do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. A atividade foi realizada nos dias 10 e 17 de junho de 2026, no campus da UFTM, em Uberaba, Minas Gerais, envolvendo aproximadamente 488 estudantes do 6º ao 9º ano de escolas municipais urbanas e rurais participantes do projeto Agente do Meio Ambiente. Para a abordagem do tema, foi elaborado um banner informativo e desenvolvido um experimento demonstrativo utilizando duas garrafas PET contendo solo, uma com cobertura vegetal e outra sem vegetação. Durante a simulação de chuva, os participantes observaram diferenças no transporte de sedimentos e na turbidez da água escoada. A atividade foi conduzida por meio da observação, problematização e diálogo, incentivando os estudantes a interpretar os fenômenos observados e relacioná-los a situações do cotidiano. A experiência evidenciou que atividades práticas favorecem a compreensão dos processos erosivos, estimulam a participação ativa dos estudantes e contribuem para a conscientização ambiental, fortalecendo a aproximação entre universidade e educação básica.

Palavras-chave: aprendizagem ativa; conservação do solo; cobertura vegetal

1 INTRODUÇÃO

O solo constitui um recurso natural indispensável para a manutenção da vida e dos ecossistemas, exercendo funções relacionadas à produção vegetal, armazenamento e filtragem da água, ciclagem de nutrientes e sustentação da biodiversidade (LEPSCH, 2010). Apesar de sua importância, diversos fatores antrópicos têm contribuído para sua degradação, destacando-se a retirada da cobertura vegetal, a ocupação inadequada do terreno e o manejo incorreto dos recursos naturais.

Entre os principais processos de degradação destaca-se a erosão hídrica, caracterizada pelo desprendimento, transporte e deposição de partículas do solo pela ação da água. Esse

DOI: 10.51189/vii-coninters/83972

fenômeno provoca impactos ambientais significativos, como a perda da camada superficial fértil, assoreamento de corpos hídricos, redução da infiltração da água e aumento da ocorrência de enchentes e deslizamentos (BERTONI; LOMBARDI NETO, 2014; GUERRA; JORGE, 2014).

Nesse contexto, a Educação Ambiental desempenha papel fundamental na formação de indivíduos capazes de compreender criticamente as relações entre sociedade e meio ambiente, contribuindo para a construção de atitudes voltadas à conservação dos recursos naturais (SILVA; COSTA; ALMEIDA, 2012). Associadas a essa perspectiva, metodologias ativas de aprendizagem favorecem a participação dos estudantes e a construção significativa do conhecimento por meio da observação, investigação e resolução de problemas (DINIZ; SOUZA, 2021).

Além disso, atividades de divulgação científica desenvolvidas em espaços não formais de ensino aproximam a comunidade escolar da universidade, ampliando o acesso ao conhecimento científico e fortalecendo o papel social das instituições de ensino superior (PINTO et al., 2021; SANTOS JÚNIOR; SILVA, 2020).

Diante disso, o presente trabalho teve como objetivo relatar a experiência desenvolvida no estande "Erosão do Solo" durante a Mostra de Trabalhos em Ciência e Tecnologia Ambiental, destacando as contribuições da atividade para a sensibilização ambiental de estudantes da educação básica.

2 RELATO DE EXPERIÊNCIA

A experiência foi desenvolvida por estudantes da disciplina Educação Ambiental do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, envolvendo discentes de mestrado e doutorado.

A atividade integrou a Mostra de Trabalhos em Ciência e Tecnologia Ambiental, realizada nos dias 10 e 17 de junho de 2026, no campus da UFTM, em Uberaba, Minas Gerais. O evento recebeu aproximadamente 488 estudantes do 6º ao 9º ano de escolas municipais urbanas e rurais participantes do projeto Agente do Meio Ambiente, promovido pela Prefeitura Municipal de Uberaba.

O estande denominado "Erosão do Solo" foi estruturado com um banner educativo contendo informações sobre o conceito de erosão, causas, consequências ambientais e medidas de prevenção. Como recurso didático complementar, foi elaborado um experimento utilizando duas garrafas PET preenchidas com terra. Em uma delas foi mantida cobertura vegetal, enquanto a outra permaneceu sem vegetação.

Durante a atividade, simulou-se a ocorrência de chuva por meio da aplicação de água também armazenada em uma garrafa pet, sobre os recipientes. Os estudantes foram convidados a observar atentamente o comportamento do escoamento superficial, a quantidade de sedimentos transportados e a coloração da água coletada em cada sistema.

Após a observação, os participantes foram estimulados a relatar suas percepções e levantar hipóteses para explicar as diferenças observadas. A mediação ocorreu por meio de diálogo e problematização, permitindo a construção coletiva do conhecimento e a associação dos fenômenos observados a situações presentes em seu cotidiano, como enchentes, assoreamento de rios e deslizamentos de terra.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento possibilitou a visualização prática da influência da cobertura vegetal na conservação do solo. Os estudantes observaram que o sistema contendo vegetação apresentou menor transporte de partículas e água com menor turbidez quando comparado ao solo exposto.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83972

Figura 1. Experimento demonstrativo utilizado para evidenciar a influência da cobertura vegetal na conservação do solo e na redução do transporte de sedimentos durante a simulação de chuva. Fonte: Acervo dos autores (2026).

Esses resultados corroboram os estudos de BERTONI e LOMBARDI NETO (2014), que destacam a cobertura vegetal como um dos principais mecanismos naturais de proteção contra a erosão hídrica, reduzindo o impacto das gotas de chuva e favorecendo a infiltração da água no solo. Da mesma forma, LEPSCH (2010) ressalta que a vegetação contribui para a manutenção da estrutura física do solo, reduzindo processos erosivos e promovendo sua conservação.

A metodologia utilizada favoreceu a participação ativa dos estudantes durante toda a atividade. A observação direta do fenômeno permitiu que os participantes construíssem interpretações próprias acerca dos resultados observados. Segundo DINIZ e SOUZA (2021), metodologias ativas estimulam a curiosidade, a reflexão crítica e o protagonismo dos estudantes, favorecendo processos de aprendizagem mais significativos.

Além da compreensão dos aspectos físicos relacionados à erosão, a atividade promoveu discussões sobre problemas ambientais frequentemente observados nas cidades e áreas rurais, como enchentes, assoreamento e degradação ambiental. Nesse sentido, a experiência contribuiu para a sensibilização dos estudantes quanto à importância da conservação da cobertura vegetal e do uso sustentável dos recursos naturais, aspectos centrais da Educação Ambiental crítica (SILVA; COSTA; ALMEIDA, 2012).

A ação também fortaleceu a aproximação entre universidade e educação básica, permitindo que os participantes conhecessem o ambiente acadêmico, os cursos oferecidos pela instituição e algumas das atividades de pesquisa desenvolvidas no campus. Esse resultado está em consonância com experiências relatadas por SANTOS JÚNIOR e SILVA (2020) e por PINTO et al. (2021), que destacam o potencial das ações educativas e da divulgação científica na formação de estudantes mais críticos e participativos.

DOI: 10.51189/vii-coninters/83972

4 CONCLUSÃO

A experiência desenvolvida no estande "Erosão do Solo" demonstrou que atividades práticas e interativas constituem importantes ferramentas para a Educação Ambiental. A utilização de um experimento simples possibilitou a compreensão dos efeitos da cobertura vegetal na conservação do solo e favoreceu a visualização dos processos erosivos.

A atividade estimulou a participação dos estudantes, promoveu a construção coletiva do conhecimento e contribuiu para a conscientização acerca da importância da preservação ambiental. Além disso, fortaleceu a aproximação entre universidade e educação básica, evidenciando o potencial das ações de divulgação científica na formação de cidadãos mais críticos e comprometidos com a conservação dos recursos naturais.

Como limitação da experiência, destaca-se a ausência de instrumentos formais de avaliação da aprendizagem dos participantes, o que impossibilitou a mensuração quantitativa dos conhecimentos adquiridos durante a atividade. Entretanto, as observações realizadas e as interações com os estudantes indicaram elevado interesse e compreensão dos conteúdos abordados.

Como perspectiva futura, sugere-se a ampliação da atividade por meio da aplicação de questionários diagnósticos antes e após a intervenção, bem como a inclusão de outros experimentos relacionados à conservação dos recursos naturais. Tais estratégias poderão contribuir para uma avaliação mais abrangente dos impactos educacionais promovidos pelas ações de Educação Ambiental.

REFERÊNCIAS

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo.** 10. ed. São Paulo: Ícone, 2014.

DINIZ, T. O.; SOUZA, R. V. B. Aprendizagem ativa: breve revisão. **Scientific Electronic Archives,** v. 13, n. 7, p. 84-89, 2021. DOI: 10.36560/14720211319.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. **Degradação dos solos no Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

PINTO, D. G. S. et al. Geoconservation: a regional didactic experience in Triângulo Mineiro context. **Geoheritage,** v. 13, 2021. DOI: 10.1007/s12371-021-00575-7.

SANTOS JÚNIOR, C. J.; SILVA, J. P. Educar para preservar: extensão universitária em educação ambiental e saúde planetária na educação básica. **Revista Ensino de Geografia**, v. 3, n. 2, p. 101-115, 2020..

SILVA, L. O.; COSTA, A. P. L.; ALMEIDA, E. A. Educação ambiental: o despertar de uma proposta crítica para a formação do sujeito ecológico**. Holos**, v. 28, n. 1, p. 110-122, 2012.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA: DESAFIOS PARA A SAÚDE PÚBLICA E A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

VITÓRIA CAMILE DA SILVA CHAVATI

Introdução: A resistência antimicrobiana (RAM) tem sido a cada dia dos maiores desafios da saúde pública mundial, aumentando a morbimortalidade a cada dia. O uso indiscriminado de antimicrobianos está cada dia mas favorecendo o surgimento de cepas resistentes . Causando impactos na saúde humana, e dificultando ainda mas o tratamento, presença de resíduos de antimicrobianos em solos, águas e efluentes hospitalares contribui para a disseminação da resistência no meio ambiente. **Objetivo:** Analisar os principais fatores relacionados à resistência antimicrobiana e destacar estratégias para sua prevenção e controle, enfatizando sua relação com a saúde pública e a sustentabilidade ambiental. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, realizada por meio de buscas nas bases Google Acadêmico, SciELO e PubMed. Foram incluídos artigos publicados entre 2019 e 2025, nos idiomas português e inglês, relacionados à resistência antimicrobiana, saúde pública. **Resultados:** Os estudos demonstraram que microrganismos resistentes estão presentes em ambientes hospitalares, solos, águas residuais e produtos de origem animal. Um tratamento inadequado de efluentes hospitalares e o manejo insuficiente de resíduos favorecem a contaminação ambiental e a disseminação de bactérias multirresistentes. O uso indiscriminado de antimicrobianos na medicina acelera a seleção de cepas resistentes, reduz a eficácia terapêutica, aumenta o tempo de internação e os custos dos sistemas de saúde. **Conclusão:** A resistência antimicrobiana constitui um importante desafio para a saúde pública e a sustentabilidade ambiental. O uso racional de antimicrobianos, aliado à vigilância epidemiológica, ao tratamento adequado é fundamental para reduzir a disseminação da resistência, preservar a eficácia desses medicamentos e proteger a saúde humana, animal e ambiental.

Palavras-chave: **RESISTENCIA ANTIMICROBIANA; SAUDE PUBLICA; ANTIMICRO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/84019

COMPLIANCE AMBIENTAL AUDITÁVEL COMO ACOPLAMENTO ESTRUTURAL: A TRADUÇÃO SISTÊMICA ENTRE EXIGÊNCIAS NORMATIVAS TRANSNACIONAIS E A RACIONALIDADE ECONÔMICA

PAULINEY COSTA E CRUZ

RESUMO

Este trabalho examina o compliance ambiental auditável como mecanismo de acoplamento estrutural entre as exigências normativas transnacionais e a racionalidade dos sistemas econômicos. O problema de fundo está na dificuldade de tornar eficazes, no âmbito da governança corporativa transnacional, normas ambientais que não podem comandar diretamente a economia, dada a clausura operacional dos sistemas sociais descrita pela teoria dos sistemas. A partir da matriz pragmático-sistêmica, o estudo sistematiza como o compliance, estruturado nos critérios ambientais, sociais e de governança e nos Princípios Orientadores das Nações Unidas sobre Empresas e Direitos Humanos, opera como padrão preventivo demonstrável e verificável, aqui denominado régua auditável. Quanto ao método, trata-se de revisão bibliográfica de caráter qualitativo, que confronta a literatura da teoria dos sistemas com as normas técnicas de sustentabilidade e com o marco internacional de empresas e direitos humanos. Os resultados indicam que o compliance auditável realiza a tradução entre dois sistemas operativamente fechados: para o sistema jurídico, constitui um dever cujo cumprimento se pode aferir; para o sistema econômico, um custo e um valor que se podem computar. Essa dupla face é o que caracteriza o acoplamento estrutural, no qual cada sistema traduz, no seu próprio código, o estímulo do outro, sem perda de autonomia. Conclui-se que a auditabilidade é a condição que converte a exigência ambiental em comunicação economicamente processável, o que aproxima a norma de sustentabilidade da conduta empresarial concreta, sobretudo na gestão da cadeia de suprimentos, e fornece à governança corporativa um instrumento de prestação de contas apoiado em indicadores verificáveis. A efetividade das exigências ambientais transnacionais depende, assim, menos da sua força cogente e mais da sua tradutibilidade auditável para a racionalidade econômica.

Palavras-chave: ESG; Governança corporativa; Sustentabilidade empresarial.

1 INTRODUÇÃO

A governança climática transnacional multiplicou, nas últimas décadas, instrumentos normativos destinados a orientar a conduta ambiental das corporações, mas a sua efetividade permanece condicionada por um obstáculo de ordem estrutural. Na descrição da teoria dos sistemas, a sociedade moderna diferencia-se em sistemas operativamente fechados, cada qual regido por um código próprio, de modo que o Direito e a Economia não se comunicam por relações diretas de causa e efeito (Luhmann, 1983). Um sistema não emite ordens que o outro simplesmente execute, pois cada um traduz, na sua própria linguagem, aquilo que recebe do ambiente (Teubner, 1989). Disso decorre o problema que este trabalho enfrenta: uma norma ambiental, por mais cogente que se apresente, não ingressa no sistema econômico como comando, e sim como estímulo que a Economia processará, ou não, segundo o seu código de pagamento.

DOI: 10.51189/vii-coninters/84042

A teoria dos sistemas oferece, para esse impasse, o conceito de acoplamento estrutural, o mecanismo pelo qual dois sistemas se ligam de forma duradoura, irritando-se reciprocamente sem que nenhum perca a autonomia (Carvalho, 2006). É por acoplamento, e não por comando, que a exigência jurídica alcança a conduta econômica. O mercado de carbono ilustra o ponto, porque os créditos traduzem uma exigência jurídica de redução de emissões numa grandeza que o sistema econômico reconhece, o preço (Weyermüller, 2010). A questão que se coloca é se o compliance ambiental pode desempenhar função análoga na governança corporativa transnacional.

Este estudo sustenta que sim, desde que o compliance seja estruturado como padrão demonstrável e verificável. Os critérios ambientais, sociais e de governança, sistematizados em normas técnicas de sustentabilidade (ABNT, 2022; ABNT, 2010), e os deveres de devida diligência instituídos pelos Princípios Orientadores das Nações Unidas sobre Empresas e Direitos Humanos (Ruggie, 2014) fornecem o conteúdo desse padrão, aqui denominado régua auditável. O objetivo do trabalho é sistematizar, à luz da matriz pragmático-sistêmica, como o compliance ambiental auditável opera enquanto acoplamento estrutural que traduz as exigências normativas transnacionais para a racionalidade dos sistemas econômicos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho constitui revisão bibliográfica de caráter qualitativo e exploratório, conduzida no marco da matriz pragmático-sistêmica, que reúne as contribuições de Luhmann, Teubner e De Giorgi na leitura desenvolvida no direito brasileiro (Carvalho, 2006; Mello, 2006; Rocha; Costa, 2021). A escolha metodológica justifica-se porque o objeto, a tradução entre sistemas sociais, é próprio dessa matriz, que descreve o Direito como sistema autopoiético, operativamente fechado e cognitivamente aberto.

O corpus de análise reúne três conjuntos de fontes. O primeiro é a literatura da teoria dos sistemas aplicada ao Direito, da qual se extraem os conceitos de clausura operacional, acoplamento estrutural e tradução intersistêmica (Luhmann, 1983; Teubner, 1989; Carvalho, 2006; Carvalho, 2017). O segundo é o conjunto das normas técnicas de sustentabilidade e responsabilidade social, das quais se colhe o conteúdo aferível dos critérios ambientais, sociais e de governança (ABNT, 2022; ABNT, 2010). O terceiro é o marco internacional de empresas e direitos humanos, do qual se extraem os deveres de devida diligência (Ruggie, 2014). A esses se soma a leitura crítica da instrumentalização do direito, que serve de controle às conclusões (Rodriguez, 2016).

O procedimento consistiu em confrontar as categorias da teoria dos sistemas com os instrumentos de compliance e de direitos humanos, a fim de identificar a função de acoplamento por eles desempenhada. A análise organizou-se em torno da pergunta de como uma exigência ambiental se converte em comunicação economicamente processável sem que o Direito comande diretamente a Economia.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão permite sistematizar quatro resultados encadeados.

O primeiro é o diagnóstico da clausura. Direito e Economia são sistemas operativamente fechados, e por isso a norma ambiental não penetra na Economia como ordem, mas depende de tradução (Luhmann, 1983; Teubner, 1989). O sistema jurídico opera com expectativas normativas, que se mantêm mesmo quando frustradas, ao passo que o sistema econômico opera pelo código do pagamento, computando custos e valores (Carvalho, 2006). Entre um e outro não há via de comando, apenas de irritação recíproca (Mello, 2006).

O segundo resultado é a identificação do acoplamento estrutural como o mecanismo dessa tradução. O acoplamento não funde os sistemas nem institui hierarquia entre eles, pois cria um ponto em que cada um traduz, no seu próprio código, aquilo que o outro lhe oferece (Carvalho, 2006). O mercado de carbono é o exemplo consolidado, já que a exigência jurídica

de reduzir emissões se converte num preço que a Economia calcula, de modo que a decisão de poluir menos passa a ter sentido econômico (Weyermüller, 2010). A norma não obriga a empresa, oferece-lhe um parâmetro que ela computa.

O terceiro resultado, e o central, é que o compliance ambiental auditável desempenha essa mesma função de acoplamento na governança corporativa. Os critérios ambientais, sociais e de governança fornecem indicadores demonstráveis de conduta (ABNT, 2022; ABNT, 2010), e os Princípios Orientadores instituem deveres de devida diligência exigíveis e verificáveis (Ruggie, 2014). Reunidos, formam um padrão, a régua auditável, dotado de dupla face: para o sistema jurídico, é um dever cujo cumprimento se pode aferir; para o sistema econômico, é um custo, um valor e um risco reputacional que se podem computar. É essa dupla codificação que caracteriza o acoplamento, pois o mesmo padrão é lido, a um só tempo, pelo código do lícito e do ilícito e pelo código do pagamento.

Esse duplo registro não permanece abstrato, pois se materializa em instrumentos concretos. Do lado da demonstração, os relatórios de sustentabilidade e os indicadores ambientais, sociais e de governança convertem a conduta da empresa em dados comparáveis, submetidos a verificação externa por auditorias independentes e por agências de classificação (ABNT, 2022). Do lado do cômputo econômico, esses mesmos dados repercutem no acesso ao crédito, no custo de capital e na permanência em cadeias de fornecimento que condicionam a contratação à conformidade, de modo que a informação auditável adquire, para o sistema econômico, valor patrimonial direto. O dever de devida diligência, formulado nos Princípios Orientadores, obriga a empresa a conhecer, prevenir e prestar contas dos impactos da sua atividade, convertendo a exigência normativa numa rotina interna verificável e, por isso, economicamente relevante (Ruggie, 2014).

O quarto resultado é que a tradução se realiza sem violar a clausura de nenhum dos sistemas. O compliance não comanda a empresa, mas oferece-lhe um parâmetro auditável que ela calcula em termos de acesso a mercado, custo de capital e reputação. A expectativa normativa do Direito é preservada, e a aprendizagem cognitiva ocorre no sistema econômico, que ajusta as suas operações. Reencontra-se, aqui, a fórmula do fechamento operacional com abertura cognitiva (Teubner, 1989; Carvalho, 2017).

A cadeia de suprimentos é o lugar em que esse acoplamento se torna mais visível. Quando uma empresa condiciona a compra de matéria-prima à comprovação de origem regular e de práticas ambientais auditáveis, ela transmite ao fornecedor, montante acima, a exigência normativa que sobre si recai, agora traduzida em critério de contratação. A norma ambiental, que não alcançaria diretamente o fornecedor mais distante, chega até ele pela via do contrato e do indicador verificável, o que revela a cadeia de suprimentos como um encadeamento de acoplamentos sucessivos. Nesse encadeamento, a prestação de contas apoiada em dados auditáveis substitui a confiança difusa por um parâmetro comum, comparável e controlável, o que faz do compliance um instrumento efetivo de governança e não um mero adorno documental.

Cabe, por fim, uma ressalva crítica. O compliance pode ser instrumentalizado, convertendo-se em forma sem substância, isto é, em documento que preserva a aparência de conformidade enquanto esvazia o dever material (Rodriguez, 2016). Sem auditabilidade, ele recai naquilo que a crítica identifica como uma decisão que se apresenta como técnica e conforme, mas cujo conteúdo escapa ao controle. É precisamente a auditabilidade que resguarda contra esse risco, pois o que é auditável é controlável, e um padrão que se pode verificar externamente resiste à sua própria simulação. A régua auditável é, nesse sentido, ao mesmo tempo o mecanismo do acoplamento e a salvaguarda contra a sua perversão, porque devolve ao controle aquilo que a mera aparência de conformidade subtrairia.

4 CONCLUSÃO

A revisão da literatura permite concluir que o compliance ambiental auditável opera como mecanismo de acoplamento estrutural entre as exigências normativas transnacionais e a racionalidade dos sistemas econômicos. Os critérios ambientais, sociais e de governança e os Princípios Orientadores das Nações Unidas sobre Empresas e Direitos Humanos fornecem o conteúdo aferível desse mecanismo, constituindo o padrão que este trabalho denomina régua auditável. Por meio dele, a exigência ambiental deixa de depender de um comando que o Direito não pode emitir sobre a Economia e passa a circular como comunicação que a Economia processa no seu próprio código.

Desse resultado extrai-se uma consequência para o debate sobre sustentabilidade empresarial. A efetividade das normas ambientais transnacionais depende menos da sua força cogente e mais da sua tradutibilidade auditável, de sorte que investir em padrões verificáveis de conformidade é investir na própria eficácia da norma. A auditabilidade, além de operar o acoplamento, funciona como salvaguarda contra a instrumentalização do compliance, porque submete a conformidade a controle externo. Confirma-se, assim, que a governança corporativa apoiada em indicadores verificáveis é o ponto em que a exigência ambiental transnacional encontra a conduta empresarial concreta, sobretudo na gestão da cadeia de suprimentos.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR ISO 26000: **diretrizes sobre responsabilidade social**. São Paulo: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2010.

ABNT. PR 2030: **ambiental, social e governança (ESG): conceitos, diretrizes e modelo de avaliação e direcionamento para organizações**. São Paulo: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022.

CARVALHO, Délton Winter de. **Dano ambiental futuro: da assimilação dos riscos ecológicos pelo direito à formação de vínculos jurídicos intergeracionais**. 2006. Tese (Doutorado em Direito) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2006.

CARVALHO, Délton Winter de. **Gestão jurídica ambiental**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2017.

LUHMANN, Niklas. **Sociologia do direito**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1983. v. I-II.

MELLO, Marcelo Pereira de. **A perspectiva sistêmica na sociologia do direito: Luhmann e Teubner.** Tempo Social: revista de sociologia da USP, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 351-373, 2006.

ROCHA, Leonel Severo; COSTA, Bernardo Leandro Carvalho. **O sentido da crítica para a Teoria dos Sistemas Sociais**. Revista Brasileira de Sociologia do Direito, v. 8, n. 3, 2021.

RODRIGUEZ, José Rodrigo. **Perversão do direito (seis casos)**. Revista Direito e Práxis, Rio de Janeiro, v. 7, n. 4, p. 261-294, 2016.

RUGGIE, John Gerard. **Quando negócios não são apenas negócios: as corporações e os direitos humanos.** Tradução de Isabel Murray. São Paulo: Planeta Sustentável, 2014.

TEUBNER, Gunther. **O direito como sistema autopoiético**. Tradução de José Engrácia Antunes. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1989.

DOI: 10.51189/vii-coninters/84042

WEYERMÜLLER, André Rafael. **Direito ambiental e aquecimento global**. São Paulo: Atlas, 2010.

DOI: 10.51189/vii-coninters/84042

DA PEGADA DE CARBONO À RESPONSABILIDADE: A TEORIA DO RISCO ABSTRATO E A IMPUTAÇÃO DO DANO CLIMÁTICO POR EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA

PAULINEY COSTA E CRUZ; PATRÍCIA SPAGNOLO PARISE COSTA

RESUMO

Este trabalho examina o fundamento dogmático da imputação de responsabilidade por emissões de gases de efeito estufa, questão central para qualquer política de redução da pegada de carbono. O problema reside em que o modelo tradicional da responsabilidade civil exige um nexo causal direto e linear entre uma conduta e um dano determinado, exigência que as emissões de gases de efeito estufa não satisfazem, por serem difusas na origem, cumulativas no efeito, globais no alcance e diferidas no tempo. A pergunta que orienta a investigação é, pois, a seguinte: sob que fundamento se pode imputar responsabilidade por emissões quando nenhuma delas, isoladamente, causa um dano climático específico? A partir da matriz pragmático-sistêmica, o estudo sistematiza como a Teoria do Risco Abstrato oferece uma base de imputação distinta, fundada não na causação demonstrada de um dano já consumado, mas na criação e na gestão de um risco e na falha em reduzi-lo. Quanto ao método, trata-se de revisão bibliográfica de caráter qualitativo, que confronta a literatura da teoria dos sistemas e da responsabilidade civil ambiental com a ciência da atribuição climática. Os resultados indicam que a articulação entre a Teoria do Risco Abstrato e a ciência da atribuição, que conecta em bases probabilísticas as emissões agregadas à alteração do clima, fornece fundamento suficiente para imputar responsabilidade por emissões sem depender do nexo causal individual, tanto a Estados quanto a atores corporativos. Conclui-se que a redução da pegada de carbono depende, no plano jurídico, de um critério de imputação que a responsabilidade civil clássica não fornece e que a Teoria do Risco Abstrato supre, ao converter a contribuição para o risco climático, e não a causação de um dano específico, no fundamento da responsabilização. A exigibilidade jurídica da mitigação repousa, assim, sobre a imputação pelo risco.

Palavras-chave: Ciência da atribuição; Direito dos desastres; Nexo de causalidade.

1 INTRODUÇÃO

A redução da pegada de carbono ocupa o centro das agendas de sustentabilidade ambiental, mas a sua efetividade jurídica esbarra em um problema de fundo que este trabalho enfrenta e formula nos seguintes termos: é possível imputar responsabilidade por emissões de gases de efeito estufa quando o modelo tradicional exige um nexo causal direto entre uma conduta e um dano determinado, e as emissões são difusas, cumulativas e globais? Em outras palavras, quem responde pelas emissões, e sob que fundamento, se nenhuma delas, isoladamente, causa um dano climático específico? Enquanto essa pergunta permanecer sem resposta dogmática, a mitigação seguirá tratada como meta técnica ou compromisso voluntário, sem a força de um dever jurídico exigível.

O obstáculo é conhecido. A responsabilidade civil clássica condiciona a imputação à demonstração de um nexo causal direto e linear entre uma conduta e um dano determinado (Steigleder, 2010). As emissões de gases de efeito estufa não se acomodam a essa exigência,

DOI: 10.51189/vii-coninters/84047

porque são difusas na origem, cumulativas no efeito, globais no alcance e diferidas no tempo, de sorte que nenhuma emissão isolada causa, por si, um dano climático específico. Entre a fonte e o prejuízo interpõem-se décadas e uma multiplicidade indeterminada de agentes (Carvalho, 2006).

A teoria dos sistemas oferece uma via para superar esse impasse. O risco é, nessa matriz, a forma pela qual o Direito constitui vínculos com o futuro e vincula o tempo por meio de decisões (Giorgi, 2008). A Teoria do Risco Abstrato leva essa forma às últimas consequências, ao deslocar o fundamento da imputação da causação de um dano consumado para a criação e a gestão de um risco e para a falha em reduzi-lo (Carvalho, 2006). O objetivo do trabalho é sistematizar, no marco da matriz pragmático-sistêmica e em diálogo com a ciência da atribuição climática, como essa teoria fundamenta a imputação por emissões de gases de efeito estufa, oferecendo à agenda de redução da pegada de carbono a base jurídica de que ela carece.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho constitui revisão bibliográfica de caráter qualitativo e exploratório, conduzida no marco da matriz pragmático-sistêmica, que reúne as contribuições de Luhmann, Teubner e De Giorgi na leitura desenvolvida no direito brasileiro (Carvalho, 2006; Mello, 2006). A escolha justifica-se porque o objeto, a imputação de um risco difuso e diferido, é próprio dessa matriz, que descreve o Direito como sistema que constrói internamente a relevância jurídica do risco.

O corpus reúne três conjuntos de fontes. O primeiro é a literatura da teoria dos sistemas e do risco, da qual se extraem os conceitos de risco como vínculo com o futuro e de imputação pelo risco abstrato (Luhmann, 1983; Teubner, 1989; Giorgi, 2008; Carvalho, 2006). O segundo é a literatura da responsabilidade civil ambiental e da imputação climática, que expõe as dificuldades do nexo causal (Steigleder, 2010; Carvalho, 2020). O terceiro é a ciência da atribuição climática, que conecta emissões e alteração do clima (IPCC, 2014). A esses se soma a leitura crítica da instrumentalização do direito, que serve de controle às conclusões (Rodriguez, 2016).

O procedimento consistiu em confrontar a exigência do nexo causal linear com a categoria do risco abstrato e com a atribuição probabilística, a fim de verificar se a articulação entre elas fornece fundamento de imputação apto a alcançar as emissões de gases de efeito estufa. A análise dialoga, ainda, com o conceito de dano climático futuro construído no plano interno (Rosa, 2023), em relação ao qual o trabalho avança rumo à responsabilização pela contribuição para o risco.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão permite sistematizar cinco resultados encadeados.

O primeiro é o diagnóstico da insuficiência do nexo causal linear. A responsabilidade civil clássica condiciona a imputação à demonstração de um vínculo direto entre uma conduta determinada e um dano determinado (Steigleder, 2010). As emissões de gases de efeito estufa frustram essa exigência, porque são difusas na origem, cumulativas no efeito, globais no alcance e diferidas no tempo, de modo que nenhuma emissão isolada causa, por si, um dano climático específico. Entre a fonte e o prejuízo interpõem-se décadas e uma multiplicidade indeterminada de agentes, o que torna impraticável a prova do nexo individual (Carvalho, 2006).

O segundo resultado é a reconstrução da imputação a partir do risco. Na teoria dos sistemas, o risco é a forma pela qual o Direito constitui vínculos com o futuro e vincula o tempo por meio de decisões (Giorgi, 2008). A Teoria do Risco Abstrato leva essa forma às últimas consequências ao deslocar o fundamento da imputação da causação demonstrada de um dano consumado para a criação e a gestão de um risco e para a falha em reduzi-lo (Carvalho, 2006). O eixo passa da pergunta sobre quem causou o dano para a pergunta sobre quem, contribuindo para o risco climático, deixou de reduzi-lo na medida que lhe era exigível.

DOI: 10.51189/vii-coninters/84047

O terceiro resultado é a identificação da ciência da atribuição como a base epistêmica que viabiliza essa imputação. Os relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas convertem o clima futuro em previsão fundamentada e conectam, em bases probabilísticas, as emissões agregadas à alteração do clima e aos seus impactos (IPCC, 2014). Essa conexão probabilística é precisamente o material com que a Teoria do Risco Abstrato opera, pois o que ela exige não é a certeza determinista do nexo, mas a probabilidade relevante da contribuição para o risco. A ciência da atribuição fornece, assim, a medida objetiva da contribuição de cada fonte para o risco climático.

Convém precisar o estatuto dessa probabilidade, sob pena de a objeção da incerteza reaparecer indevidamente. A ciência da atribuição não afirma que uma emissão específica produziu um evento específico, mas quantifica em que medida a alteração das condições do clima, e o consequente aumento da frequência ou da intensidade de certos fenômenos, é atribuível às emissões acumuladas (IPCC, 2014). É essa quantificação, e não uma relação de causa e efeito ponto a ponto, que a Teoria do Risco Abstrato requer, porque o que ela imputa é a contribuição para o risco, e o risco é, por definição, uma grandeza probabilística. A objeção de que faltaria certeza confunde, assim, a lógica do dano consumado com a lógica do risco, e é precisamente essa confusão que a teoria desfaz.

O quarto resultado, e o central, é que a articulação entre a Teoria do Risco Abstrato e a ciência da atribuição fundamenta a imputação por emissões sem depender do nexo causal individual. Imputa-se a responsabilidade pela contribuição para o risco climático, aferida pela pegada de carbono da atividade, e não pela causação de um dano específico. Esse fundamento alcança tanto os Estados, pela falha em reduzir o risco que tinham o dever de gerir, quanto os atores corporativos, pela magnitude das suas emissões. O critério que torna essa contribuição aferível é um padrão preventivo demonstrável e verificável, aqui denominado régua auditável, contra o qual se mede a conduta de redução de emissões exigível de cada agente.

Esse fundamento tem alcance que ultrapassa a ordem estatal. No plano transnacional, a contribuição de grandes emissores corporativos para o risco climático global torna-os destinatários da mesma lógica de imputação, independentemente da fronteira em que operam. A ciência da atribuição permite estimar a parcela de cada fonte no risco agregado, e o padrão auditável de emissões oferece a medida contra a qual se afere a redução exigível. É por esse duplo apoio, a atribuição e a auditabilidade, que a imputação por emissões deixa de ser abstração e se converte em critério operável, apto a alcançar tanto o Estado que se omite no dever de reduzir o risco quanto a corporação que emite acima do padrão que lhe seria exigível.

Um exemplo esclarece o alcance dessa imputação sobre o próprio setor agropecuário e convoca a distinção entre os papéis jurídicos que um mesmo produtor pode ocupar. Trata-se da figura dos três chapéus, segundo a qual o produtor rural assume posições jurídicas distintas conforme a relação em que se insere: o chapéu de vítima, quando sofre o dano climático e demanda o Estado pela omissão em reduzir o risco; o chapéu de co-poluidor, quando a magnitude e a pegada de carbono da sua atividade contribuem de modo relevante para o risco climático; e o chapéu de gestor de risco, quando adota, ou deixa de adotar, as medidas de prevenção que lhe são exigíveis. A imputação pelo risco incide sobre cada um desses papéis de modo próprio, razão pela qual é preciso marcar, em cada caso, de qual posição se fala.

É pela pegada de carbono da atividade que o grande produtor rural, comumente tratado apenas como vítima do clima, veste também o chapéu de co-poluidor e passa a ser destinatário da imputação pela contribuição ao risco. O ponto ganha concretude no direito brasileiro. A Lei 15.042/2024, ao instituir o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões, excluiu a produção primária agropecuária do regime obrigatório de mitigação (Brasil, 2024), embora o setor responda por parcela decisiva das emissões nacionais. Essa exclusão retira, no plano legal, o chapéu de co-poluidor do maior emissor, ao mesmo tempo em que lhe mantém o acesso às receitas do mercado de créditos. É precisamente essa lacuna que a imputação pela contribuição

ao risco vem preencher, ao alcançar, pela via da responsabilização climática, o agente que a norma setorial isentou, sem prejuízo do tratamento proporcionalmente atenuado que se reserva ao pequeno produtor, cuja contribuição é reduzida e cuja posição se aproxima da de vítima.

O quinto resultado é a consequência prática para a redução da pegada de carbono. Uma vez que a contribuição para o risco climático se torna fundamento de responsabilização, a mitigação deixa de ser meta voluntária e passa a ser dever jurídico exigível, medido por um padrão auditável de redução de emissões. A responsabilização pelo risco funciona, nesse sentido, como incentivo estrutural à redução da pegada de carbono, porque converte a inação em fonte de responsabilidade e retira da mitigação o caráter de mera liberalidade.

Cabe, por fim, uma ressalva crítica. A imputação apoiada em atribuição probabilística pode degenerar em arbitrariedade se lhe faltar um critério verificável, convertendo-se em decisão que se apresenta como técnica mas escapa ao controle (Rodriguez, 2016). É a auditabilidade do padrão de emissões e de redução que resguarda contra esse risco, pois o que é auditável é controlável, e uma imputação apoiada em dados verificáveis resiste à sua própria manipulação. A régua auditável é, assim, ao mesmo tempo o critério da imputação e a sua salvaguarda.

4 CONCLUSÃO

A revisão da literatura permite concluir que a Teoria do Risco Abstrato, articulada com a ciência da atribuição climática, fornece fundamento dogmático suficiente para imputar responsabilidade por emissões de gases de efeito estufa sem depender do nexo causal linear que a responsabilidade civil clássica exige. Imputa-se pela contribuição aferível para o risco climático, e não pela causação de um dano determinado, o que alcança Estados e atores corporativos na medida da sua pegada de carbono.

Desse resultado extrai-se uma consequência para a agenda de redução de emissões. A exigibilidade jurídica da mitigação repousa sobre a existência de um critério de imputação, e é esse critério que a Teoria do Risco Abstrato oferece, ao converter a contribuição para o risco em fundamento da responsabilização. Medida por um padrão auditável, a redução da pegada de carbono deixa de depender apenas da adesão voluntária e adquire a força de um dever verificável, o que aproxima a política climática do instrumental da responsabilidade jurídica.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei n. 15.042, de 11 de dezembro de 2024. **Institui o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE)**. Brasília, DF: Presidência da República, 2024.

BURGER, Michael; WENTZ, Jessica; HORTON, Radley. **The law and science of climate change attribution. Columbia Journal of Environmental Law**, Columbia, v. 45, n. 1, p. 57-241, 2020.

CARVALHO, Délton Winter de. **Dano ambiental futuro: da assimilação dos riscos ecológicos pelo direito à formação de vínculos jurídicos intergeracionais**. 2006. Tese (Doutorado em Direito) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2006.

CARVALHO, Délton Winter de. **Direito internacional dos desastres: da centralidade na resposta humanitária à formação do dever internacional de redução de riscos de desastres**. Revista Brasileira de Políticas Públicas e Internacionais, João Pessoa, v. 5, n. 2, 2020.

GIORGI, Raffaele de. **O risco na sociedade contemporânea**. Revista de Direito Sanitário, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 37-49, mar./jun. 2008.

LUHMANN, Niklas. **Sociologia do direito**. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1983. v. I-II.

MELLO, Marcelo Pereira de. **A perspectiva sistêmica na sociologia do direito: Luhmann e Teubner**. Tempo Social: revista de sociologia da USP, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 351-373, 2006.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (IPCC). **Mudanças climáticas 2014: impactos, adaptação e vulnerabilidade. Resumo para decisores**. Lisboa: IPMA, 2014.

RODRIGUEZ, José Rodrigo. **Perversão do direito (seis casos).** Revista Direito e Práxis, Rio de Janeiro, v. 7, n. 4, p. 261-294, 2016.

ROSA, Rafaela Santos Martins da. **Dano climático futuro e responsabilidade civil**. 2023. Tese (Doutorado em Direito) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2023.

STEIGLEDER, Annelise Monteiro. **A imputação da responsabilidade civil por danos ambientais associados às mudanças climáticas.** In: LAVRATTI, Paula; PRESTES, Vanêsca Buzelato (org.). **Direito e mudanças climáticas: responsabilidade civil e mudanças climáticas.** São Paulo: Instituto O Direito por um Planeta Verde, 2010. p. 9-38.

TEUBNER, Gunther. **O direito como sistema autopoiético**. Tradução de José Engrácia Antunes. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1989.

DOI: 10.51189/vii-coninters/84047

AÇÕES DA CONTROLADORIA PARA O AUXÍLIO NO GERENCIAMENTO DE EMPREENDIMENTO RURAL NO OESTE DA BAHIA

MAYCON MATHEUS PEREIRA RODRIGUES; FRANCISCO JOSÉ MITIDIERI

RESUMO

O objetivo do trabalho foi caracterizar as contribuições da área de controladoria para o setor de gerenciamento, em um empreendimento rural de médio porte localizado em São Desidério, no Oeste da Bahia, com enfoque na safra da soja 2019/2020. A controladoria é um ramo da Ciência Contábil, que surgiu no início do século XX na América do Norte, para auxiliar a administração das empresas durante a Revolução Industrial. A missão do controlador é assegurar com que os resultados econômicos estejam baseados na otimização e máxima eficácia dos setores, promovendo integridade entre as áreas de responsabilidade, sendo seu dever o controle orçamentário e administrativo. Esse é um estudo de caso constituído de uma investigação com abordagem qualitativa. A referência para a pesquisa é uma fazenda com cerca de 8 mil hectares, com foco produtivo em soja, milho, feijão e melancia. Fora adotado o uso da descrição, portanto, não houve a manipulação dos fenômenos investigados. O método da pesquisa foi dedutivo tratando da premissa de que a controladoria, de modo geral, existe para auxiliar a gestão das organizações logo, as empresas rurais também são beneficiadas por esta verdade. Foi concluído que as principais ferramentas utilizadas pela controladoria no auxílio ao gerenciamento, em um empreendimento rural localizado no Oeste da Bahia, durante a safra de soja 2019/2020 foram o planejamento, o controle, o relato e a contabilidade e, que a atuação do controlador dispensou a gerência de realizar tais acompanhamentos, otimizando o seu tempo e proporcionando melhores condições para as tomadas de decisões.

Palavras-chave: agronegócio; gestão; sustentabilidade;

1 INTRODUÇÃO

A controladoria surgiu na América do Norte no início do Século XX, a princípio com o intuito de auxiliar às grandes corporações que estavam aprendendo a lidar com as fortes mudanças durante a Segunda Revolução Industrial, desde então o passou a atuar auxiliando a gestão das empresas nas tomadas de decisões. Atualmente a necessidade do profissional de controladoria é indispensável não somente nas grandes, mas também médias e pequenas empresas (Marion, 2005).

Consistindo em corpo de doutrinas e conhecimentos intimamente ligados à gestão econômica este ramo da contabilidade aborda o conjunto de ações e decisões de acordo com os objetivos da empresa, sendo um importante partidário do gerenciamento, podendo ser vista como um órgão administrativo e como uma área do conhecimento humano advindo de outras ciências que irá mapear e analisar os dados de todos os departamentos, principalmente da contabilidade, transformando-os em relatórios que são utilizados nas tomadas de decisões, tendo como finalidade garantir informações adequadas e relevantes ao processo decisório, colaborando com os gestores em seus esforços quanto aos aspectos econômicos da entidade (Alves, Fisch, Mosimann, 1993).

Oliveira (1998) afirma que os modernos conceitos de administração e gerenciamento entendem que uma controladoria eficiente deve estar capacitada a organizar e relatar de maneira

DOI: 10.51189/vii-coninters/84177

satisfatória dados e informações relevantes, além de exercer uma força capaz de influenciar nas decisões da empresa. A sua importância é ainda mais relevante considerando que tem o papel de melhorar o desempenho dos gestores e das suas unidades através do monitoramento dos controles gerenciais e no apontamento de possíveis deficiências em setores específicos, isolando os problemas e criando medidas preventivas (Oliveira, 1998)

Deve-se entender que a controladoria não é somente um método que ensina como tarefas devem ser executadas, mas um ramo de conhecimento que deve estabelecer toda a base dos conceitos a serem aplicados, é um órgão de administração de dados, uma ferramenta para auxiliar nas necessidades de informações para os gestores (Figueiredo, Caggiano, 1997).

Diante das constantes mudanças na economia globalizada e da alta necessidade de acompanhamento através de relatórios mais completos e precisos, a controladoria vem ganhando espaço dentro das organizações, com destaque para o agronegócio, já que o desempenho da agricultura brasileira o coloca em posição de destaque em termos de saldo comercial. Schier (2011) afirma que a controladoria está comprometida com a incessante busca pela eficácia na organização e que esse sistema de gestão atua considerando diversos modelos, os principais são os sistemas de informação, controles interno, planejamento e de contabilidade (Schier, 2005).

No contexto rural o gerenciamento é caracterizado pelo grupo de atividades que promovem a tomada de decisões com a finalidade de obter o melhor resultado econômico da sua unidade de produção e mantendo a produtividade da área, oferecendo ao produtor rural as informações necessárias para que seu negócio continue se desenvolvendo (Crepaldi, 1998).

O Oeste da Bahia abriga os mais diversos mercados, no entanto a agricultura é o mais expressivo deles, com destaque para a cultura da soja que em 2019 contribuiu para 5% da produção nacional e 58% da Região Nordeste (Aiba, 2019). A região destacada conta com produtores que atuam em escala mundial, empreendimentos rurais com média de produção nacional e regional, além de pequenos lavradores que fornecem seus produtos para o comércio local, contando com uma extensão territorial de 116.768,918 km², essa mesorregião é composta por três microrregiões e 24 municípios (IBGE, 2019).

Uma das razões para tal consonância comercial são as vantagens naturais disponíveis no território, a Associação de Agricultores e Irrigantes da Bahia divide em duas áreas de características distintas, o vale e o cerrado. O Vale margeia o Rio Grande e tem topografia variada, há predomínio da agricultura de subsistência, a mandioca, o milho e feijão são tradicionais. O Cerrado tem uma área plana e isso favorece a mecanização, logo desenvolveu o principal polo agrícola da Bahia, caracterizado pelo perfil de produção empresarial e intensivo, destaca-se o cultivo da soja, algodão, milho e café (Aiba, 2020).

Os índices pluviométricos de até 1.400mm contribuem para a definição dos limites territoriais indicados às grandes culturas, a estação da chuva é bem definida logo esse trecho de grandes extensões propiciou o desenvolvimento de variadas atividades agropecuárias consolidadas no mercado, além das demais condições de climas e solos favoráveis que contribuem para o sucesso do agronegócio na região (Aiba, 2020).

O objetivo do trabalho foi caracterizar as contribuições da área de controladoria para o setor de gerenciamento, em um empreendimento rural de médio porte, localizado em São Desidério, segundo maior município em produção agrícola no Brasil, no Oeste da Bahia, durante a colheita de soja na safra 2019/2020.

2 RELATO DE CASO/EXPERIÊNCIA

Esse é um estudo de caso baseado na profunda investigação onde através da observação diária permitiu-se amplo e detalhado conhecimento sobre a pesquisa (Gil, 2002).

Para Yin (2005) o estudo de caso se constitui em uma investigação que busca fenômenos contemporâneos dentro de seu contexto da vida real (Yin, 2020).

DOI: 10.51189/vii-coninters/84177

Diante da proposta de apontar a eficiência de métodos e não os quantificar o trabalho traz uma abordagem qualitativa, estando a problemática em seu ambiente natural e interpretada de forma subjetiva, como aponta Richardson (2008).

A referência para a pesquisa é um empreendimento rural fundado em 1983, localizado em São Desidério, município do Extremo Oeste da Bahia, latitude 12º27'3.34"S e longitude 45º26'57.84"O, que atualmente conta com 8 mil hectares entre produção própria e arrendadas.

Os dados relativos às características regionais da amostra foram levantados junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE] e à Associação de Agricultores e Irrigantes da Bahia [Aiba], onde foram considerados aspectos como culturas cultivadas, além da geografia e economia local.

Através da pesquisa exploratória e de observação foram coletadas as informações sobre a controladoria na empresa investigada e o seu relacionamento com o setor de gerenciamento, tendo como parâmetros as etapas da safra 2019/2020 de soja, delimitando assim o campo de trabalho e mapeando as condições de manifestação das variáveis (Severino, 2007).

Com o objetivo de dar segurança aos dados apresentados fora adotado o uso da descrição, portanto, não houve a manipulação dos fenômenos envolvidos, considerando somente a atuação da controladoria dentro da realidade da pesquisa (Cervo e Bervian, 2006).

Adotou-se o método dedutivo partindo da premissa de que a controladoria de modo geral existe para auxiliar na gestão das organizações logo, as empresas rurais também são beneficiadas por esta verdade, através de um entendimento geral direcionado a uma análise específica e particular.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultura de maior destaque no Oeste baiano é a soja, a sua produção agrícola ocupa mais de 65% da área total cultivada na região, correspondendo a cerca de 5% da produção nacional e 58% da produção do Nordeste. A Associação de Agricultores e Irrigantes da Bahia aborda que os avanços obtidos são frutos do alto investimento realizado pelos produtores rurais em tecnologia, manejo e fertilização do solo (Aiba, 2020).

Os municípios que correspondem a região do cerrado na Bahia são: Baianópolis, Barreiras, Cocos, Correntina, Formosa do Rio Preto, Jaborandi, Luís Eduardo Magalhães, Riachão das Neves e São Desidério (Aiba, 2020), neste último está localizado o empreendimento investigado confirmando a relevância da pesquisa. A fazenda conta com cerca de 8 mil hectares entre áreas próprias e arrendadas, fundada em 1983 inicialmente com 240 hectares, por um imigrante sulista, cultivando soja, milho, feijão e arroz. Em 2010 investiu na produção de algodão, hoje está entre as fazendas de alto potencial produtivo da região, cultivando uma variedade de produtos como melancia, abobora, soja, milho, feijão, milheto e algodão. Atualmente é considerada referência junto a empresas multinacionais como Cargill, ADM do Brasil, Bunge além de Bayer, FMC, Corteva, Cibrafertil, Heringer.

Faz-se importante ressaltar que a empresa se trata de um negócio familiar, controlado pelo fundados e seus dois filhos, esses que atuam diretamente na rotina do empreendimento, dirigindo, coordenando e monitorando as metas diárias de 104 funcionários, deste total dez atuam no setor administrativo, distribuídos em cargos na unidade administrativa em Barreiras, maior cidade do Oeste e, em sua sede na zona rural.

A Tabela 1 demonstra como os cargos administrativos da empresa estão divididos:

Tabela 1. A administração da fazenda

Cargo	Nº Funcionários	Funções
Serviços Externos	01	Responsável por atender as demandas do escritório na cidade de maneira geral: fazer

		retirada de produtos, serviços de cartório, postagens e outros.
Recepção	01	Além do atendimento geral, dá suporte a administração lançando notas fiscais no sistema.
Departamento Pessoal	02	Com sede na cidade, o departamento conta com o apoio de um funcionário no escritório da fazenda, realizando todos os procedimentos relacionados aos Recursos Humanos da empresa.
Setor de Compras	01	Atende as demandas da oficina, cantina, escritório e gerais da sede e da cidade.
Setor Financeiro	01	Cuida das contas a pagar de modo geral e dos recebimentos a médio e longo da cultura melancia
Setor de Apoio Melancia	01	Setor instituído para atender a cultura da melancia: controla as vendas e os carregamentos, além de apoiar o financeiro no controle dos recebimentos.
Auxiliar Administrativo na Sede Rural	02	Atuam na comunicação entre a fazenda e o escritório: recebem os motoristas, pesam as cargas, emitem romaneios e notas fiscais de produção, respondem pela administração rural, realizam controle de caixa.
Controladoria	01	Atua no setor de controladoria.
Gerência Administrativa	01	Gerenciamento na sede administrativa da cidade.

Fonte: Resultados originais da pesquisa

O enfoque do estudo será a avaliação das competências geridas pela controladoria no negócio e as variáveis referentes ao desempenho do setor, considerando o seu papel de auxiliar o desenvolvimento da organização atuando como uma importante partidária na gestão da empresa, não abandonando a sua principal característica de colaborar com os gestores em seus esforços buscando assegurar a eficácia de modo geral (Alves, Fisch Mosimann, 1993).

Durante a sua atuação, o controlador necessitou de uma extrema capacidade de interpretação e análise das informações, ter entendimento geral sobre economia e práticas comerciais, conhecimento amplo da empresa e dos seus problemas, da teoria e da prática contábil, além da habilidade para expressar ideias possibilitando a projeção de dados compreensíveis em tempo hábil e de modo tempestivo.

Segundo Catelli (2006) a missão da controladoria é assegurar com que o resultado econômico do negócio seja extraído através do melhor rendimento possível, sempre baseado na otimização e máxima eficácia dos setores da organização, na viabilidade da gestão econômica e na promoção da integridade entre áreas de responsabilidade (Catelli, 2006).

Deve-se considerar que antes da instituição da controladoria na empresa, o setor de gerenciamento era responsável por todo o controle da safra de soja, além da administração financeira do negócio, pois à gerência compete estar a par das finanças do negócio, pois elas fornecem número e análises necessárias para o planejamento, resolução de problemas e tomada de decisões, possibilitando a avaliação de desempenho de cada unidade estratégica de produção (Crepaldi, 1998).

No referenciado empreendimento rural, o controlador se tornou responsável pelas funções de:

Planejamento: inclui o estabelecimento e a manutenção de um plano de operações integrado, considerando as variáveis envoltas no cotidiano da agricultura (Mosimann e Fisch, 1999);

Controle: considerado o desenvolvimento, o teste e a revisão dos padrões, verificando se são satisfatórios, medindo o desempenho real além da assistência à administração na busca pela conformidade dos resultados estabelecido (Mosimann e Fisch, 1999).

Relato: refere-se ao preparo, a análise e a interpretação dos fatos financeiros, nesta etapa está envolvida a avaliação dos dados em relação aos objetivos e métodos da área e da empresa como um todo (Mosimann e Fisch, 1999).

Contabilidade: controle do estabelecimento e a manutenção das operações da contabilidade de custos das fábricas, da divisão das empresas como um todo (Mosimann e Fisch, 1999).

A função de planejamento da controladoria na empresa investigada durante a safra de soja foi marcada pela prospecção do volume que seria colhido, através de um trabalho conjunto com o setor de produção, embasando os contratos de venda futura que seriam negociados pela diretoria junto às multinacionais. Os contratos gerados foram conferidos, confirmando o objeto comercializado, a moeda de lastro, as amarrações, as condições de logística e as informações financeiras, observando questões legais e de sustentabilidade ambienta, social e de governança.

Durante a fase de controle, ou desenvolvimento, o setor em questão programava as transferências entre os estoques, o cumprimento das cláusulas do acordo, o atendimento aos interesses de ambos os agentes envolvidos, resolvendo conflitos. Através da prática de auditoria irregularidades e fraudes foram mitigadas no decorrer do cumprimento do negócio. Considera-se também a supervisão quanto à emissão das notas fiscais, os volumes das cargas individualmente, zelando pela organização e fluidez nos processos.

Na fase de relato o controlador apresentou os fatos recorrentes, demonstrando as movimentações e estratégias utilizadas, apontando a receita das vendas e das despesas geradas considerando o custo da mercadoria vendida. Na prática envolveu o lançamento dos contratos de venda da soja em sistema contábil integrado, o acompanhamento das emissões dos romaneios de entrada e saída, a emissão das notas fiscais de venda e a conciliação bancária através da baixa financeira dos valores, gerando relatórios gerenciais para prestação de contas junto à diretoria executiva. A composição dos dados apontados possibilitou a análise macro do período e como a estrutura da empresa foi afetada de modo geral.

Oliveira (1998) confirma que os novos conceitos de administração e gerenciamento entendem que uma controladoria eficiente e eficaz deve estar capacitada a organizar e apresentar dados e informações relevantes se adaptando à cada tipo de negócio, além de exercer uma força capaz de influenciar nas decisões dos gestores da entidade controlada (Oliveira, 1998).

O profissional de controladoria utilizou os diversos meios de coleta de informação, motivou a equipe, aprimorou a coordenação das funções, avaliou os processos zelando pelo cumprimento, sendo fundamental para o planejamento e acompanhamento da execução do acordo, essa proposta determinou um nível de qualidade que foi decisivo na continuidade e sustentabilidade do empreendimento em vista do atendimento às questões éticas de boas práticas de governança corporativa.

O ponto crítico da pesquisa esteve na relação e diferenciação entre o setor de controladoria e gerenciamento por atuarem em esferas semelhantes, mas com finalidades diferentes. O profissional de controladoria funcionou como órgão de observação e de controle da cúpula, atuando no acompanhamento das necessidades do empresariado, enquanto a gerência atuou nas efetivas tomadas de decisões, principalmente na posterior distribuição dos resultados financeiros gerados.

Heckert e Wilson (1985) afirmam que ao controlador não compete o comando do navio pois é essa uma tarefa do executivo, sendo, portanto, o navegador que cuida dos mapas de navegação. Como um importante marinheiro informante que indica a distância a ser percorrida,

DOI: 10.51189/vii-coninters/84177

o local, a velocidade da embarcação, os desvios, recifes e caminhos traçados para que o navio chegue ao seu destino (Heckert e Wilson, 1985).

4 CONCLUSÃO

O planejamento, acompanhamento, o controle, o relato e a contabilidade foram as principais ferramentas utilizadas pela controladoria no auxílio ao setor de gerenciamento em um empreendimento rural localizado no Oeste da Bahia, pela controladoria na safra de soja 2019/2020.

A atuação do controlador foi de grande valia pois dispensou a gerência de realizar as etapas de auxílio aos setores da empresa durante a colheita, o que otimizou o seu tempo e proporcionou melhores condições para as tomadas de decisões.

REFERÊNCIAS

Livro: ALVES, O. C.; FISCH, S.; MOSIMANN, C. P. **Controladoria seu papel na administração de empresas: um enfoque e sistemas de informação contábil.** Florianópolis: Editora UFSc, 1993.

Site: Associação de Agricultores e Irrigantes da Bahia [AIBA]. 2020. **Principais Culturas.** Disponível em: <http://aiba.org.br/principais-culturas/>.

Livro: CATELLI, A. **Controladoria: Uma Abordagem da Gestão Econômica.** São Paulo: Editora Atlas, 2006.

Livro: CREPALDI, S. A. **Contabilidade rural: uma abordagem decisorial.** São Paulo: Editora Atlas, 1988.

Livro: FIGUEIREDO, S.; CAGGIANO, P. C. **Controladoria: teoria e prática.** São Paulo: Editora Atlas, 1997.

Livro: GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** São Paulo: Editora Atlas, 2002.

Livro: HECKERT, J. B.; WILSON, J. D. **Controllership.** New York, USA: The Ronald Press Company, 1985.

Site: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE]. 2020. **Divisão Regional do Brasil em Mesorregiões e Microrregiões Geográficas**, v. 1. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualização/liv2269_1.pdf>.

Livro: MARION, J. C. **Contabilidade Empresa**. São Paulo: Editora Atlas, 2005.

Livro: MOSIMANN, C. P.; FISCH, S. **Controladoria: seu papel na administração das empresas.** São Paulo: Editora Atlas, 1999.

Livro: RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: métodos e técnicas.** São Paulo: Editora Atlas, 2008.

Livro: SCHIER, C. U. C. **Controladoria: como instrumento de gestão.** Curitiba: Editora Juruá, 2005.

DOI: 10.51189/vii-coninters/84177

Livro: OLIVEIRA, L. M. **Controladoria: conceitos e aplicações.** São Paulo: Editora Futura, 1998.

Livro: YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos.** Porto Alegre: Editora Bookman, 2005.

DOI: 10.51189/vii-coninters/84177

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

DESENVOLVIMENTO DE COMPÓSITOS DE BORRACHA DE SILICONE REFORÇADOS COM PALHA DE CANA-DE-AÇÚCAR MICRONIZADA PARA APLICAÇÕES SUSTENTÁVEIS

CARLOS TOSHIYUKI HIRANOBE; RICARDO HENRIQUE DOS SANTOS; DENER DA SILVA SOUZA; SAMARA ARAÚJO KAWALL; CAMILA LIENDRA RAUSIS HIRANOBE; RENIVALDO JOSÉ DOS SANTOS; ALEX OTÁVIO SANCHES

Introdução: A crescente busca por materiais sustentáveis tem impulsionado o desenvolvimento de compósitos poliméricos reforçados com resíduos agroindustriais, agregando valor a subprodutos e reduzindo impactos ambientais. **Objetivo**: Desenvolver compósitos de borracha de silicone (VMQ) vulcanizada utilizando palha de cana-de-açúcar micronizada como carga de reforço, empregando viniltrimetoxissilano (VTMO) como agente de acoplamento e peróxido de dicumila como agente reticulante. Foram produzidas formulações contendo 0, 5, 10, 15, 20 e 30 phr de palha de cana. **Metodologia**: Inicialmente realizou-se a caracterização granulométrica da carga vegetal por peneiramento. Em seguida, os compósitos foram submetidos à reometria de cura, determinação da densidade de ligações cruzadas pelo método de Flory-Rehner, ensaios de resistência ao rasgamento e resistência à compressão. **Resultados**: Os resultados demonstraram que a incorporação da palha de cana promoveu aumento progressivo do torque máximo (24,44 para 36,68 dNm) e da densidade de ligações cruzadas ($1{,}60 \times 10^{-4}$ para $6{,}03 \times 10^{-4}$ mol·cm^{-3}), evidenciando maior interação entre a matriz polimérica e a carga lignocelulósica. Nos ensaios mecânicos, observou-se incremento significativo da resistência à compressão, com destaque para a formulação contendo 20 phr de carga, que atingiu tensão máxima de 2,26 MPa, superior à amostra sem reforço (1,01 MPa). Em contrapartida, a resistência ao rasgamento apresentou pequenas variações entre as formulações, indicando que a adição da carga não comprometeu significativamente esse comportamento mecânico. **Conclusão**: Os resultados evidenciam que a utilização da palha de cana-de-açúcar micronizada constitui uma alternativa tecnicamente viável para o reforço de compósitos elastoméricos, contribuindo para o aproveitamento de resíduos agroindustriais e para o desenvolvimento de materiais mais sustentáveis. Como aplicação potencial, esses compósitos podem ser empregados na fabricação de componentes elastoméricos submetidos predominantemente a esforços compressivos, como elementos de vedação, amortecimento de vibrações, apoios técnicos e peças utilizadas nos setores automotivo, agrícola e industrial.

Palavras-chave: **BORRACHA DE SILICONE; PALHA DE CANA-DE-AÇÚCAR; REFORÇO MECÂNICO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/84669

MODELOS DE GOVERNANÇA HÍDRICA NA AMÉRICA DO SUL: UMA ANÁLISE COMPARATIVA DOS MARCOS LEGAIS SOB A PERSPECTIVA DA SEGURANÇA HÍDRICA E DA TEORIA DOS BENS COMUNS

THIAGO CASTRO DE OLIVEIRA

RESUMO

A segurança hídrica constitui um dos principais desafios contemporâneos da América do Sul, apesar de a região concentrar parcela significativa da disponibilidade mundial de água doce, cuja distribuição é desigual e marcada por conflitos de uso. Este estudo teve como objetivo analisar comparativamente os marcos legais de recursos hídricos da Argentina, Brasil, Chile, Paraguai e Uruguai, identificando convergências e diferenças nos modelos institucionais de governança sob a perspectiva da segurança hídrica e da teoria dos bens comuns. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório, desenvolvida por meio de análise documental comparativa das legislações nacionais, documentos institucionais e literatura especializada. A análise foi estruturada em três dimensões: natureza jurídica da água, modelo institucional de governança e mecanismos de participação social. Os resultados evidenciam distintos arranjos institucionais na região: o Brasil destaca-se pela governança descentralizada e participativa; o Uruguai reconhece a água como direito humano fundamental, atribuindo ao Estado papel central em sua gestão; o Chile adota um modelo historicamente orientado por instrumentos de mercado, recentemente reequilibrado por reformas regulatórias; enquanto Argentina e Paraguai apresentam modelos intermediários, ainda marcados por desafios de coordenação e implementação institucional. A análise demonstra que a efetividade da governança hídrica depende menos da disponibilidade física da água do que da qualidade das instituições, da coordenação entre atores e da participação social. Conclui-se que modelos capazes de integrar regulação estatal, participação, coordenação institucional e instrumentos de gestão apresentam maior potencial para promover a segurança hídrica. O estudo contribui ao sistematizar e comparar os principais modelos de governança hídrica da América do Sul, oferecendo subsídios para o aprimoramento de políticas públicas na região. Como limitação, restringe-se à análise dos marcos legais e da literatura especializada, sem avaliar a efetividade de sua implementação. Recomenda-se que pesquisas futuras incorporem indicadores de desempenho institucional e segurança hídrica, permitindo avaliar como diferentes arranjos de governança se refletem em resultados concretos.

Palavras-chave: gestão participativa; políticas públicas; decisões coletivas.

1 INTRODUÇÃO

A água constitui um recurso estratégico para o desenvolvimento econômico, a segurança alimentar e a estabilidade ambiental. A intensificação das atividades produtivas, a expansão das áreas agrícolas e o crescimento populacional nas cidades têm ampliado significativamente a pressão sobre os recursos hídricos em diversas regiões do mundo (FAO, 2020). Apesar da América do Sul concentrar aproximadamente um terço da disponibilidade mundial de água doce, a distribuição desse recurso é extremamente desigual. Enquanto algumas regiões apresentam abundância hídrica, outras enfrentam escassez crescente, conflitos entre usuários e degradação ambiental dos corpos d'água (UNESCO, 2023; Ribeiro, 2008).

DOI: 10.51189/vii-coninters/84850

Nas últimas décadas, a governança da água passou a ser compreendida como um problema essencialmente institucional, envolvendo não apenas a disponibilidade, mas também a capacidade de sistemas políticos e administrativos de estabelecer regras de uso, coordenar interesses e garantir a gestão sustentável (Ostrom, 1990; Lemos; Agrawal, 2006; Pahl-Wostl, 2013). Nesse contexto, o conceito de segurança hídrica emerge como importante referencial analítico, sendo definido como a capacidade de garantir água em quantidade e qualidade suficientes para atender às necessidades humanas, produtivas e ambientais (Grey; Sadoff, 2007). Paralelamente, a teoria dos bens comuns fornece base teórica para compreender a água como recurso de uso coletivo, caracterizado pela dificuldade de exclusão e pela rivalidade no consumo (Ostrom, 1990).

Diante disso, este estudo busca responder à seguinte questão, como os diferentes marcos legais de recursos hídricos na América do Sul estruturam a governança da água e quais são suas implicações para a segurança hídrica? O objetivo é realizar uma análise comparativa de dispositivos legais do Brasil, Uruguai, Paraguai, Argentina e Chile, identificando convergências e diferenças nos modelos institucionais adotados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza exploratória, adotando uma abordagem comparativa para analisar os marcos legais de recursos hídricos da Argentina, Brasil, Chile, Paraguai e Uruguai. Essa estratégia é adequada para investigar fenômenos institucionais complexos, permitindo compreender estruturas normativas, arranjos de governança e diferentes formas de organização da gestão dos recursos hídricos (CRESWELL, 2014).

A seleção dos países fundamentou-se na relevância de seus marcos regulatórios e na diversidade dos modelos institucionais adotados, possibilitando identificar convergências e diferenças na governança hídrica em contextos nacionais distintos.

A análise comparativa foi estruturada a partir de três categorias analíticas previamente definidas: (i) natureza jurídica da água (bem público, direito humano ou recurso econômico); (ii) modelo institucional de governança; e (iii) mecanismos de participação social. Essas categorias orientaram a organização, sistematização e comparação das informações extraídas das diferentes fontes documentais.

Os dados foram obtidos por meio de análise documental das legislações nacionais, documentos institucionais e literatura científica especializada. Os documentos foram submetidos à leitura analítica e comparativa, sendo as informações classificadas de acordo com as categorias estabelecidas, permitindo identificar padrões, particularidades e tendências nos modelos de governança adotados pelos países analisados. A análise documental constitui procedimento amplamente utilizado em estudos de políticas públicas e governança, por possibilitar o exame sistemático de marcos normativos e institucionais (BOWEN, 2009; YIN, 2016). A opção pela abordagem comparativa permitiu identificar não apenas as especificidades de cada ordenamento jurídico, mas também os elementos institucionais comuns e os fatores que influenciam a efetividade da governança hídrica na América do Sul, favorecendo uma análise integrada dos diferentes modelos de gestão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise comparativa evidencia que os países da América do Sul adotam diferentes modelos de governança da água, refletindo trajetórias históricas, escolhas institucionais e distintas concepções acerca da natureza jurídica dos recursos hídricos. Essas diferenças demonstram que a gestão da água extrapola aspectos técnicos, envolvendo dimensões políticas, econômicas e sociais relacionadas à garantia da segurança hídrica e ao acesso equitativo a um recurso essencial ao desenvolvimento sustentável (GREY; SADOFF, 2007; PAHL-WOSTL,

DOI: 10.51189/vii-coninters/84850

2013). Nesse contexto, o debate contemporâneo sobre a água tem sido marcado pela tensão entre sua compreensão como direito humano fundamental e sua utilização como ativo econômico, exigindo modelos de governança capazes de equilibrar eficiência, equidade e sustentabilidade (AMIN; AMIN; SÁ, 2022).

A Argentina apresenta um modelo descentralizado, no qual as províncias detêm domínio sobre os recursos naturais, resultando em significativa diversidade normativa e desafios relacionados à coordenação institucional, apesar da atuação do Conselho Hídrico Federal (COHIFE). Essa configuração evidencia as dificuldades inerentes aos sistemas federativos na harmonização das políticas públicas de recursos hídricos. Destaca-se, ainda, a alteração promovida em 2026 na Lei nº 26.639/2010, conhecida como Lei de Proteção das Geleiras (ARGENTINA, 2010). Considerada uma das legislações mais rigorosas da América Latina, a norma restringia atividades de mineração, exploração de hidrocarbonetos e outras intervenções em geleiras e ambientes periglaciais, reconhecendo essas áreas como reservas estratégicas de água doce. A flexibilização promovida pela reforma, ao transferir parte das decisões para as províncias, suscita debates sobre seus potenciais impactos na segurança hídrica e na conservação dos ecossistemas de alta montanha.

O Brasil adota um modelo descentralizado e participativo, estruturado pela Lei nº 9.433/1997, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos. Entre seus principais instrumentos destacam-se a gestão por bacias hidrográficas, os comitês de bacia e a outorga do direito de uso da água, mecanismos que aproximam o modelo brasileiro dos princípios da governança policêntrica propostos por Ostrom (1990). A ampla participação de usuários, sociedade civil e poder público fortalece os processos decisórios e favorece a gestão compartilhada dos recursos hídricos. Entretanto, estudos recentes indicam que o fortalecimento da governança hídrica depende cada vez mais da incorporação de soluções tecnológicas, sistemas de informação e ferramentas de monitoramento capazes de ampliar a eficiência da gestão e subsidiar decisões baseadas em evidências (DE SOUZA et al., 2023).

O Chile, por sua vez, caracteriza-se por um modelo historicamente orientado por instrumentos de mercado, fundamentado no Código de Águas de 1981 (CHILE, 1981), que instituiu direitos de uso da água negociáveis entre agentes econômicos. Embora esse modelo tenha promovido eficiência na alocação do recurso em determinados setores, também intensificou críticas relacionadas à concentração dos direitos de uso e ao aumento dos conflitos socioambientais. As reformas promovidas em 2022 (CHILE, 2022) representaram uma inflexão importante ao reforçar o papel regulador do Estado e estabelecer prioridade ao consumo humano, aproximando o sistema chileno de abordagens que reconhecem a água como bem público essencial.

No Paraguai, a Lei nº 3.239/2007 (PARAGUAI, 2007) estabelece a Política Nacional de Recursos Hídricos, reconhecendo a água como bem público e adotando princípios de gestão integrada e sustentável. Posteriormente regulamentada pelo Decreto nº 7.017/2022, a legislação representa um importante avanço institucional. Contudo, sua efetividade ainda enfrenta limitações relacionadas à capacidade administrativa, à coordenação entre instituições e à implementação dos instrumentos previstos, características comuns em processos recentes de consolidação institucional.

O Uruguai apresenta um dos modelos mais protetivos da região ao reconhecer, por meio da reforma constitucional de 2004 (URUGUAI, 2004), a água e o saneamento como direitos humanos fundamentais. Esse entendimento atribui ao Estado responsabilidade direta pela garantia do acesso universal e reforça o caráter público dos recursos hídricos, perspectiva alinhada às discussões contemporâneas sobre justiça hídrica e proteção dos bens comuns (AMIN; AMIN; SÁ, 2022). A aprovação da Lei nº 18.610/2009 e do Plano Nacional de Águas, regulamentado pelo Decreto Executivo nº 205/2017, consolidou um modelo integrado de

planejamento que busca compatibilizar os diferentes usos da água com a conservação ambiental e o desenvolvimento sustentável.

De forma sintética, os países analisados podem ser agrupados em três grandes modelos institucionais de governança: (i) governança descentralizada e participativa, representada pelo Brasil; (ii) governança centrada na atuação estatal e no reconhecimento da água como direito humano, exemplificada pelo Uruguai; e (iii) governança orientada por mecanismos de mercado, característica predominante do Chile, ainda que recentemente mitigada por reformas regulatórias. Argentina e Paraguai ocupam posições intermediárias, combinando elementos descentralizados com desafios relacionados à coordenação institucional e à efetividade da implementação das políticas públicas.

Tabela 1 – Síntese comparativa dos modelos institucionais de governança hídrica da Argentina, Brasil, Chile, Paraguai e Uruguai

País	Natureza jurídica	Modelo institucional	Participação Social	Pontos fortes	Principais Desafios
Argentina	Bem público	Descentralizado	Média	Flexibilidade federativa	Coordenação
Brasil	Bem público	Participativo	Alta	Gestão por bacia	Capacidade institucional
Chile	Recurso econômico (com prioridade ao consumo humano após 2022)	Mercado regulado	Baixa/Média	Eficiência econômica	Concentração de direitos
Paraguai	Bem público	Em consolidação	Média	Marco legal recente	Implementação
Uruguai	Direito humano	Estatal	Média	Forte proteção jurídica	Dependência da capacidade estatal

Fonte: Elaborado pelos autores com base nas legislações nacionais e literatura analisada

A síntese apresentada na Tabela 1 evidencia que os países analisados adotam distintos modelos institucionais de governança hídrica, refletindo diferentes concepções sobre o papel do Estado, do mercado e da participação social na gestão dos recursos hídricos. Embora apresentem arranjos normativos distintos, a comparação demonstra que a efetividade da governança está menos relacionada à disponibilidade física da água do que à capacidade das instituições de coordenar interesses, implementar instrumentos de gestão, promover mecanismos permanentes de participação, transparência e monitoramento e adaptar-se aos desafios impostos pelas mudanças climáticas, pela segurança alimentar e pela crescente demanda por água. Sob a perspectiva da teoria dos bens comuns, a gestão sustentável depende da existência de regras claras, mecanismos de fiscalização e cooperação entre os diferentes atores (OSTROM, 1990). Nesse contexto, novas abordagens, como o conceito de água virtual, reforçam a necessidade de compreender a interdependência entre recursos hídricos, produção agropecuária e comércio internacional (DE ALMEIDA; DOS REIS NETO, 2022), enquanto o uso de soluções tecnológicas e sistemas inteligentes de monitoramento amplia a capacidade institucional e fortalece a resiliência da governança hídrica (DE SOUZA et al., 2023).

O modelo brasileiro destaca-se pelo elevado grau de descentralização e participação social, estruturado na gestão por bacias hidrográficas e na atuação dos comitês de bacia, que reúnem representantes do poder público, usuários e sociedade civil. Essa arquitetura institucional aproxima-se da governança policêntrica proposta por Ostrom (1990), favorecendo decisões compartilhadas e maior capacidade de adaptação às especificidades regionais. Entretanto, sua efetividade depende do fortalecimento contínuo das instituições, da

disponibilidade de recursos técnicos e financeiros e da incorporação de tecnologias que ampliem o monitoramento e a transparência da gestão (DE SOUZA et al., 2023).

O modelo chileno, por sua vez, demonstra que instrumentos de mercado podem contribuir para a eficiência na alocação da água, especialmente em setores de elevada demanda produtiva. Contudo, a mercantilização dos direitos de uso também favoreceu a concentração do recurso e intensificou conflitos socioambientais. As reformas promovidas em 2022 evidenciam a busca por maior equilíbrio entre eficiência econômica e interesse público, reforçando o papel do Estado na garantia do consumo humano e da segurança hídrica (CHILE, 2022; AMIN; AMIN; SÁ, 2022).

O Uruguai adota uma abordagem centrada no reconhecimento constitucional da água como direito humano fundamental, atribuindo ao Estado a responsabilidade prioritária pela garantia do acesso universal à água e ao saneamento. Esse modelo fortalece a segurança hídrica ao conferir maior estabilidade institucional às políticas públicas, embora sua efetividade permaneça condicionada à capacidade de planejamento, financiamento e gestão integrada dos recursos hídricos.

A Argentina e Paraguai ocupam posições intermediárias entre os modelos analisados. Ambos avançaram na construção de marcos legais voltados à gestão sustentável dos recursos hídricos, mas ainda enfrentam desafios relacionados à coordenação institucional, à implementação dos instrumentos previstos e à harmonização das competências entre diferentes níveis de governo. Esses aspectos demonstram que a existência de uma legislação moderna, por si só, não assegura uma governança hídrica eficaz, sendo indispensável a consolidação de instituições capazes de coordenar interesses, promover a participação social e garantir a aplicação das normas.

Em conjunto, os resultados evidenciam que nenhum dos modelos analisados reúne, isoladamente, todas as condições necessárias para assegurar uma governança hídrica plenamente eficaz. Enquanto o Brasil demonstra o potencial da gestão participativa, o Uruguai reforça a centralidade do direito humano à água, o Chile evidencia a necessidade de equilibrar mecanismos de mercado e regulação estatal, e Argentina e Paraguai revelam que o fortalecimento institucional é condição indispensável para a efetividade das políticas públicas. Assim, a principal contribuição desta análise comparativa é demonstrar que a segurança hídrica depende da integração entre instituições robustas, participação social, instrumentos regulatórios, inovação tecnológica e mecanismos permanentes de coordenação e monitoramento, corroborando os princípios da teoria dos bens comuns de Ostrom (1990) e evidenciando que a sustentabilidade da gestão da água resulta da articulação entre governança, capacidade institucional e cooperação entre os diferentes atores envolvidos.

4 CONCLUSÃO

A análise comparativa dos marcos legais de recursos hídricos da Argentina, Brasil, Chile, Paraguai e Uruguai demonstra que a efetividade da governança hídrica está menos relacionada à disponibilidade física da água do que à capacidade das instituições de coordenar interesses, estabelecer mecanismos de participação e implementar instrumentos de gestão compatíveis com as especificidades de cada contexto nacional. Embora os países adotem modelos distintos participativos, centralizados ou orientados pelo mercado, verifica-se que os arranjos mais robustos são aqueles que conciliam regulação estatal, gestão por bacias hidrográficas, participação social e mecanismos permanentes de coordenação. Sob a perspectiva da teoria dos bens comuns, esses elementos contribuem para fortalecer a segurança hídrica diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas, pela expansão das atividades produtivas e pelo aumento da demanda por água.

DOI: 10.51189/vii-coninters/84850

O estudo evidencia que diferentes modelos institucionais podem produzir resultados positivos quando sustentados por regras claras, capacidade administrativa e processos decisórios participativos.

Ao reunir e comparar os principais marcos regulatórios da América do Sul, oferece uma visão integrada que pode subsidiar o aperfeiçoamento das políticas públicas voltadas à gestão sustentável dos recursos hídricos na região.

Os resultados devem ser interpretados considerando que a pesquisa se restringiu à análise dos marcos legais e da literatura especializada, não abrangendo a avaliação da implementação das políticas públicas nem indicadores de desempenho da governança hídrica nos países analisados. Investigações futuras poderão aprofundar essa discussão por meio de estudos empíricos que incorporem indicadores de segurança hídrica, efetividade institucional e adaptação às mudanças climáticas, permitindo compreender de forma mais abrangente como os diferentes modelos de governança se traduzem em resultados concretos.

Assim, fortalecer a governança hídrica na América do Sul exige mais do que reformas legais, requer instituições capazes de integrar participação social, coordenação interinstitucional e inovação para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas e garantir a segurança hídrica das futuras gerações.

REFERÊNCIAS

AMIN. M. M.; COSTA, A. H.; SÁ, L. S. Água: direito humano ou mercadoria. A busca pela garantia do acesso universal dos recursos hídricos através da privatização do serviço. **Revista Direitos Sociais e Políticas Públicas (UNIFAFIBE)**, vol. 10, no 1, p. 505-545, 2022.

ARGENTINA. **Constitución de la Nación Argentina**. Texto conforme reforma constitucional de 1994. Buenos Aires, 1994, acessado em junho de 2026.

ARGENTINA. **Ley n.º 26.639, de 30 de septiembre de 2010**. Régimen de Presupuestos Mínimos para la Preservación de los Glaciares y del Ambiente Periglacial. Buenos Aires, 2010.

BOWEN, G. A. Document analysis as a qualitative research method. **Qualitative Research Journal**, v. 9, n. 2, p. 27-40, 2009.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal, 1988.

BRASIL. **Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997.** Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

CHILE. **Código de Águas**. Santiago: Gobierno de Chile, 1981.

CHILE**. Ley n.º 21.435, de 2022**. Reforma el Código de Aguas. Santiago: Gobierno de Chile, 2022.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: abordagens qualitativa, quantitativa e de métodos mistos**. 4. ed. Thousand Oaks: Sage, 2014.

DE ALMEIDA, A. R.; DOS REIS, J. F. O papel do comércio de água virtual na distribuição dos recursos hídricos globais. **Encontro Internacional de Gestão, Desenvolvimento e Inovaçã**o (**EIGEDIN)**, v. 6, n. 1, 2022.

DE SOUZA, J. B. D. Soluções e medidas tecnológicas para a gestão de recursos hídricos em organizações brasileiras: uma revisão integrativa. **Revista GeTeC**, v. 12, n. 38, 2023.

FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **The state of food and agriculture 2020**: overcoming water challenges in agriculture. Rome: FAO, 2020.

GREY, D.; SADOFF, C. Sink or swim? Water security for growth and development. **Water Policy**, v. 9, n. 6, p. 545-571, 2007.

LEMOS, M. C.; AGRAWAL, A.; Environmental governance. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 31, p. 297-325, 2006.

OSTROM, E. **Governing the commons**: the evolution of institutions for collective action. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

PAHL-WOSTL, C.; **Water governance in the face of global change**: from understanding to transformation. Water Resources Management, v. 27, p. 3945-3957, 2013.

PARAGUAI. **Decreto n.º 7.017, de 2022**. Reglamenta la Ley de Recursos Hídricos del Paraguay. Assunção, 2022.

PARAGUAI. **Ley n.º 3.239, de 2007.** Ley de Recursos Hídricos del Paraguay. Assunção, 2007.

RIBEIRO, W. C. **Geografia política da água**. São Paulo: Annablume, 2008.

UNESCO. ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA. **Relatório mundial das Nações Unidas sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos 2023**: parcerias e cooperação pela água. Paris: UNESCO, 2023.

URUGUAI. **Constitución de la República Oriental del Uruguay**. Texto conforme reforma constitucional de 2004. Montevidéu, 2004. Disponível em: https://www.gub.uy/ministerio-ambiente/politicas-y-gestion/planes/plan-nacional-aguas. Acesso em: 10 de mar. 2026.

URUGUAI. **Decreto n.º 205/017**, de 31 de julho de 2017. Reglamenta la Ley n.º 18.610. Montevidéu, 2017. Disponível em: https://www.impo.com.uy/bases/decretos/205-2017. Acesso em: 20 de mar. 2026.

URUGUAI. **Ley n.º 18.610, de 2 de outubro de 2009**. Política Nacional de Aguas. Montevidéu, 2009.

YIN, R. K. **Case study research and applications**: design and methods. 5. ed. Thousand Oaks: Sage, 2014.

DINÂMICA DO DESENVOLVIMENTO DA CONSTRUÇÃO EM MADEIRA NO BRASIL

PRISCILA ROEL DE DEUS; GEAN MARCELINO AFONSO; GUSTAVO AUGUSTO SANTOS DA COSTA

RESUMO

A construção em madeira engenheirada vem ganhando relevância como alternativa aos sistemas construtivos convencionais por combinar industrialização, uso de recurso renovável e potencial de redução das emissões associadas ao ambiente construído. Este estudo analisou a evolução do interesse público, da produção científica e do desenvolvimento industrial relacionados à construção em madeira no Brasil entre 2016 e 2025, considerando a atualização da ABNT NBR 7190-1:2022 como marco temporal. O interesse público foi examinado por meio do Google Trends para os termos "NBR 7190", "madeira laminada colada" e "madeira engenheirada". A produção científica foi quantificada em buscas nas bases Scopus e ScienceDirect, e a dimensão industrial foi discutida a partir de informações públicas de empresas brasileiras do setor. Foram calculados o coeficiente de correlação de Pearson e as variações das médias antes e após 2022. Os resultados indicaram trajetórias distintas. Para a NBR 7190, a produção científica média aumentou mais de 1.610% no período posterior a 2022, enquanto o interesse público diminuiu aproximadamente 34,7%, resultando em correlação negativa moderada ($r = -0{,}48$). A madeira laminada colada apresentou correlação positiva forte ($r = 0{,}85$), embora o número de publicações tenha diminuído cerca de 52% após 2019. Para madeira engenheirada, observou-se crescimento superior a 450% na produção científica e redução de 20,9% no interesse público, com correlação negativa forte ($r = -0{,}82$). O levantamento industrial evidenciou a presença de iniciativas em wood frame, CLT e MLC no país. Conclui-se que o avanço técnico-científico e industrial ocorre em ritmo superior à difusão pública, reforçando a necessidade de divulgação técnica, formação profissional e transferência de conhecimento para ampliar a adoção dessas tecnologias.

Palavras-chave: Sustentabilidade; produção científica; inovação tecnológica.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil está entre as atividades de maior demanda por energia e recursos naturais, além de responder por parcela expressiva das emissões globais relacionadas à energia. Segundo o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, edifícios e atividades de construção representam aproximadamente 37% das emissões globais de dióxido de carbono vinculadas à energia e cerca de 36% do consumo final de energia (UNEP, 2022). Esse cenário intensifica a busca por soluções construtivas capazes de conciliar desempenho técnico, produtividade e menor impacto ambiental.

A madeira proveniente de florestas manejadas apresenta caráter renovável e mantém, ao longo da vida útil dos produtos, parte do carbono assimilado durante o crescimento das árvores. Por essa razão, a ampliação do uso estrutural da madeira é discutida como estratégia complementar de mitigação climática, especialmente quando substitui materiais de maior intensidade de carbono (Churkina *et al.*, 2020; Ramage *et al.*, 2017). No Brasil, a

DOI: 10.51189/vii-coninters/84863

disponibilidade de florestas plantadas de Pinus e Eucalyptus constitui base relevante para o desenvolvimento de produtos industrializados de maior valor agregado (IBÁ, 2023).

Entre esses produtos destacam-se a madeira laminada colada (MLC), a madeira laminada cruzada (CLT) e outros componentes reunidos sob as expressões madeira engenheirada e mass timber. A fabricação controlada, a padronização dimensional e a elevada relação resistência-peso permitem o emprego desses materiais em sistemas de paredes, pisos, coberturas, vigas e pilares, inclusive em edificações de múltiplos pavimentos (Brandner *et al.*, 2016). Apesar da expansão internacional, a adoção brasileira ainda enfrenta barreiras relacionadas à cultura construtiva, capacitação profissional, normalização, percepção de risco e integração da cadeia produtiva.

A publicação da ABNT NBR 7190-1:2022, voltada aos critérios de dimensionamento de estruturas de madeira, representou um marco recente para o setor nacional. Paralelamente, empresas brasileiras passaram a oferecer soluções industrializadas em wood frame, CLT e MLC, enquanto universidades e centros de pesquisa ampliaram estudos sobre desempenho estrutural, sustentabilidade e industrialização. Entretanto, o crescimento técnico não implica, necessariamente, aumento equivalente da visibilidade pública ou da adoção pelo mercado.

Diante disso, o objetivo deste estudo foi analisar a evolução do interesse público, da produção científica e do desenvolvimento industrial relacionados à construção em madeira no Brasil entre 2016 e 2025. Também se buscou verificar a associação entre interesse público e produção científica por meio da correlação de Pearson e comparar os períodos anterior e posterior à atualização normativa de 2022.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi delineado como pesquisa quantitativa, exploratória e documental, com análise temporal de indicadores referentes ao período de janeiro de 2016 a dezembro de 2025. Foram consideradas três dimensões complementares: interesse público, produção científica e desenvolvimento industrial.

O interesse público foi obtido na plataforma Google Trends, com abrangência territorial Brasil, para os termos “NBR 7190”, “madeira laminada colada” e “madeira engenheirada”. Os índices relativos disponibilizados pela ferramenta foram agrupados por ano. Como esses valores são normalizados pela própria plataforma, eles foram empregados para comparação temporal e não como medida absoluta do número de buscas.

A produção científica foi levantada nas bases Scopus e ScienceDirect para os mesmos eixos temáticos. Foram contabilizados, por ano, os artigos identificados entre 2016 e 2025. A dimensão industrial foi examinada mediante informações públicas de Alea, Urbem e Rewood, selecionadas por representarem iniciativas nacionais em construção industrializada, CLT, MLC e outros produtos de madeira engenheirada.

A associação entre o índice anual de interesse público e o número anual de publicações foi avaliada pelo coeficiente de correlação linear de Pearson (r), calculado separadamente para cada termo. Adotou-se a classificação: $|r| < 0{,}30$, correlação fraca; $0{,}30 \leq |r| < 0{,}70$, moderada; e $|r| \geq 0{,}70$, forte. Para examinar possíveis mudanças coincidentes com a revisão normativa, compararam-se as médias de 2016–2021 e 2022–2025. Para a MLC, também foi destacada a mudança observada a partir de 2019. A interpretação foi descritiva; portanto, coincidências temporais não foram tratadas como evidência de causalidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Interesse público e produção científica

Os indicadores apresentaram comportamentos distintos, demonstrando que interesse público e produção científica não avançaram de maneira uniforme. Para a NBR 7190, a média de publicações passou de aproximadamente 10,8 artigos por ano entre 2016 e 2021 para 185,3

DOI: 10.51189/vii-coninters/84863

entre 2022 e 2025, crescimento superior a 1.610%. No mesmo intervalo comparativo, o índice médio de interesse público diminuiu cerca de 34,7%. A correlação negativa moderada (r = −0,48) indica que os anos com maior produção científica não coincidiram, necessariamente, com maior volume relativo de buscas pela norma.

A mudança observada coincide com a publicação da ABNT NBR 7190-1:2022 e pode refletir a mobilização do meio acadêmico e profissional diante de novos critérios de projeto. Contudo, a análise não permite atribuir o crescimento exclusivamente à atualização normativa. A queda do interesse no Google Trends também não representa desinteresse do setor, pois profissionais podem buscar conteúdos por termos específicos, plataformas técnicas ou acesso direto à norma, não capturados pelos descritores utilizados.

Para madeira laminada colada, a produção científica e o interesse público apresentaram trajetória mais semelhante. A média de aproximadamente 87 publicações anuais entre 2016 e 2018 reduziu-se para cerca de 42 após 2019, variação próxima de −52%. A correlação positiva forte (r = 0,85) mostra alinhamento entre as duas séries. Parte dessa redução pode decorrer da substituição do termo específico por descritores mais abrangentes, como engineered wood, mass timber e timber construction, sem necessariamente indicar retração equivalente da pesquisa sobre o produto.

No eixo madeira engenheirada ocorreu o comportamento inverso. O número médio de artigos, inferior a cinco por ano entre 2016 e 2018, ultrapassou 27 entre 2021 e 2025, correspondendo a aumento superior a 450%. Apesar disso, o interesse público médio diminuiu aproximadamente 20,9% após 2022, com correlação negativa forte (r = −0,82). O resultado sugere expansão acadêmica mais rápida do que a consolidação da expressão em português, frequentemente substituída no uso profissional por CLT, MLC, wood frame ou mass timber.

Tabela 1 – Síntese dos indicadores analisados entre 2016 e 2025.

Tema	**Interesse público**	**Produção científica**	**Correlação de Pearson**
NBR 7190	Redução média de 34,7% após 2022.	Média de 10,8 para 185,3 artigos/ano; aumento superior a 1.610%.	r = −0,48 Negativa moderada
Madeira laminada colada	Redução acompanhando a série de publicações.	Queda aproximada de 52% após 2019.	r = 0,85 Positiva forte
Madeira engenheirada	Redução média de 20,9% após 2022.	De menos de 5 para mais de 27 artigos/ano; aumento superior a 450%.	r = −0,82 Negativa forte

Fonte: Elaboração dos autores (2026).

3.2 Interpretação integrada dos indicadores

A comparação integrada evidencia três padrões. O primeiro é o crescimento científico associado à atualização normativa, porém sem aumento paralelo do interesse público. O segundo é o alinhamento entre ciência e buscas para um produto tradicionalmente reconhecido, a MLC. O terceiro é a ampliação da literatura sobre madeira engenheirada acompanhada de baixa consolidação terminológica no público brasileiro.

Esses resultados reforçam que indicadores digitais devem ser interpretados em conjunto. O Google Trends informa interesse relativo por expressões específicas, enquanto as bases científicas refletem critérios de indexação, idioma e estratégia de busca. Assim, correlações negativas não significam oposição entre ciência e sociedade, mas possíveis

diferenças de vocabulário, público e velocidade de difusão. A forte correlação da MLC, por outro lado, sugere maior estabilidade terminológica e reconhecimento desse produto.

3.3 Desenvolvimento industrial e limitações

O levantamento documental mostrou que a expansão científica ocorre paralelamente à presença de empresas nacionais com diferentes estratégias tecnológicas. A Alea atua em habitações industrializadas baseadas em wood frame; a Urbem disponibiliza soluções em CLT e madeira laminada colada; e a Rewood trabalha com projeto, fabricação e montagem de estruturas em MLC (Alea, 2026; Urbem, 2026; Rewood, 2026). A diversidade dessas iniciativas indica formação gradual de competências nacionais em projeto, fabricação, logística e montagem.

Ainda assim, a consolidação do setor depende de integração entre indústria, projetistas, universidades, normalização e formação de mão de obra. A distância identificada entre avanço científico e interesse público revela oportunidade para ações de divulgação baseadas em evidências, capacitação de engenheiros, arquitetos e técnicos, demonstração de obras e disseminação de critérios de durabilidade, segurança contra incêndio e manutenção.

Entre as limitações do estudo estão o caráter relativo do Google Trends, a sensibilidade dos resultados aos descritores escolhidos, a possível sobreposição entre Scopus e ScienceDirect e a heterogeneidade das informações empresariais disponíveis. Estudos posteriores devem explicitar estratégias completas de busca, eliminar duplicidades, incorporar outras bases bibliográficas e analisar indicadores quantitativos de mercado, como capacidade instalada, volume produzido, número de edificações e investimentos realizados.

4 CONCLUSÃO

A construção em madeira no Brasil apresentou avanço técnico-científico e industrial entre 2016 e 2025, mas esse processo não foi acompanhado de forma uniforme pelo interesse público. A NBR 7190 e a madeira engenheirada registraram forte crescimento de publicações, ao mesmo tempo em que os respectivos índices de busca diminuíram. A madeira laminada colada apresentou maior sincronia entre as séries, com correlação positiva forte.

A atualização normativa de 2022 coincidiu com expansão expressiva da produção científica, mas os dados não permitem estabelecer relação causal. Em conjunto, os resultados indicam que a pesquisa e a oferta industrial avançam mais rapidamente do que a difusão social dos conceitos. A ampliação da adoção dessas tecnologias requer comunicação técnica acessível, formação profissional, padronização de terminologia e maior articulação entre pesquisa, indústria e mercado. Futuras investigações devem ampliar as bases de dados e incorporar medidas objetivas de produção, investimento e aplicação em obras.

REFERÊNCIAS

ALEA. Nosso método construtivo. 2026. Disponível em: https://www.casasalea.com/metodo-construtivo. Acesso em: 13 jul. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 7190-1: Projeto de estruturas de madeira — Parte 1: Critérios de dimensionamento. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

BRANDNER, R.; FLATSCHER, G.; RINGHOFER, A.; SCHICKHOFER, G.; THIEL, A. Cross laminated timber (CLT): overview and development. European Journal of Wood and Wood Products, v. 74, p. 331–351, 2016.

CHURKINA, G.; ORGANSCHI, A.; REYER, C. P. O.; RUFF, A.; VINKE, K.; LIU, Z.; RECK, B. K.; GRAEDEL, T. E.; SCHELLNHUBER, H. J. Buildings as a global carbon sink. Nature Sustainability, v. 3, p. 269–276, 2020.

GOOGLE TRENDS. Explore o que o mundo está pesquisando. Disponível em: https://trends.google.com.br/trends/. Acesso em: 11 maio 2026.

IBÁ — INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES. Relatório anual 2023. São Paulo: IBÁ, 2023.
RAMAGE, M. H.; BURRIDGE, H.; BUSSE-WICHER, M.; FEREDAY, G.; REYNOLDS, T.; SHAH, D. U.; WU, G.; YU, L.; FLEMING, P.; DENSLEY-TINGLEY, D.; ALLWOOD, J.; DUPREE, P.; LINDEN, P. F.; SCHERMAN, O. The wood from the trees: the use of timber in construction. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 68, p. 333–359, 2017.
REWOOD. O que fazemos. 2026. Disponível em: https://rewood.com.br/o-que-fazemos. Acesso em: 13 jul. 2026.
UNEP — UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Global status report for buildings and construction. Nairobi: UNEP, 2022.
URBEM. Quem somos. 2026. Disponível em: https://urbembr.com/sobre/. Acesso em: 13 jul. 2026.

ENTRE A LUZ E A NOITE: IMPACTOS DA POLUIÇÃO LUMINOSA SOBRE O MEIO AMBIENTE

PEDRO LÚCIO DE MEDEIROS SOUSA; ANA LÍVIA DA SILVA; HEMILLY MAYRA DA COSTA BEZERRA

RESUMO

A poluição luminosa consiste no excesso ou uso inadequado da luz artificial, especialmente em ambientes urbanos, e representa um problema ambiental crescente que ainda recebe pouca atenção quando comparado a outras formas de poluição. O aumento da iluminação noturna, associado ao crescimento urbano e ao planejamento inadequado dos sistemas de iluminação pública, tem provocado alterações significativas nos ecossistemas e na qualidade de vida da população. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar os impactos da poluição luminosa sobre o meio ambiente, discutindo suas consequências para a fauna, flora e sociedade. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica com base em artigos científicos e documentos acadêmicos publicados entre 2016 e 2026, em português e espanhol, obtidos por meio das plataformas Google Acadêmico e Elicit. Os trabalhos foram selecionados a partir de critérios relacionados à relevância do tema, considerando informações presentes no título, resumo e introdução dos estudos. Os resultados evidenciaram que a poluição luminosa afeta diversas espécies animais, comprometendo processos de orientação, migração, alimentação e reprodução, como observado em tartarugas marinhas, aves e insetos polinizadores. Na flora, foram identificadas alterações no fotoperíodo, no ciclo circadiano e em processos fisiológicos essenciais, incluindo crescimento, floração, fotossíntese e desenvolvimento do sistema radicular. Também foram constatados impactos sobre a saúde humana, com destaque para distúrbios do sono, alterações do ritmo biológico e aumento de riscos relacionados à segurança pública. Conclui-se que a poluição luminosa vai além da simples modificação da paisagem noturna, configurando-se como um fator de desequilíbrio ambiental e social. Dessa forma, reforça-se a necessidade de planejamento urbano e de políticas públicas voltadas ao uso eficiente e sustentável da iluminação artificial, conciliando as demandas humanas com a conservação ambiental.

Palavras-chave: Biodiversidade; Desequilíbrio Ambiental; Iluminação Artificial.

1 INTRODUÇÃO

Com o passar do tempo e os avanços tecnológicos, como a industrialização e o crescimento populacional, trouxeram diversos avanços para a civilização, e uma delas que pode-se citar é a eletricidade, ao qual trouxe dentre os diversos benefícios, como: segurança na noite, comunicação e outros (como a internet, telefones, transportes e dentre outros), ao qual aumentou a capacidade produtiva na sociedade e o seu bem-estar, e a iluminação (Álvarez-Lopeztello, 2023; Barbosa, 2019).

Dessa maneira, das diversas formas de poluição que ocorrem na biosfera, há uma que não apresenta a devida atenção por ser confundida com outro tipo de poluição, a luminosidade. Dessa forma, a poluição luminosa (PL) pode ser definida como todo o excesso ou efeito adverso provocado pela luz artificial ou mal projetada, que acaba extrapolando a

DOI: 10.51189/vii-coninters/85019

necessidade para a iluminação dos espaços antropizados, onde ocasiona interferência nos espaços naturais. A PL tem mais facilidade de ser observada a noite e em espaços urbanos de alta densidade, como metrópoles, ao qual usa-se luzes artificiais com maior concentração de fontes de luzes artificias (Araújo, Picazzio, 201; Barbosa, 2019; Santos, Noronha, 2025; Olsen *et al*., 2014: *apud* Urbano, 2023).

A PL é manifestada, principalmente, em 4 tipos, ao qual são classificados como: clutter (confusão de fontes da luz), glare (ofuscamento), light trespass (luz intrusa ou intrusiva) e o skyglow (brilho no céu), qual os três últimos sejam os principais. A confusão é quando a fonte de iluminação ocasiona desconfortos aos olhos da população. O brilho no céu caracteriza-se como o efeito que a luz faz ao ser projetada ao céu ao invés do chão e/ou horizonte, dando um visual, sobre as áreas urbanas, uma coloração alaranjada. A luz intrusa quando o raio de luz invade locais internos alheios, como em edificações. O ofuscamento é quando o raio de luz é forte e ocasiona a ofuscação dos olhos da pessoa, sendo um tipo de PL mais perigosas, por ocorrer no trânsito, podendo ocasionar colisões entre dois ou mais veículos e/ou com pedestres (Barbosa, 2019; Adolpho, 2018: *apud* Urbano, 2023).

Como já citado acima, a iluminação excessiva, principalmente no período noturno, apresenta uma sensação de segurança e mobilidade nos lugares para a sociedade. Porém, esse excesso, advém de um mal planejamento público, que segundo Araújo (2016: *apud* Urbano, 2023), a iluminação pública tem causado muitos problemas ao meio ambiente detectados por astrofísicos e ambientalistas devido à PL resultante do excesso ou uso incorreto da luz.

Dessa maneira, os impactos da PL englobam diversas áreas e ambientes, como fauna, flora, astronomia e saúde. Uma das consequências, a qual abrange todos esses âmbitos, é no ciclo circadiano, trata-se do período natural de aproximadamente 24 horas na qual rege o ciclo biológico e que gera distúrbios de sono, depressão, obesidade e transtornos de humor, além de impactar também no ciclo reprodutivo dos animais e de florescimento e crescimento das plantas (Barbosa, 2019).

Com isso, é de suma importância a discussão sobre as consequências da PL por tornar-se cada vez mais frequente para que então ocorra a promoção de estratégias de manejo e planejamento urbano que conciliem as necessidades humanas com a conservação do meio ambiente. Portanto, o objetivo principal deste estudo é analisar os impactos da poluição luminosa sobre o meio ambiente, discutindo suas consequências para com a fauna, flora e sociedade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Após o eixo temático do congresso ter sido selecionado e o tema a ser abordado foi confirmado, juntamente com o título deste trabalho, deu-se início a pesquisa. A pesquisa dos documentos necessários para a leitura deste trabalho foram obtidos pelo Google Acadêmico e pelo Elicit (IA for Scientific Research).

A utilização das duas ferramentas foi para a obtenção de outros trabalhos que tenham abordado esse assunto, onde pelo Elicit foi utilizado o modo "*find papers*", que realiza a busca de documentos a partir da pergunta: "quais são os impactos provenientes da poluição luminosa ao meio ambiente?". E já para o Google Acadêmico usou-se as palavras chaves: "poluição luminosa", "impactos da poluição luminosa ao meio ambiente", "impactos da poluição luminosa na fauna/flora". E nas duas ferramentas usou-se o filtro de período entre os anos de 2016 até 2026. E as únicas línguas aceitas eram em português e espanhol.

Com os documentos coletados, realizou-se a filtragem, onde buscou-se os principais termos deste estudo no título, resumo e introdução do trabalho, os que apresentaram informações relevantes para o presente trabalho eram mantidos, e os que não mostraram utilidade para este documento eram descartados.

Após essa filtragem dos trabalhos, criou-se um documento no Google Documentos e

DOI: 10.51189/vii-coninters/85019

fez-se as referências dos estudos coletados e realizou-se uma leitura mais aprofundada dos estudos, onde as partes importantes para os autores eram copiadas e coladas neste documento com a finalidade de encontrar as informações mais facilmente e não ter que realizar consultas nos próprios artigos procurando tais informações.

Posteriormente a esse processo, essas informações eram lidas e usadas para a montagem deste trabalho, com a redigitação, ao qual o texto passou por releitura e a correção dos erros, tanto ortográficos quanto de estrutura e dentre outros.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a leitura dos documentos selecionados, foi possível observar e comprovar que a poluição luminosa é causadora de diversos impactos aos seres vivos. Conforme descrito por Araújo e Picazzio (2021), a PL compromete substancialmente tanto a fauna quanto a flora, perturbando o desenvolvimento e a sobrevivência.

Uma das diversas espécies prejudicadas pelo excesso de iluminação são as tartarugas marinhas. Em ambientes antropizados, a vida das tartarugas são afetadas desde o primeiro momento: a saída do mar. Quando há luz nos locais de desova, as tartarugas podem desistir de sair da água por interpretarem a luz como a luz do dia, interrompendo assim o comportamento noturno e causando estresse psicológico enquanto processam as informações recebidas (Barbosa, 2019; Witherington, Martin, 2003: *apud* Hernández-Trujillo, 2024).

A iluminação nas praias de desova pode ser considerada uma forma de perda de habitat, pois as luzes afastam as tartarugas, forçando-as a procurar outras áreas que não são adequadas (Worth, Smith, 1976; Witherington, Martin, 2003: *apud* Hernández-Trujillo, 2024). Em ambientes naturais, que não há interferência humana em sua composição, os filhotes utilizam da luz do luar como guia para chegar ao mar. Porém, o excesso de iluminação, essas luzes são confundidas com a luz da lua e os filhotes mudam a rota, um atraso de alguns minutos e a mudança de direção pode ser fatal, levando a desidratação, esgotamento de reservas de energia ou até mesmo a captura por predadores (McFarlanew, 1963; Philibosian, 1976; Hayes, Ireland, 1978; Mann, 1978: apud Hernández-Trujillo, 2024).

Além das tartarugas, outra espécie de animal que acaba sendo afetado pela poluição luminosa são as aves. Com o excesso de luminosidade, isso ocasiona uma interferência nas rotas migratórias, pela desorientação provocada pelas luzes, ao qual, se orientam pela luz da lua e até mesmo pelas estrelas. Tanto para forragem quanto para reprodução, e como essa iluminação é mais perceptível de noite, os seus hábitos nesse horário também mostram-se prejudicados pela PL, outrossim podendo afetar as plantas, por algumas dessas aves serem dispensadoras de sementes (Barbosa, 2019; Álvarez-Lopeztello, 2023; Fernandes, Coelho, Caires, 2016: *apud* Mazzotti, Souza Pirró, 2022).

Já no aspecto da flora, a PL também ocasiona diversas alterações. Uma dessas alterações provocadas pela PL é no fotoperíodo, que além da fotossíntese, estende-se até a floração precoce de algumas árvores, o que impacta na dinâmica de ecossistemas inteiros, (Adolpho, 2018: *apud* Santos, Noronha, 2025).

E, como todos os outros seres vivos, as plantas também possuem um ciclo circadiano, com a alteração de luz e escuridão em diversas regiões, isso acaba afetando os processos fisiológicos e os vários comportamentos e funções biológicos. A PL também afeta negativamente o crescimento e desenvolvimento das plantas. Observa-se que a PL provoca o encurtamento do caule, alteração dos padrões de ramificação dos galhos e inibição de crescimento. Outrossim, há provocado a formação de folhas menores e mais espessas e também em sua coloração, o que interfere no processo de floração, ocorrendo de maneira prematura ou tardia. Entretanto, a PL também dificulta o crescimento adequado das raízes, o que acarreta em um sistema radicular menor e menos desenvolvido, havendo uma limitação

na absorção de água e nutrientes, e esses efeitos podem resultar negativamente na reprodução e sobrevivência de plantas, bem como no ecossistema como um todo (Creu, Harmer, 2019; Singhal *et al.* 2019; Meravi, Kumar, 2020; Wilson *et al.* 2021: *apud* Álvarez-Lopeztello, 2023; Falcón *et al*., 2020: *apud* Rueda-Punina, 2022).

Outros exemplos dos danos é a diminuição da eficiência da fotossintética, ao qual tem sua capacidade de produção de energia a partir da luz, e também há a ocorrência da abertura e fechamentos dos estômatos (que são estruturas microscópicas que servem para o intercâmbio gasoso, entrada de CO_2 e liberação de O_2, e para a transpiração vegetal) que encontram-se na epiderme das plantas, especialmente nas folhas, também são afetados (Meravi, Kumar, 2020; Singhal *et al*., 2019: *apud* Álvarez-Lopeztello, 2023).

Um exemplo de estudo do impacto da PL nas plantas foi realizado no Reino Unido, Ffrench-Constant *et al*. (2016: *apud* Rueda-Punina, 2022), foi estudado um efeito da iluminação noturna em 4 espécies arbóreas e encontraram folhas que mostraram-se 7,5 dias antes do que elas costumam aparecer em zonas de menor intensidade luminosa.

A poluição luminosa também afeta de maneira negativa a outros seres vivos que desempenham funções vitais para as plantas, como os polinizadores (Wilson *et al.* 2021: *apud* Álvarez-Lopeztello, 2023). As luzes artificiais desorientam, confundem e alteram a atividade de muitos polinizadores noturnos, como mariposas, besouros e morcegos. Isso prejudica a capacidade desses animais de localizar flores e de se deslocar pelo ambiente (Perkin *et al.* 2014, Stone *et al.* 2015*, apud* Álvarez-Lopeztello, 2023).

Além disso, outro exemplo de consequência bem conhecido acontece com as populações de vagalumes, os quais possuem mecanismo naturais de emissão de luz para a comunicação entre os machos e as fêmeas, ao qual é obscurecida pela PL, o que impede que haja o reconhecimento mútuo destes sinais e, portanto, não ocorrendo o acasalamento (Barbosa, 2019; Barghini, 2010: *apud* Santos, Noronha, 2025).

Ademais, a presença de luzes artificiais pode causar a morte de muitos insetos que ficam presos após colidirem com as lâmpadas e algumas lagartixas aproveitam a oportunidade para se instalar perto das luzes e se alimentar desses insetos (Álvarez-Lopeztello, 2023; Barbosa, 2019).

Como já citado, a poluição luminosa também impacta negativamente na rotina e ciclo dos seres humanos. Segundo Barghini (2008: *apud* Santos, Noronha, 2025) a PL contribui para o aumento de doenças infectocontagiosas, como tripanossomíase, malária e leishmaniose, pois de acordo com Leite (2021: *apud* Santos, Noronha, 2025), atrai vetores que facilitam a disseminação.

Além dos impactos na saúde humana, a má iluminação, com altos níveis de ofuscamento, pode comprometer a segurança pública, pois eleva o risco de acidentes e cria zonas de sombra em áreas menos iluminadas, que tornam-se potenciais esconderijos para criminosos (Leite, 2021: *apud* Santos, Noronha, 2025). Ainda de acordo com o mesmo autor, os locais onde a intensidade da iluminação pública foi aumentada sem planejamento, observou-se o dobro de ocorrência criminais em comparação com outras áreas semelhantes que mantiveram o nível de iluminação constante.

4 CONCLUSÃO

Com a presente revisão bibliográfica, permitiu-se entender que a poluição luminosa representa um problema ambiental de elevada relevância, embora pouco discutido. Os estudos analisados nesta amostra científica mostraram que os seus impactos vão além da modificação da paisagem noturna, afetando o equilíbrio dos ecossistemas e a qualidade de vida da população.

DOI: 10.51189/vii-coninters/85019

Na fauna, foi possível observar que o excesso da PL impacta na orientação, alimentação, reprodução e migração de várias espécies, como as tartarugas, aves e insetos, comprometendo as suas funções ecológicas essenciais para o equilíbrio da biodiversidade.

Do mesmo modo, na flora notou-se alteração dos ciclos naturais de luz e escuridão, desequilibrando o ciclo circadiano e processos fisiológicos importantes, como o crescimento, a floração, a fotossíntese e o desenvolvimento do sistema radicular.

Além dos impactos ambientais destacados, foi possível observar que a PL apresenta, também, implicações para a sociedade, prejudicando a saúde humana, por meio do aumento de distúrbios do sono e outras doenças associadas. Além do mais, o uso inadequado da iluminação pública aumenta os riscos de acidentes devido ao ofuscamento, a concentração de vetores de doenças.

Dessa forma, os resultados reforçam que a iluminação artificial, embora indispensável ao desenvolvimento urbano, deve ser utilizada de maneira planejada e eficiente, conciliando as necessidades da população com a conservação ambiental.

Mas, os autores compreendem que este estudo apresenta limitações, devido ao fato desta amostra científica ser uma revisão bibliográfica, sem conter análises experimentais ou levantamentos de campo e também entendem que a quantidade de documentos selecionados não é suficiente para uma visão mais ampla desta problemática.

Neste âmbito, os autores deste presente estudo recomendam que para futuras pesquisas realizadas sobre esta temática devem efetuar monitoramentos da PL em centros urbanos e em áreas naturais, avaliar seus efeitos sobre as espécies e averiguar a influência da iluminação pública sobre os polinizadores e elaborar mapas de intensidade luminosa utilizando imagens de satélites e geotecnologia. Dessa forma, com base nesses estudos realizar a elaboração de políticas públicas e estratégias de planejamento urbanos que promovam uma iluminação mais sustentável, para a redução dos impactos ambientais e um bem-estar da população com o equilíbrio ambiental.

REFERÊNCIAS

ÁLVAREZ-LOPEZTELLO. J. Contaminación lumínica: interacción entre plantas y otros seres vivos que altera los ecosistemas. **Centro de Investigación Científica de Yucatán**, v. 15, p. 236-242, 30/11/2023. ISSN 2395-8790. Disponível em: https://cicy.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1003/2990/1/2023-11-30-JAlvarez-Contaminacion-luminica.pdf. Acesso em: 07/05/2026.

ARAÚJO, J. L; PICAZZIO, E. IMPLICAÇÕES DA POLUIÇÃO LUMINOSA NAS ÁREAS DAS CIÊNCIAS E DA SOCIEDADE. **Revista Ibero- Americana de Humanidades, Ciências e Educação - REASE**, São Paulo, v.7, n. 12, p. 105-11, dez. 2021. ISSN 2675-3375. Disponível em: https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/3449/1329. Acesso em: 08/05/2026.

BARBOSA, Matheus dos Santos. **Desmistificando a poluição luminosa: uso consciente da luminosidade [recurso eletrônico]**. Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2019. Disponível em: https://www.editorafi.org/629matheus. Acesso em: 08/05/2025.

HERNÁNDEZ-TRUJILLO, A. M. La noche iluminada y el daño en las tortugas marinas: contaminación lumínica. **Herpetología Mexicana**, [*S. l.*], n. 2, p. 72–76, 2024. DOI: 10.69905/cb4vkj47. Disponível em: https://herpetologiamexicana.org/revista-hm/index.php/HERPETOLOGIA-MEXICANA/artic

le/view/La-noche-iluminada-y-el-dano-en-las-tortugas-marinas-legislacion. Acesso em: 07/05/2026.

MAZZOTTI, E. S; SOUZA PIRRÓ, L. F. POLUIÇÃO LUMINOSA: O USO DE TÉCNICAS PARA PROJETAR ILUMINAÇÃO VISANDO MITIGAR OS EFEITOS DA POLUIÇÃO LUMINOSA. **Revista Belas Artes**, [*S. l*], v. 38, n. 1, p. 4-27, 2022. Disponível em: https://revistas.belasartes.br/revistabelasartes/article/view/624/606. Acesso em: 07/05/2026.

RUEDA-PUNINA, Víctor John. La problemática ambiental de la contaminación lumínica: una revisión. **FIGEMPA: Investigación y Desarrollo**, Quito, EC, v. 14, n. 2, p. 111–123, 2022. ISSN 1390-7042. DOI: 10.29166/revfig.v14i2.3733. Disponível em: https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/RevFIG/article/view/3733. Acesso em: 12/05/2026.

SANTOS, J. O; NORONHA, G. F. Impactos do conhecimento sobre Legislação Ambiental no combate à Poluição Luminosa. **Ambiente: Gestão e Desenvolvimento**, [*S. l.*], v. 18, n. 1, p. 159–176, 2025. DOI: 10.24979/ambiente.v18i1.1524. Disponível em: https://periodicos.uerr.edu.br/index.php/ambiente/article/view/1524. Acesso em: 08/05/2026.

URBANO, M. C. A. POLUIÇÃO LUMINOSA NOS ESPAÇOS URBANOS. **VERNÁCULA - Territórios Contemporâneos**, [*S. l.*], v. 1, n. 1, p. 93-103, 2023. ISSN 2965-6125. DOI: 10.18312/verncula.v1i1.2318. Disponível em: https://www.periodicos.univag.com.br/index.php/Vernacula/article/view/2318/2513. Acesso em: 07/05/2026.

CENTRALIDADE HUMANA NA INDÚSTRIA 5.0: ENTRE TECNOLOGIA E SUSTENTABILIDADE SOCIAL

VICTORIA DOLORES VERAS CESAR

RESUMO

A Indústria 5.0 amplia o debate sobre transformação industrial ao associar inovação tecnológica, sustentabilidade, resiliência e centralidade humana. Embora o bem-estar do trabalhador ocupe posição central nessa formulação, permanece relevante compreender como a literatura científica traduz a humanocentricidade em dimensões concretas do trabalho. O presente estudo teve como objetivo analisar como a centralidade humana é abordada na literatura recente sobre Indústria 5.0, identificando dimensões relacionadas à sustentabilidade social. Realizou-se uma revisão bibliográfica, de abordagem qualitativa e caráter exploratório-descritivo, com análise de estudos publicados entre 2021 e 2025 sobre manufatura humanocêntrica, fatores humanos, ergonomia e inteligência artificial centrada no ser humano. Os trabalhos foram comparados por convergência temática quanto ao papel atribuído ao trabalhador, à interação com tecnologias e às implicações para as condições de trabalho. A análise reuniu os achados em quatro dimensões: saúde e bem-estar; interação humano-tecnologia; cognição e competências; e autonomia e papel do trabalhador. Os resultados mostraram forte presença de temas ligados à segurança, ergonomia e adaptação tecnológica às capacidades humanas. Revisões recentes também apontaram lacunas em ergonomia cognitiva e menor representação de fatores psicossociais, como autonomia, motivação, estresse e confiança em sistemas de inteligência artificial. Estudos críticos observaram que o trabalhador é frequentemente valorizado como usuário final de sistemas inovadores, enquanto sua voz pode receber menor atenção na concepção e avaliação desses sistemas. Conclui-se que a centralidade humana representa um avanço no debate industrial, mas sua contribuição à sustentabilidade social depende de uma compreensão que ultrapasse a adaptação física e tecnológica. A incorporação de autonomia, participação, aspectos psicossociais e papel ativo do trabalhador pode ampliar a coerência entre o discurso humanocêntrico e a organização concreta dos sistemas produtivos.

Palavras-chave: Ergonomia cognitiva; Fatores psicossociais; Trabalho digno.

1 INTRODUÇÃO

A transformação digital da manufatura ampliou a capacidade de automação, integração e tratamento de dados nos sistemas produtivos. A Indústria 5.0, entretanto, acrescenta uma orientação baseada em valores ao debate industrial ao articular centralidade humana, sustentabilidade e resiliência. Na formulação da Comissão Europeia, o bem-estar do trabalhador deve ocupar o centro do processo produtivo, deslocando a atenção exclusiva de empregos, crescimento e desempenho tecnológico (Breque; De Nul; Petridis, 2021).

A centralidade humana, porém, não possui tradução única na literatura. Lu *et al.*

DOI: 10.51189/vii-coninters/85038

(2022) observam a ausência de entendimento compartilhado sobre a essência da manufatura humanocêntrica, apesar do avanço de pesquisas voltadas ao bem-estar físico e cognitivo dos operadores. Briken *et al.* (2023), ao examinarem como o humano é representado em estudos de engenharia, identificaram valorização dos trabalhadores como usuários finais de sistemas inovadores, mas também limitações na consideração da voz do trabalhador. A questão torna-se relevante para a sustentabilidade social porque adaptar tecnologias às capacidades humanas não esgota temas como autonomia, participação e organização do trabalho.

Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar como a centralidade humana é abordada na literatura recente sobre Indústria 5.0, identificando dimensões do trabalho relacionadas à sustentabilidade social.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo caracteriza-se como revisão bibliográfica, de abordagem qualitativa e caráter exploratório-descritivo. O corpus analítico reuniu um documento institucional e cinco artigos científicos publicados entre 2021 e 2025, diretamente relacionados à Indústria 5.0, à manufatura humanocêntrica, aos fatores humanos, à ergonomia e à inteligência artificial centrada no ser humano.

A seleção considerou a aderência direta à questão de pesquisa e a presença de resultados ou sínteses consolidadas sobre sistemas humanocêntricos, papel do trabalhador e interação com tecnologias. Os termos *Industry 5.0*, *human-centric manufacturing*, *human factors*, *ergonomics*, *worker well-being*, *autonomy* e *human-centred AI* orientaram a delimitação temática. Foram excluídos trabalhos centrados exclusivamente no desempenho técnico e sem discussão do fator humano ou das condições de trabalho.

Os textos elegíveis foram submetidos à leitura comparativa. Extraíram-se informações sobre o conceito de centralidade humana, o papel do trabalhador, a relação humano-tecnologia e as dimensões sociais ou laborais abordadas. O agrupamento por convergência temática resultou em quatro dimensões analíticas: saúde e bem-estar; interação humano-tecnologia; cognição e competências; e autonomia e papel do trabalhador.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura examinada confirma a centralidade humana como elemento constitutivo da Indústria 5.0, mas mostra diferenças na forma de traduzir esse princípio para os sistemas produtivos. Os achados foram organizados em quatro dimensões, apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Dimensões da centralidade humana na Indústria 5.0

Dimensão	Ênfase observada	a sustentabilidade social
Saúde e bem-estar	Segurança, saúde e ergonomia	Condições dignas de trabalho
Interação humano-tecnologia	Colaboração e adaptação	Tecnologia orientada às pessoas
Cognição e competências	Capacidades e carga cognitiva	Desenvolvimento e qualificação
Autonomia e papel humano	Agência, voz e participação	Valorização do trabalhador

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

A primeira dimensão reúne saúde, segurança e bem-estar. A formulação europeia da Indústria 5.0 coloca o bem-estar do trabalhador no centro da produção (Breque; De Nul; Petridis, 2021). Na revisão de Trstenjak *et al.* (2025), fatores humanos e ergonomia aparecem com interesse crescente, associados à construção de ambientes de trabalho voltados à saúde, segurança e bem-estar. Esse movimento amplia a discussão industrial para além da produtividade, aproximando a humanocentricidade das condições dignas de trabalho.

A interação humano-tecnologia constitui outra dimensão recorrente. Lu *et al.* (2022)

situam tecnologias e estruturas de sistemas entre os elementos da manufatura humanocêntrica. Pacheco e Iwaszczenko (2024), por sua vez, sistematizam tensões humanocêntricas associadas à transição para a Indústria 5.0 e discutem estratégias de resolução. A comparação desses trabalhos sugere que a presença de tecnologias colaborativas não basta para caracterizar um sistema como humanocêntrico; também importa a forma como elas são concebidas e incorporadas ao trabalho.

Cognição e competências formam a terceira dimensão. Trstenjak *et al.* (2025) identificaram lacunas na ergonomia cognitiva e destacaram a necessidade de atenção à carga cognitiva e ao bem-estar. O achado amplia a análise para além da proteção contra riscos físicos em ambientes intensivos em informação e tecnologias digitais. Nesse contexto, demandas mentais e capacidades cognitivas também passam a integrar a discussão sobre trabalho humanocêntrico.

Autonomia e papel do trabalhador constituem a dimensão mais crítica da síntese. Briken *et al.* (2023) observaram que os trabalhadores são valorizados como usuários finais de sistemas inovadores, embora sua voz possa ser negligenciada em esforços orientados à eficácia da manufatura. Na revisão de 67 artigos conduzida por Passalacqua *et al.* (2025), fatores psicossociais como confiança na inteligência artificial, autonomia, motivação e estresse apareceram sub-representados. A aproximação entre esses achados revela uma assimetria: o discurso humanocêntrico avança, mas agência e experiência psicossocial ainda recebem atenção desigual.

Em conjunto, os estudos sugerem que a sustentabilidade social na Indústria 5.0 depende de uma interpretação mais ampla da centralidade humana. Segurança, ergonomia e adaptação tecnológica constituem avanços relevantes, porém a efetiva valorização do trabalhador também envolve autonomia, participação e consideração dos fatores psicossociais. Essa discussão pode ser particularmente pertinente em polos industriais submetidos à modernização tecnológica, como o Polo Industrial de Manaus. Contudo, a aplicação regional desses princípios requer estudos empíricos capazes de examinar como a humanocentricidade é incorporada à organização concreta do trabalho.

4 CONCLUSÃO

A revisão reuniu a centralidade humana na Indústria 5.0 em quatro dimensões: saúde e bem-estar, interação humano-tecnologia, cognição e competências e autonomia e papel do trabalhador. No corpus analisado, segurança, ergonomia e adaptação tecnológica às capacidades humanas aparecem de forma consistente; em contrapartida, foram registradas lacunas na ergonomia cognitiva e sub-representação de fatores psicossociais.

A humanocentricidade, portanto, não deve ser reduzida à presença de tecnologias colaborativas ou à adaptação física do posto de trabalho. Sua contribuição para a sustentabilidade social exige ampliar o papel do trabalhador na concepção e avaliação dos sistemas, considerando autonomia, voz, participação e experiência psicossocial. A heterogeneidade conceitual dos estudos constitui uma limitação da revisão. Pesquisas empíricas em sistemas industriais brasileiros, inclusive no contexto amazônico, poderão verificar em que medida os princípios humanocêntricos se traduzem em práticas concretas de organização do trabalho.

REFERÊNCIAS

BREQUE, M.; DE NUL, L.; PETRIDIS, A. Industry 5.0: towards a sustainable, human-centric and resilient European industry. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2021.

BRIKEN, K.; MOORE, J.; SCHOLARIOS, D.; ROSE, E.; SHERLOCK, A. Industry 5 and the human in human-centric manufacturing. Sensors, v. 23, n. 14, art. 6416, 2023. DOI: 10.3390/s23146416.

LU, Y.; ZHENG, H.; CHAND, S.; XIA, W.; LIU, Z.; XU, X.; WANG, L.; QIN, Z.; BAO, J. Outlook on human-centric manufacturing towards Industry 5.0. Journal of Manufacturing Systems, v. 62, p. 612–627, 2022. DOI: 10.1016/j.jmsy.2022.02.001.

PACHECO, D. A. de J.; IWASZCZENKO, B. Unravelling human-centric tensions towards Industry 5.0: literature review, resolution strategies and research agenda. Digital Business, v. 4, n. 2, art. 100090, 2024. DOI: 10.1016/j.digbus.2024.100090.

PASSALACQUA, M.; PELLERIN, R.; MAGNANI, F.; DOYON-POULIN, P.; DEL-AGUILA, L.; BOASEN, J.; LÉGER, P.-M. Human-centred AI in Industry 5.0: a systematic review. International Journal of Production Research, v. 63, n. 7, p. 2638–2669, 2025. DOI: 10.1080/00207543.2024.2406021.

TRSTENJAK, M.; BENEŠOVA, A.; OPETUK, T.; CAJNER, H. Human factors and ergonomics in Industry 5.0: a systematic literature review. Applied Sciences, v. 15, n. 4, art. 2123, 2025. DOI: 10.3390/app15042123.

RESILIÊNCIA DO SISTEMA DE SAÚDE FRENTE A EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS: O PAPEL DA ATUAÇÃO INTERPROFISSIONAL NAS UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE

LARISSA MARIANA VELOSO DE OLIVEIRA; MARÍLIA RABELO HOLANDA CAMARANO; SHEILA DE MEDEIROS BORGES

RESUMO

As mudanças climáticas representam um dos principais desafios para a saúde pública contemporânea, intensificando desigualdades sociais e ampliando os riscos relacionados ao acesso à água potável, ao saneamento básico e à ocorrência de eventos climáticos extremos. Nesse contexto, a Atenção Primária à Saúde (APS) desempenha papel estratégico na vigilância em saúde, na promoção da saúde e na construção de territórios mais resilientes. O presente estudo tem como objetivo analisar a relevância da atuação interprofissional na APS frente às iniquidades geradas pelas mudanças climáticas, com ênfase na gestão dos recursos hídricos, no saneamento ambiental e na formação em saúde por meio do Programa de Educação pelo Trabalho para a Saúde (PET-Saúde Clima). Trata-se de uma revisão bibliográfica de abordagem qualitativa, realizada a partir de publicações científicas, documentos técnicos do Ministério da Saúde, da Organização Mundial da Saúde (OMS), da Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) e do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), publicados entre 2021 e 2026. Os resultados evidenciam que a Educação Interprofissional fortalece competências colaborativas, favorece o diagnóstico territorial, amplia a vigilância em saúde ambiental e contribui para o planejamento de ações preventivas voltadas às populações vulneráveis. Conclui-se que a integração entre ensino, serviço e comunidade, promovida pelo PET-Saúde Clima, constitui uma estratégia relevante para fortalecer a resiliência dos sistemas locais de saúde, qualificar a formação dos futuros profissionais e ampliar a capacidade de resposta da APS diante dos impactos das mudanças climáticas, contribuindo para a promoção da equidade, da sustentabilidade e da Saúde Planetária.

Palavras-chave: Atenção primária, Educação interprofissional, Saúde planetária.

1 INTRODUÇÃO

O cenário contemporâneo de crise climática estabelece um novo paradigma para a saúde pública global, consolidando o conceito de Saúde Planetária como um campo de análise imprescindível. Conforme postulado por Whitmee et al. (2015), a civilização humana floresceu durante um período de relativa estabilidade climática; entretanto, a intensa intervenção humana nos ecossistemas tem ultrapassado os limites planetários, favorecendo o aumento da frequência e da intensidade de eventos climáticos extremos, como enchentes, secas prolongadas, ondas de calor e incêndios florestais. Esses fenômenos repercutem diretamente na saúde das populações, ampliando doenças infecciosas, agravos respiratórios, insegurança alimentar, deslocamentos populacionais e impactos sobre a saúde mental (Whitmee et al., 2015).

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2023), as mudanças climáticas representam atualmente uma das maiores ameaças à saúde humana no século XXI, afetando de forma desproporcional populações em situação de vulnerabilidade social. No Brasil, os impactos climáticos são agravados pelas desigualdades socioeconômicas

DOI: 10.51189/vii-coninters/85045

e pela distribuição desigual dos serviços públicos essenciais, especialmente relacionados ao abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto e manejo adequado dos resíduos sólidos (IPCC, 2023).

Nesse contexto, a Atenção Primária à Saúde (APS) assume papel estratégico na vigilância em saúde, na prevenção de doenças e na promoção da resiliência comunitária. Por estar inserida diretamente no território, a APS possui capacidade para identificar precocemente populações vulneráveis, desenvolver ações educativas, monitorar fatores ambientais e articular respostas rápidas às emergências sanitárias decorrentes dos eventos climáticos extremos (Brasil, 2023). A Política Nacional de Atenção Básica reconhece a territorialização e a vigilância como elementos centrais para a organização das ações em saúde, fortalecendo a capacidade de resposta das equipes multiprofissionais (Brasil, 2017).

Além dos impactos físicos, os eventos climáticos extremos repercutem sobre aspectos psicossociais e econômicos das comunidades, aumentando a insegurança alimentar, a incidência de doenças transmitidas pela água, arboviroses, doenças respiratórias e transtornos relacionados ao estresse pós-traumático. Dessa forma, compreender o território passa a ser condição indispensável para o planejamento das ações em saúde, considerando os determinantes sociais, ambientais e econômicos que influenciam o processo saúde-doença (OPAS, 2023).

A Organização Mundial da Saúde destaca que o fortalecimento dos sistemas de saúde resilientes depende da integração entre vigilância epidemiológica, gestão ambiental, educação em saúde e participação social. Assim, torna-se necessário desenvolver estratégias capazes de promover respostas intersetoriais e colaborativas diante dos riscos climáticos, fortalecendo a capacidade adaptativa dos serviços de saúde e das comunidades (OMS, 2023).

Nesse cenário, a Educação Interprofissional (EIP) destaca-se como importante estratégia para qualificar a formação dos profissionais da saúde. Segundo a Organização Mundial da Saúde (2010), a EIP ocorre quando estudantes ou profissionais de diferentes áreas aprendem juntos, uns com os outros e sobre os outros, desenvolvendo competências colaborativas capazes de melhorar os resultados em saúde. Essa perspectiva rompe com modelos tradicionais fragmentados de formação, favorecendo práticas integradas centradas nas necessidades da população.

No Brasil, o Programa de Educação pelo Trabalho para a Saúde (PET-Saúde) constitui uma das principais políticas indutoras da integração ensino-serviço-comunidade. Em sua edição temática voltada às mudanças climáticas — PET-Saúde Clima — busca fortalecer competências relacionadas à saúde planetária, sustentabilidade, vigilância ambiental e enfrentamento das iniquidades em saúde, estimulando estudantes e profissionais a atuarem conjuntamente na construção de territórios mais resilientes (Brasil, 2024).

Dessa forma, o presente estudo objetiva refletir sobre a importância da atuação interprofissional desenvolvida nas Unidades Básicas de Saúde para o fortalecimento da resiliência dos sistemas locais de saúde diante dos eventos climáticos extremos, destacando o papel do PET-Saúde Clima como estratégia de formação voltada à sustentabilidade, à equidade e à promoção da saúde.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de revisão bibliográfica, de abordagem qualitativa, caráter descritivo e exploratório, desenvolvido com o objetivo de analisar evidências científicas relacionadas à atuação interprofissional na Atenção Primária à Saúde frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas e seus impactos sobre a saúde das populações. A revisão permitiu reunir conhecimentos produzidos recentemente acerca das estratégias de fortalecimento da resiliência dos serviços de saúde, especialmente no contexto das Unidades Básicas de Saúde.

DOI: 10.51189/vii-coninters/85045

A busca bibliográfica foi realizada nas bases Scientific Electronic Library Online (SciELO), Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), PubMed e documentos institucionais publicados pela Organização Mundial da Saúde (OMS), Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), Ministério da Saúde do Brasil e Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). Foram empregados os descritores indexados no DeCS e MeSH: "Atenção Primária à Saúde", "Mudanças Climáticas", "Educação Interprofissional", "Saúde Planetária", "Resiliência em Saúde", "Vigilância em Saúde" e "Sustentabilidade", combinados por operadores booleanos AND e OR.

Foram incluídos artigos científicos publicados entre 2021 e 2026, disponíveis na íntegra em português, inglês ou espanhol, além de documentos normativos, diretrizes nacionais e internacionais e relatórios técnicos considerados relevantes para a temática. Excluíram-se estudos duplicados, publicações sem relação direta com o objeto da pesquisa, editoriais, cartas ao editor e trabalhos sem acesso ao texto completo.

A seleção dos estudos ocorreu em três etapas: leitura dos títulos, análise dos resumos e leitura integral das publicações elegíveis. Posteriormente, foi realizada análise temática dos conteúdos, organizando os achados em categorias relacionadas aos impactos das mudanças climáticas sobre a saúde, vulnerabilidades territoriais, atuação interprofissional, educação em saúde, vigilância ambiental e fortalecimento da Atenção Primária.

A análise dos estudos foi conduzida por meio da técnica de análise de conteúdo proposta por Bardin (2016), permitindo identificar convergências entre os autores quanto à importância da integração entre diferentes profissões da saúde para o enfrentamento das iniquidades socioambientais. A categorização possibilitou compreender como o trabalho colaborativo favorece o planejamento de ações preventivas, a gestão compartilhada do território e o fortalecimento das redes de atenção à saúde.

Considerando o caráter exclusivamente bibliográfico da pesquisa, não houve necessidade de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa, conforme previsto pela Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, por não envolver seres humanos diretamente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 A Vigilância em Saúde como Prática Interprofissional

A literatura recente aponta que a vigilância em saúde ambiental não deve ser uma tarefa isolada de especialistas, mas uma competência compartilhada. A atuação interprofissional no PET-Saúde Clima permite que estudantes de graduação superem a visão biomédica focada apenas no atendimento individual. Ao realizar a busca ativa em territórios impactados por inundações ou secas, a equipe multiprofissional é capaz de mapear a infraestrutura de saneamento local — identificando, por exemplo, o descarte inadequado de resíduos sólidos em galerias pluviais, fator que agrava alagamentos e favorece a disseminação de doenças. Essa prática coletiva converte informações territoriais em planos de ação preventivos, reduzindo a incidência de leptospirose, hepatite A, doenças diarreicas e outras enfermidades relacionadas ao saneamento precário (Brasil, 2023; OPAS, 2023).

Além da identificação dos fatores de risco, a vigilância em saúde desenvolvida na Atenção Primária amplia a capacidade de monitoramento contínuo dos determinantes ambientais e sociais da saúde. O conhecimento produzido pelas equipes permite antecipar cenários de vulnerabilidade, subsidiando ações educativas, campanhas de vacinação, controle de vetores e intervenções intersetoriais voltadas à prevenção de agravos. Nesse contexto, o trabalho colaborativo fortalece a capacidade de resposta dos serviços de saúde diante de eventos climáticos extremos (OMS, 2023).

Outro aspecto relevante refere-se ao papel dos Agentes Comunitários de Saúde (ACS) e dos demais profissionais da Estratégia Saúde da Família, que atuam como mediadores entre

DOI: 10.51189/vii-coninters/85045

os serviços de saúde e a comunidade. A aproximação cotidiana com as famílias possibilita reconhecer mudanças nas condições ambientais, identificar grupos mais suscetíveis aos impactos climáticos e promover estratégias educativas voltadas ao uso racional da água, manejo adequado dos resíduos sólidos e prevenção de doenças relacionadas ao ambiente (Brasil, 2017).

A Educação Interprofissional potencializa esse processo ao estimular a construção compartilhada do conhecimento entre estudantes e profissionais de diferentes áreas. Segundo Reeves et al. (2018), o desenvolvimento de competências colaborativas favorece decisões mais qualificadas, amplia a resolutividade das equipes e melhora os resultados em saúde. Assim, a vigilância deixa de ser uma atividade exclusivamente técnica para tornar-se uma prática integrada, centrada nas necessidades do território e orientada pelos princípios da integralidade e da equidade.

Os achados da literatura demonstram ainda que sistemas locais de saúde que investem em vigilância ambiental integrada apresentam maior capacidade adaptativa frente às mudanças climáticas. Essa integração contribui para reduzir riscos sanitários, otimizar recursos públicos e fortalecer a confiança da população nos serviços de saúde, elementos considerados essenciais para a construção de sistemas resilientes (IPCC, 2023).

3.2 Desafios da Equidade e o Papel do Estudante

A iniquidade climática é, fundamentalmente, uma iniquidade social. Comunidades periféricas, frequentemente desassistidas por políticas públicas de saneamento, são as que mais sofrem com a falta de drenagem urbana e a precariedade do abastecimento de água. A educação interprofissional propicia que o estudante desenvolva a competência da escuta qualificada, essencial para compreender o impacto psicossocial dessas mudanças na vida das famílias. Enquanto equipes de Medicina e Enfermagem concentram esforços na assistência aos agravos, estudantes de Nutrição, Psicologia, Serviço Social e outras áreas, em conjunto com os ACS, identificam vulnerabilidades que extrapolam o aspecto biológico, como insegurança alimentar, desemprego, perda de renda e fragilidade das condições habitacionais (Brasil, 2024).

As mudanças climáticas afetam de maneira desigual diferentes grupos populacionais. Crianças, idosos, gestantes, pessoas com deficiência e indivíduos em situação de vulnerabilidade socioeconômica apresentam maior risco de adoecimento durante eventos extremos. Essa realidade exige profissionais capazes de reconhecer os determinantes sociais da saúde e planejar intervenções que considerem as especificidades culturais, econômicas e ambientais de cada território (IPCC, 2023).

Nesse contexto, a vivência proporcionada pelo PET-Saúde Clima amplia significativamente a formação dos estudantes, aproximando-os da realidade social das comunidades atendidas. A inserção precoce nos serviços de saúde favorece o desenvolvimento de competências relacionadas ao trabalho em equipe, comunicação, liderança, tomada de decisão compartilhada e responsabilidade social. Tais competências são consideradas fundamentais para o fortalecimento das Redes de Atenção à Saúde e para a consolidação do SUS (OMS, 2010).

Outro aspecto frequentemente destacado na literatura é que a aproximação entre ensino, serviço e comunidade promove aprendizagem significativa. Ao participar de visitas domiciliares, diagnósticos territoriais e ações educativas, o estudante compreende que a saúde resulta da interação entre fatores biológicos, ambientais, econômicos e culturais, desenvolvendo uma visão ampliada do cuidado e fortalecendo seu compromisso ético com a redução das desigualdades em saúde (Ceccim; Feuerwerker, 2004).

Observa-se, portanto, que a Educação Interprofissional constitui importante estratégia para formar profissionais mais sensíveis às necessidades coletivas e preparados para atuar em

DOI: 10.51189/vii-coninters/85045

contextos complexos, nos quais as mudanças climáticas ampliam vulnerabilidades históricas e exigem respostas integradas e socialmente comprometidas.

3.3 Integração e Resiliência Comunitária

Um ponto central identificado na literatura é que a Educação Interprofissional não melhora apenas a formação acadêmica dos estudantes, mas transforma a relação entre a Unidade Básica de Saúde e o território. Ao atuar de maneira colaborativa, estudantes e profissionais fortalecem vínculos comunitários, estimulam a participação social e favorecem a construção compartilhada de estratégias para prevenção dos impactos relacionados às mudanças climáticas. Essa aproximação amplia o protagonismo da população na gestão dos recursos ambientais e no cuidado coletivo da saúde (OMS, 2023).

A resiliência dos sistemas de saúde compreende a capacidade de antecipar riscos, responder adequadamente às emergências, adaptar-se às mudanças e aprender continuamente com as experiências vivenciadas. No contexto da Atenção Primária, essa capacidade depende da articulação entre vigilância em saúde, planejamento territorial, educação permanente e participação comunitária. Quanto maior a integração entre esses componentes, maior será a capacidade dos serviços em minimizar os impactos provocados pelos eventos climáticos extremos (Kruk et al., 2015).

Outro aspecto importante refere-se à integração entre saúde e outros setores governamentais. O enfrentamento das mudanças climáticas exige ações articuladas com áreas como saneamento, meio ambiente, educação, assistência social, defesa civil e planejamento urbano. As experiências desenvolvidas pelo PET-Saúde Clima demonstram que a atuação interprofissional favorece esse diálogo intersetorial, ampliando a efetividade das políticas públicas voltadas à promoção da saúde e à redução das vulnerabilidades ambientais (Brasil, 2024).

A literatura evidencia ainda que comunidades que participam ativamente do planejamento das ações em saúde apresentam maior capacidade de adaptação frente aos desastres ambientais. A educação em saúde, desenvolvida de forma participativa, fortalece o protagonismo social, estimula práticas sustentáveis e contribui para a construção de territórios mais seguros, saudáveis e resilientes (OPAS, 2023).

Dessa forma, o PET-Saúde Clima constitui uma importante estratégia de formação para o SUS, ao possibilitar que futuros profissionais desenvolvam competências relacionadas à Saúde Planetária, à sustentabilidade e à atuação colaborativa. Mais do que preparar estudantes para responder a emergências, o programa contribui para formar profissionais capazes de planejar políticas preventivas, fortalecer redes comunitárias e incorporar a dimensão ambiental como componente permanente do cuidado integral à saúde.

4 CONCLUSÃO

Os resultados evidenciam que a atuação interprofissional na Atenção Primária à Saúde representa uma estratégia fundamental para fortalecer a resiliência dos sistemas locais de saúde frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas. A integração entre diferentes categorias profissionais amplia a capacidade de vigilância territorial, qualifica o planejamento das ações preventivas e favorece respostas mais efetivas diante das vulnerabilidades ambientais, sociais e sanitárias presentes nos territórios.

Nesse contexto, o PET-Saúde Clima demonstra elevado potencial como política indutora da integração ensino-serviço-comunidade, ao proporcionar aos estudantes experiências práticas voltadas ao desenvolvimento de competências colaborativas, pensamento crítico e compromisso social. A vivência interprofissional contribui para a formação de profissionais preparados para atuar de maneira integrada, considerando os determinantes sociais

DOI: 10.51189/vii-coninters/85045

e ambientais do processo saúde-doença e fortalecendo os princípios da integralidade, equidade e participação social que orientam o Sistema Único de Saúde.

Além disso, observa-se que a incorporação dos princípios da Saúde Planetária na formação em saúde favorece uma compreensão ampliada da relação entre ambiente, desenvolvimento sustentável e qualidade de vida. O fortalecimento das ações de vigilância ambiental, educação em saúde e participação comunitária torna-se essencial para reduzir riscos sanitários associados aos eventos climáticos extremos e promover territórios mais resilientes e sustentáveis.

Por fim, conclui-se que o enfrentamento das mudanças climáticas exige respostas intersetoriais, colaborativas e baseadas em evidências científicas. Investir na Educação Interprofissional e em programas como o PET-Saúde Clima representa uma estratégia relevante para fortalecer o SUS, qualificar a formação dos futuros profissionais e ampliar a capacidade adaptativa das comunidades diante dos desafios ambientais contemporâneos. Recomenda-se que novos estudos investiguem os impactos dessas experiências na formação dos estudantes e nos indicadores de saúde dos territórios acompanhados, contribuindo para o aperfeiçoamento das políticas públicas voltadas à saúde, à sustentabilidade e à justiça socioambiental.

REFERÊNCIAS

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Política Nacional de Atenção Básica**. Brasília: Ministério da Saúde, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Plano Setorial da Saúde para Mitigação e Adaptação às Mudanças Climáticas**. Brasília: Ministério da Saúde, 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Programa de Educação pelo Trabalho para a Saúde (PET-Saúde: Equidade e Clima)**. Brasília: Ministério da Saúde, 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Programa de Educação pelo Trabalho para a Saúde – PET-Saúde: Informação e Saúde Digital/PET-Saúde Clima**. Brasília: Ministério da Saúde, 2024.

CECCIM, Ricardo Burg; FEUERWERKER, Laura Camargo Macruz. O quadrilátero da formação para a área da saúde: ensino, gestão, atenção e controle social. *Physis: Revista de Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 41-65, 2004.

CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. **Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 24 maio 2016.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2023: Synthesis Report**. Geneva: IPCC, 2023.

KRUK, Margaret E. et al. What is a resilient health system? Lessons from Ebola. *The Lancet*, London, v. 385, n. 9980, p. 1910-1912, 2015.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Framework for action on interprofessional education and collaborative practice**. Geneva: WHO, 2010.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Climate Change and Health**. Geneva: WHO, 2023.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). **Mudanças climáticas e saúde: orientações para sistemas de saúde resilientes**. Washington, DC: OPAS, 2023.

REEVES, Scott et al. *Interprofessional teamwork for health and social care*. 2. ed. Oxford: Wiley-Blackwell, 2018.

WHITMEE, Sarah et al. Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of the Rockefeller Foundation-Lancet Commission on Planetary Health. **The Lancet**, London, v. 386, n. 10007, p. 1973-2028, 2015.

DOI: 10.51189/vii-coninters/85045

INFRAESTRUTURA SUSTENTÁVEL NA ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE: A EDUCAÇÃO INTERPROFISSIONAL NO PET-SAÚDE CLIMA COMO ESTRATÉGIA PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, GESTÃO DE RESÍDUOS E RESILIÊNCIA AMBIENTAL EM UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE

LARISSA MARIANA VELOSO DE OLIVEIRA; MARÍLIA RABELO HOLANDA CAMARANO; SHEILA DE MEDEIROS BORGES

RESUMO

A emergência climática tem intensificado os desafios relacionados à sustentabilidade dos sistemas de saúde, considerando que os serviços responsáveis pelo cuidado e promoção da vida também contribuem significativamente para o consumo de recursos naturais, emissão de gases de efeito estufa e geração de resíduos. Nesse cenário, a Atenção Primária à Saúde (APS) apresenta papel estratégico na construção de modelos assistenciais ambientalmente sustentáveis, considerando sua capilaridade territorial e sua proximidade com comunidades vulnerabilizadas. Este estudo tem como objetivo analisar a contribuição da Educação Interprofissional (EIP), desenvolvida no âmbito do Programa de Educação pelo Trabalho para a Saúde (PET-Saúde Clima), para a implementação de estratégias voltadas à eficiência energética, gestão sustentável de resíduos e fortalecimento da resiliência ambiental em Unidades Básicas de Saúde (UBS). Trata-se de um estudo qualitativo, descritivo e reflexivo, estruturado a partir de revisão narrativa da literatura e relato de experiência acadêmico-assistencial envolvendo atividades de diagnóstico ambiental e discussão interprofissional sobre sustentabilidade em serviços de saúde. Foram analisados documentos normativos nacionais e internacionais relacionados à gestão de resíduos de serviços de saúde, eficiência energética, saúde planetária e descarbonização do setor saúde. As atividades desenvolvidas possibilitaram identificar fragilidades relacionadas ao consumo energético, uso inadequado de recursos, segregação de resíduos e necessidade de fortalecimento da educação permanente das equipes. A atuação integrada entre estudantes, docentes e profissionais de diferentes áreas favoreceu a construção coletiva de propostas baseadas nos princípios da economia circular, redução de desperdícios, logística reversa e práticas sustentáveis no cotidiano das UBS.

Palavras-chave: Saúde Planetária; Eficiência Energética; Gestão de Resíduos; Atenção Primária à Saúde; Sustentabilidade

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas configuram-se como um dos principais desafios contemporâneos para a saúde pública global, produzindo impactos diretos e indiretos sobre os padrões epidemiológicos, a segurança alimentar, a disponibilidade hídrica, a qualidade do ar e a ocorrência de eventos climáticos extremos. A Organização Mundial da Saúde (WHO, 2023) destaca que a crise climática representa uma ameaça crescente à saúde humana, afetando principalmente populações socialmente vulneráveis e ampliando desigualdades já existentes. Nesse contexto, os sistemas de saúde precisam não apenas responder aos efeitos das alterações ambientais, mas também revisar seus próprios processos internos, considerando que suas

DOI: 10.51189/vii-coninters/85052

estruturas e práticas apresentam significativa contribuição para o consumo energético, geração de resíduos e emissão de gases de efeito estufa.

Embora tenham como missão fundamental preservar e promover a vida, os serviços de saúde apresentam uma importante pegada ambiental. Estimativas internacionais indicam que o setor saúde é responsável por aproximadamente 4% a 5% das emissões globais de gases de efeito estufa, considerando desde o funcionamento das edificações até a cadeia produtiva de medicamentos, equipamentos, transporte e gerenciamento de resíduos (HEALTH CARE WITHOUT HARM, 2024). Dessa forma, a sustentabilidade dos serviços de saúde tornou-se uma dimensão indispensável da qualidade assistencial, exigindo mudanças estruturais que conciliem segurança do paciente, eficiência operacional e responsabilidade ambiental.

No Brasil, esse desafio assume características particulares no âmbito da Atenção Primária à Saúde (APS), considerando a ampla distribuição territorial das Unidades Básicas de Saúde (UBS) e sua função estratégica na organização do Sistema Único de Saúde (SUS). Muitas unidades apresentam limitações estruturais relacionadas à idade das edificações, sistemas de iluminação inadequados, equipamentos com baixo desempenho energético e dificuldades no gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS). Essas condições podem gerar desperdícios financeiros, impactos ambientais e redução da capacidade dos serviços responderem adequadamente às demandas sanitárias emergentes (BRASIL, 2023).

A sustentabilidade das UBS não deve ser compreendida apenas como uma questão administrativa ou tecnológica, mas como parte integrante do conceito ampliado de cuidado em saúde. A abordagem da Saúde Planetária propõe compreender a interdependência entre os sistemas naturais e o bem-estar humano, reconhecendo que a proteção ambiental constitui um determinante fundamental da saúde das populações (WHITMEE et al., 2015). Nesse sentido, estratégias como eficiência energética, redução do desperdício, uso racional dos recursos e gerenciamento adequado de resíduos representam ações de promoção da saúde coletiva e prevenção de riscos ambientais.

A Educação Interprofissional (EIP) surge como uma estratégia fundamental para enfrentar problemas complexos, como a sustentabilidade dos serviços de saúde, pois estimula a colaboração entre diferentes áreas do conhecimento e favorece a construção compartilhada de soluções. Segundo a Organização Mundial da Saúde, a formação de profissionais preparados para o trabalho colaborativo é essencial para responder às necessidades atuais dos sistemas de saúde, especialmente diante de desafios que ultrapassam os limites tradicionais das profissões (WHO, 2010). Dessa forma, integrar conhecimentos da saúde, engenharia, gestão ambiental e administração permite compreender a infraestrutura dos serviços de maneira sistêmica.

Nesse cenário, o Programa de Educação pelo Trabalho para a Saúde (PET-Saúde), iniciativa do Ministério da Saúde voltada à integração ensino-serviço-comunidade, constitui um espaço privilegiado para o desenvolvimento de competências colaborativas e inovadoras. A modalidade PET-Saúde Clima amplia essa perspectiva ao incorporar a dimensão ambiental na formação dos futuros profissionais, estimulando práticas voltadas à mitigação dos impactos climáticos e adaptação dos serviços de saúde frente às novas demandas ambientais.

A inserção de estudantes e docentes em processos de avaliação ambiental das UBS possibilita transformar o espaço assistencial em um território de aprendizagem e inovação. A realização de diagnósticos relacionados ao consumo energético, gerenciamento de resíduos e sustentabilidade operacional favorece uma compreensão crítica sobre como as práticas cotidianas dos serviços influenciam a saúde coletiva. Além disso, permite que os futuros profissionais desenvolvam competências relacionadas à responsabilidade socioambiental, planejamento sustentável e tomada de decisão baseada em evidências.

A gestão adequada dos Resíduos de Serviços de Saúde representa outro componente essencial dessa transformação. Conforme estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o gerenciamento dos RSS deve contemplar todas as etapas do processo,

desde a segregação até a destinação final ambientalmente adequada, reduzindo riscos ocupacionais, ambientais e sanitários (ANVISA, 2018). Entretanto, ainda são observadas dificuldades relacionadas à segregação correta, redução na geração de resíduos e implementação de práticas de logística reversa nos serviços de saúde.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de abordagem qualitativa, de natureza descritiva, exploratória e reflexiva, desenvolvido a partir da articulação entre revisão narrativa da literatura e relato de experiência acadêmico-assistencial no contexto do PET-Saúde Clima, considerando os princípios da Educação Interprofissional, da integração ensino-serviço-comunidade e da sustentabilidade aplicada aos serviços públicos de saúde. A escolha da abordagem qualitativa justifica-se pela necessidade de compreender processos, percepções, práticas institucionais e estratégias construídas coletivamente por diferentes atores envolvidos na transformação dos espaços de cuidado. Segundo Minayo (2021), pesquisas qualitativas possibilitam analisar fenômenos sociais e institucionais considerando significados, relações e contextos nos quais as práticas são produzidas.

A revisão narrativa da literatura foi realizada com o objetivo de fundamentar teoricamente as discussões relacionadas à sustentabilidade em serviços de saúde, infraestrutura de baixo carbono, eficiência energética, gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), Saúde Planetária e Educação Interprofissional. Foram consultadas publicações científicas, documentos técnicos e normativas nacionais e internacionais disponíveis entre 2021 e 2026, provenientes de bases de dados acadêmicas e documentos institucionais de órgãos reconhecidos, incluindo Organização Mundial da Saúde (OMS), Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), Health Care Without Harm e Projeto Hospitais Saudáveis. Foram considerados estudos que abordassem estratégias de sustentabilidade ambiental aplicadas aos estabelecimentos de saúde, especialmente no contexto da Atenção Primária à Saúde.

O relato de experiência foi desenvolvido a partir das atividades realizadas no âmbito do PET-Saúde Clima, envolvendo estudantes, docentes e profissionais de diferentes áreas do conhecimento vinculados ao processo de integração ensino-serviço. As ações tiveram como cenário Unidades Básicas de Saúde (UBS), considerando sua relevância como porta de entrada preferencial do Sistema Único de Saúde (SUS) e como espaços estratégicos para implantação de práticas sustentáveis devido à sua abrangência territorial e vínculo direto com as comunidades. A experiência contemplou momentos de observação participante, discussões interprofissionais, levantamento de informações sobre infraestrutura física, análise dos processos relacionados ao consumo energético e avaliação das práticas de gerenciamento dos resíduos produzidos nas unidades.

Para a realização do diagnóstico ambiental foram considerados aspectos relacionados ao uso racional de energia elétrica, condições de iluminação, funcionamento de equipamentos, utilização de sistemas de climatização, possibilidades de incorporação de tecnologias sustentáveis e identificação de oportunidades para redução de desperdícios. Em relação aos resíduos, foram observados os processos de segregação, acondicionamento, armazenamento temporário e destinação dos diferentes grupos de resíduos gerados nas UBS, considerando as recomendações estabelecidas pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 222/2018 da ANVISA, que regulamenta as boas práticas de gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde (ANVISA, 2018).

A análise das informações obtidas ocorreu de forma descritiva e interpretativa, buscando estabelecer relações entre os achados da experiência prática, os referenciais teóricos da sustentabilidade e as diretrizes nacionais e internacionais para serviços de saúde ambientalmente responsáveis. A interpretação considerou três dimensões principais: (1)

eficiência energética e otimização da infraestrutura das UBS; (2) gestão sustentável dos resíduos e implementação de princípios da economia circular; e (3) contribuição da Educação Interprofissional para formação de profissionais comprometidos com a sustentabilidade e a resiliência climática do SUS.

A perspectiva metodológica adotada compreende a UBS como um espaço educativo, assistencial e territorial, no qual mudanças sustentáveis dependem não apenas da adoção de tecnologias, mas principalmente da transformação das práticas profissionais e organizacionais. Conforme apontado por Frenk et al. (2010), os desafios contemporâneos dos sistemas de saúde exigem profissionais capazes de atuar colaborativamente, articulando diferentes saberes para solucionar problemas complexos. Dessa forma, o PET-Saúde Clima configura-se como uma estratégia de formação crítica e inovadora, permitindo que estudantes desenvolvam competências relacionadas ao cuidado integral, responsabilidade socioambiental e promoção da saúde em perspectiva ampliada.

Ressalta-se que este estudo apresenta caráter reflexivo e educacional, não envolvendo intervenção experimental ou coleta de dados identificáveis de usuários ou trabalhadores das unidades. As informações analisadas referem-se às atividades formativas e observacionais desenvolvidas no âmbito do programa, respeitando os princípios éticos aplicáveis às experiências acadêmicas e extensionistas em saúde.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Auditoria Ambiental e Eficiência Energética: a Educação Interprofissional como Ferramenta de Transformação das UBS

A experiência desenvolvida no PET-Saúde Clima evidenciou que a avaliação da infraestrutura das Unidades Básicas de Saúde (UBS) constitui uma importante estratégia para identificar oportunidades de melhoria relacionadas ao consumo energético, redução de desperdícios e fortalecimento da sustentabilidade operacional. A realização de um diagnóstico ambiental participativo possibilita compreender que aspectos aparentemente administrativos, como iluminação, climatização, manutenção predial e utilização de equipamentos, apresentam impacto direto tanto sobre os custos institucionais quanto sobre a qualidade do cuidado ofertado à população. De acordo com a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2023), serviços de saúde ambientalmente sustentáveis devem incorporar medidas de eficiência energética como componente essencial da adaptação e mitigação frente às mudanças climáticas.

Durante as atividades de análise das unidades, observou-se que grande parte dos desafios relacionados ao consumo energético está associada à utilização prolongada de equipamentos eletroeletrônicos, sistemas de climatização com baixa eficiência, ausência de estratégias de monitoramento do consumo e limitações estruturais das edificações. A literatura aponta que os edifícios destinados aos serviços de saúde apresentam elevado consumo energético devido à necessidade de funcionamento contínuo, conforto térmico, conservação de insumos e manutenção de condições adequadas para assistência aos usuários (HEALTH CARE WITHOUT HARM, 2024). Dessa forma, ações como substituição gradual de equipamentos antigos, utilização racional da iluminação, manutenção preventiva e adoção de fontes renováveis podem contribuir significativamente para a redução da pegada ambiental das unidades.

Nesse processo, a Educação Interprofissional destacou-se como elemento fundamental para ampliar a compreensão sobre sustentabilidade, pois diferentes áreas contribuíram com perspectivas complementares para análise dos problemas identificados. Enquanto estudantes e profissionais da saúde relacionaram as condições ambientais da unidade ao conforto, segurança e bem-estar dos usuários, outras áreas do conhecimento contribuíram com aspectos relacionados à eficiência tecnológica, planejamento, gestão de recursos e avaliação estrutural.

DOI: 10.51189/vii-coninters/85052

Essa integração demonstra que a sustentabilidade dos serviços de saúde não pode ser compreendida como responsabilidade exclusiva de um setor específico, mas como uma construção coletiva baseada na colaboração entre diferentes saberes.

A participação dos estudantes no processo de diagnóstico ambiental favorece o desenvolvimento de competências profissionais alinhadas às demandas contemporâneas do SUS, incluindo pensamento sistêmico, capacidade de resolução de problemas complexos e responsabilidade socioambiental. Segundo Frenk et al. (2010), a formação dos profissionais de saúde precisa superar modelos fragmentados e preparar indivíduos capazes de atuar em equipes colaborativas diante de desafios globais. Nesse sentido, o PET-Saúde Clima contribui para aproximar a formação acadêmica das necessidades reais dos territórios, transformando a UBS em um espaço de aprendizagem, inovação e promoção da sustentabilidade.

Além dos benefícios ambientais, a eficiência energética apresenta impactos econômicos e sociais relevantes. A redução do consumo desnecessário de energia pode representar economia financeira para o sistema público, permitindo o direcionamento de recursos para ações assistenciais, aquisição de insumos e ampliação do acesso aos serviços. Dessa forma, a sustentabilidade operacional também se relaciona diretamente ao princípio da equidade, pois a utilização eficiente dos recursos públicos fortalece a capacidade do SUS em responder às necessidades da população.

3.2 Gestão Sustentável dos Resíduos de Serviços de Saúde e Economia Circular na Atenção Primária

A gestão sustentável dos Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) constitui um desafio relevante para as Unidades Básicas de Saúde, devido à diversidade de materiais descartados e à necessidade de práticas adequadas em todas as etapas do gerenciamento. Embora existam normas como a RDC nº 222/2018 da ANVISA, ainda são observadas dificuldades relacionadas à segregação correta, capacitação das equipes e compreensão dos impactos ambientais do descarte inadequado (ANVISA, 2018; BRASIL, 2023).

A experiência do PET-Saúde Clima evidenciou que a Educação Interprofissional fortalece a cultura de sustentabilidade ao estimular práticas baseadas na economia circular, como redução de resíduos, reutilização, reciclagem e logística reversa (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2021). Além disso, a UBS exerce papel educativo junto à comunidade, promovendo ações de conscientização ambiental e descarte responsável.

Dessa forma, a gestão sustentável dos resíduos integra o cuidado em saúde, reduz riscos ambientais e ocupacionais e contribui para um SUS mais resiliente. A formação interprofissional possibilita a construção coletiva de soluções que articulam conhecimentos técnicos, ambientais e sociais, favorecendo mudanças sustentáveis nos serviços de saúde.

3.3 A UBS como Território de Saúde Planetária: Resiliência Climática, Equidade e Formação Profissional

A incorporação da sustentabilidade ambiental na Atenção Primária amplia o conceito de cuidado em saúde ao reconhecer a relação entre condições ambientais e qualidade de vida. As Unidades Básicas de Saúde, pela proximidade com os territórios, apresentam potencial para atuar como espaços promotores da Saúde Planetária, integrando práticas sustentáveis à promoção da saúde coletiva (WHITMEE et al., 2015).

A experiência do PET-Saúde Clima evidenciou que a transformação das UBS depende da articulação entre investimentos estruturais, mudanças culturais e Educação Interprofissional, favorecendo o diálogo, a corresponsabilização e a construção coletiva de soluções sustentáveis. Além disso, fortalece a equidade em saúde ao contribuir para a proteção de populações mais vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas (OPAS, 2023).

DOI: 10.51189/vii-coninters/85052

Nesse contexto, o PET-Saúde Clima contribui para a formação de profissionais com visão sistêmica, responsabilidade socioambiental e capacidade de enfrentar desafios contemporâneos. Assim, a UBS consolida-se como um território educativo, ambiental e social, no qual a sustentabilidade representa uma estratégia fundamental para o fortalecimento do SUS e para a promoção de saúde das gerações atuais e futuras.

4 CONCLUSÃO

A sustentabilidade dos serviços de saúde constitui uma estratégia essencial diante da crise climática, especialmente na Atenção Primária à Saúde, onde as Unidades Básicas de Saúde apresentam potencial para incorporar práticas de eficiência energética, gestão adequada de resíduos e uso racional dos recursos públicos. A experiência do PET-Saúde Clima evidenciou que a Educação Interprofissional favorece a integração de diferentes saberes, promovendo uma compreensão ampliada da relação entre saúde, ambiente e sociedade.

As ações desenvolvidas, como auditorias ambientais, identificação de desperdícios, aprimoramento do gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde e incentivo à economia circular, contribuem para reduzir impactos ambientais, otimizar recursos e fortalecer a capacidade operacional do SUS. Nesse contexto, a sustentabilidade torna-se parte integrante do cuidado em saúde, promovendo ambientes mais seguros, eficientes e resilientes frente às mudanças climáticas.

O PET-Saúde Clima destaca-se como uma estratégia inovadora de integração ensino-serviço-comunidade, formando profissionais preparados para enfrentar desafios contemporâneos por meio de práticas colaborativas e sustentáveis. Conclui-se que a construção de uma Atenção Primária ambientalmente responsável depende da articulação entre formação profissional, políticas públicas e participação social, transformando as UBS em espaços promotores de saúde planetária, equidade e sustentabilidade para as presentes e futuras gerações.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 222, de 28 de março de 2018: regulamenta as boas práticas de gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde e dá outras providências**. Brasília: ANVISA, 2018.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde: orientações para serviços de saúde do Sistema Único de Saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Programa de Educação pelo Trabalho para a Saúde (PET-Saúde): integração ensino-serviço-comunidade para qualificação da formação em saúde**. Brasília: Ministério da Saúde, 2022.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Completing the picture: how the circular economy tackles climate change**. Cowes: Ellen MacArthur Foundation, 2021.

FRENK, J. et al. **Health professionals for a new century: transforming education to strengthen health systems in an interdependent world**. *The Lancet*, London, v. 376, n. 9756, p. 1923-1958, 2010.

HEALTH CARE WITHOUT HARM. **Global roadmap for health care decarbonization: a navigation tool for achieving zero emissions**. Brussels: Health Care Without Harm, 2024.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2021.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). **Sistemas de saúde resilientes ao clima e ambientalmente sustentáveis: orientações para as Américas**. Washington, D.C.: OPAS, 2023.

PROJETO HOSPITAIS SAUDÁVEIS (PHS). **Guia de sustentabilidade em estabelecimentos de saúde**. São Paulo: Projeto Hospitais Saudáveis, 2024.

WHITMEE, S. et al. **Safeguarding human health in the Anthropocene epoch: report of The Rockefeller Foundation–Lancet Commission on planetary health**. *The Lancet*, London, v. 386, n. 10007, p. 1973-2028, 2015.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Framework for action on interprofessional education and collaborative practice**. Geneva: World Health Organization, 2010.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Operational framework for building climate resilient and low carbon health systems**. Geneva: World Health Organization, 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidance for climate resilient and environmentally sustainable health care facilities**. Geneva: World Health Organization, 2025.

DOI: 10.51189/vii-coninters/85052

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

DO AMBIENTE AO PACIENTE: A CONEXÃO ENTRE CLIMA E SAÚDE

GABRIELA FURTADO NEVES; MARIANNE DANTAS FARIAS VIEIRA

Introdução: As mudanças climáticas representam um dos maiores desafios para a saúde pública global, afetando os determinantes ambientais e sociais da saúde e ampliando a ocorrência de doenças sensíveis ao clima. O aumento da temperatura média, a intensificação de eventos climáticos extremos, a degradação ambiental e a insegurança hídrica e alimentar impactam diretamente a morbimortalidade, especialmente em populações vulneráveis. **Objetivo:** Apresentar e discutir as principais evidências científicas sobre os impactos das mudanças climáticas na saúde pública, com ênfase no contexto brasileiro, destacando os desafios para o Sistema Único de Saúde (SUS) e as estratégias de adaptação e mitigação. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, fundamentada em evidências científicas nacionais e internacionais e em documentos de organismos de referência sobre mudanças climáticas e saúde. Foram abordados os principais fatores de transformação ambiental, como emissões de gases de efeito estufa, desmatamento e urbanização, bem como sua relação com os determinantes sociais da saúde, a injustiça climática e a organização dos sistemas de saúde. **Resultados:** As evidências demonstram associação entre as mudanças climáticas e o aumento da incidência de arboviroses, doenças respiratórias e cardiovasculares, além de agravos relacionados ao calor extremo, queimadas, enchentes e secas. No Brasil, os impactos apresentam distribuição desigual entre as regiões, refletindo vulnerabilidades socioeconômicas e ambientais. Observam-se desafios relacionados ao fortalecimento da vigilância em saúde, ao monitoramento de riscos, à preparação para emergências e à implementação de políticas públicas intersetoriais capazes de reduzir os efeitos das alterações climáticas sobre a população. **Conclusão:** As mudanças climáticas demandam respostas integradas que articulem saúde, meio ambiente e desenvolvimento sustentável. O fortalecimento da governança, da inovação e da capacidade adaptativa do SUS, aliado ao engajamento de gestores, profissionais de saúde e sociedade civil, é fundamental para construir sistemas de saúde mais resilientes e equitativos, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030.

Palavras-chave: **SUSTENTABILIDADE; SAÚDE; ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS**

DOI: 10.51189/vii-coninters/85081

REÚSO DE ÁGUA E SISTEMAS ALTERNATIVOS DE ABASTECIMENTO COMO ESTRATÉGIAS PARA O FORTALECIMENTO DA SEGURANÇA HÍDRICA

MARÍLIA VASCONCELLOS AGNESINI; DIOGO PEREIRA SORIA; JOÃO BATISTA FERRAREZ FINCOTI; GABRIEL RODRIGUES DE GODOY; LARISSA BARCELOS CAMPOS; JULIANA CHIARETTI NOVI; ISADORA ALVES LOVO ISMAIL

RESUMO

A crescente pressão sobre os recursos hídricos, intensificada pelas mudanças climáticas, pela urbanização e pelo aumento da demanda por água, reforça a necessidade de estratégias que ampliem a segurança hídrica e reduzam a dependência de fontes convencionais de abastecimento. Entre essas estratégias, destacam-se o reúso da água e os sistemas alternativos de abastecimento, que podem reduzir a demanda por água potável e aumentar a capacidade dos sistemas urbanos de enfrentar períodos de escassez. Este trabalho teve como objetivo discutir o potencial do reúso da água e dos sistemas alternativos de abastecimento para fortalecer a segurança hídrica no abastecimento público, considerando os princípios da economia circular da água. A pesquisa foi desenvolvida por meio de uma revisão bibliográfica narrativa, baseada na análise qualitativa de artigos científicos, normas técnicas, documentos institucionais e publicações nacionais e internacionais recentes relacionadas ao reúso de água, à captação de águas pluviais, ao reúso de águas cinzas, à recuperação de efluentes tratados e aos conceitos de gestão integrada dos recursos hídricos e *Net Zero Water*. Os estudos analisados mostram que essas tecnologias apresentam limitações quando empregadas de forma isolada. Entretanto, sua integração contribui para reduzir a demanda por água potável, diversificar as fontes de abastecimento e aumentar a segurança hídrica dos municípios. Os trabalhos revisados também mostram que a adoção dessas estratégias depende de planejamento urbano integrado, regulamentação adequada, controle sanitário e políticas públicas que incentivem sua implementação em escala municipal. Conclui-se que o reúso da água não deve ser tratado como uma solução isolada, mas como parte de uma estratégia integrada de gestão dos recursos hídricos. Quando associado a sistemas alternativos de abastecimento, pode fortalecer a segurança hídrica e contribuir para um modelo de abastecimento público mais sustentável.

Palavras-chave: economia circular; *Net Zero Water*; sustentabilidade urbana.

1 INTRODUÇÃO

A água desempenha papel central na organização das sociedades, na manutenção dos ecossistemas e na realização de atividades essenciais. Entretanto, a crescente pressão sobre os recursos hídricos representa um dos principais desafios do século XXI. O consumo mundial de água aumenta cerca de 1% ao ano e essa tendência deverá persistir até 2050, impulsionada pelo crescimento populacional, pela expansão das atividades econômicas e pelas mudanças climáticas, que intensificam a variabilidade hidrológica e comprometem a disponibilidade hídrica em diversas regiões (Mir; Nurdiawati; Al-Ghamdi, 2025; Puchol-Salort *et al.*, 2022). Embora o Brasil possua expressivas reservas de água doce, sua distribuição desigual, associada às perdas nos sistemas de abastecimento, à degradação dos mananciais e ao crescimento urbano, mostra que a segurança hídrica é determinada tanto pela disponibilidade do recurso quanto pela eficiência de sua gestão (Garrido-Baserba *et al.*, 2022; Mannina; Gulhan; Ni, 2022).

DOI: 10.51189/vii-coninters/85097

Nesse contexto, os modelos convencionais de abastecimento, baseados na lógica linear de extração, uso e descarte, são insuficientes para enfrentar os desafios atuais da gestão dos recursos hídricos. Por isso, torna-se necessário adotar estratégias que favoreçam uma gestão mais eficiente e sustentável dos recursos hídricos, em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) relacionados à água ()DS 6) e às cidades sustentáveis (ODS 11) (Rani *et al.*, 2022).

Entre essas estratégias, destacam-se o reúso da água e os sistemas alternativos de abastecimento, como o aproveitamento de águas pluviais, o reúso de águas cinzas e a recuperação de efluentes tratados. Esses sistemas permitem utilizar água de qualidade inferior em aplicações que não exigem padrão potável, preservando os mananciais e reduzindo a demanda por água tratada. Essa proposta está alinhada ao conceito de *Net Zero Water* (NZW), que busca equilibrar a retirada de água com sua captação, tratamento, reúso e devolução ao ciclo hidrológico, fundamentando-se nos princípios da economia circular da água (Joustra; Yeh, 2015; Naserisafavi; Yaghoubi; Sharma, 2022). Apesar de seu potencial, a implementação dessas tecnologias ainda enfrenta desafios técnicos, econômicos, regulatórios e sociais (Reddy *et al.*, 2023; Chilicaus *et al.*, 2025).

Este trabalho tem como objetivo discutir o reúso de água e os sistemas alternativos de abastecimento como estratégias para fortalecer a segurança hídrica no abastecimento público. Para isso, são apresentados os principais conceitos relacionados ao reúso da água, os desafios atuais da segurança hídrica e o potencial dessas tecnologias para sua aplicação em escala municipal.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho consiste em uma revisão narrativa da literatura científica sobre o reúso da água e os sistemas alternativos de abastecimento, com foco em seu potencial para fortalecer a segurança hídrica no abastecimento público. Foram consultados artigos científicos, normas técnicas, documentos institucionais e publicações nacionais e internacionais relacionadas ao tema. Os estudos foram analisados qualitativamente por meio de leitura interpretativa e síntese temática, considerando os desafios da segurança hídrica, os conceitos de reúso da água, os principais sistemas alternativos de abastecimento e suas aplicações no abastecimento público.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 A escassez hídrica impulsiona novos modelos de gestão da água

A escassez hídrica deixou de ser consequência exclusiva da limitação física dos recursos naturais, passando a refletir fatores relacionados à distribuição espacial da água, às perdas nos sistemas de abastecimento, à degradação dos mananciais e ao aumento da demanda decorrente da urbanização e das mudanças climáticas. Assim, ampliar apenas a oferta de água já não é suficiente, sendo necessário adotar modelos de gestão baseados no uso eficiente da água e na diversificação das fontes de abastecimento.

Na escala municipal e de bacia hidrográfica, destaca-se o conceito de neutralidade hídrica territorial, segundo o qual o impacto do conjunto das atividades urbanas sobre os recursos da bacia é compensado pela combinação de eficiência no uso, reúso e medidas compensatórias (Puchol-Salort *et al.*, 2022). Entretanto, a adoção desse modelo depende de fatores que vão além dos aspectos técnicos. Estudos sobre a circularidade dos sistemas hídricos urbanos mostram que barreiras técnicas, fragmentação institucional e baixa aceitação social ainda dificultam sua implementação (Chilicaus *et al.*, 2025). Assim, embora tecnicamente viáveis, essas soluções dependem de condições institucionais e sociais para substituir o modelo linear de abastecimento (Garrido-Baserba *et al.*, 2022).

DOI: 10.51189/vii-coninters/85097

3.2 O reúso da água como estratégia para a segurança hídrica

O reúso de água pode ser definido como o aproveitamento de água já utilizada em determinada atividade, com ou sem tratamento intermediário, para uma nova finalidade compatível com sua qualidade. Quanto à origem do fluxo, o reúso pode ser classificado em direto, quando o efluente tratado é conduzido de forma planejada a uma nova aplicação, e indireto, quando a água tratada retorna a um corpo hídrico ou aquífero antes de ser novamente captada a jusante (Salgot e Folch, 2018). Quanto à finalidade, o reúso não potável abrange irrigação, usos urbanos não associados ao consumo humano direto e processos industriais, enquanto o reúso potável pode ocorrer de forma indireta ou direta, conforme classificações de risco estabelecidas por diretrizes internacionais, como as da USEPA (Reddy *et al.*, 2023). Globalmente, a irrigação agrícola concentra a maior parte das aplicações de reúso, respondendo por aproximadamente 52% dos usos totais (Mannina, Gulhan e Ni, 2022).

Essa classificação orienta a aplicação do princípio do *fit-for-purpose*, segundo o qual o nível de tratamento deve ser compatível com o uso pretendido. Na prática, isso significa utilizar diferentes padrões de qualidade da água de acordo com a finalidade de uso. Assim, fontes de menor qualidade podem ser destinadas a atividades que não exigem água potável, reduzindo a pressão sobre os mananciais e preservando a água tratada para usos como ingestão, preparo de alimentos e higiene pessoal.

3.3 Sistemas alternativos de abastecimento

A redução da dependência de fontes convencionais de abastecimento passa pela integração de diferentes sistemas alternativos, cada um com características próprias de disponibilidade e usos compatíveis. A captação de água de chuva consiste na interceptação e no armazenamento da água precipitada sobre coberturas urbanas. Sua eficiência depende do regime pluviométrico local, variando entre 31% e 93%, com potencial para substituir entre 20% e 65% da demanda não potável em edificações (Liu, Chen e Zhang, 2024; Teston *et al.*, 2022). O reúso de águas cinzas aproveita efluentes de chuveiros, lavatórios e máquinas de lavar, que representam entre 50% e 80% do esgoto doméstico gerado, podendo reduzir a demanda por água potável quando destinado a descargas sanitárias e irrigação (Van de Walle *et al.*, 2023). A recuperação de efluentes tratados constitui uma fonte contínua e menos dependente da variabilidade climática. Com tratamento terciário adequado, pode reduzir a demanda por água potável em até 80%, alcançando eficiência superior a 95% na remoção de contaminantes (Mannina, Gulhan e Ni, 2022). Sistemas de drenagem urbana baseados em soluções da natureza, como biofiltros e *wetlands* construídos, também apresentam elevado desempenho, com remoção de até 95% dos sólidos totais e 85% do fósforo, além de contribuírem para o controle de alagamentos (Feng, Liu e Gao, 2022).

Cada uma dessas tecnologias apresenta vantagens e limitações próprias. Por isso, sua aplicação isolada dificilmente responde aos diferentes desafios relacionados à segurança hídrica. Quando utilizadas de forma integrada, reduzem a dependência dos sistemas convencionais e permitem adaptar as estratégias de abastecimento às condições climáticas, institucionais e econômicas de cada região. Essa integração está alinhada aos princípios do NZW, que propõe combinar diferentes fontes alternativas para reduzir a dependência dos recursos hídricos convencionais.

3.4 Economia circular e perspectivas para o abastecimento público

O conceito de *Net Zero Water* reúne estratégias como captação, tratamento, reúso e devolução da água ao ciclo hidrológico, integrando diferentes escalas de gestão, da edificação à bacia hidrográfica (Joustra e Yeh, 2015), conforme ilustrado na Figura 1. O NZW não se limita à autossuficiência hídrica. Seu objetivo é aplicar os princípios da economia circular à

gestão da água, substituindo o modelo linear de extração, uso e descarte por uma abordagem regenerativa (Rani *et al.*, 2022).

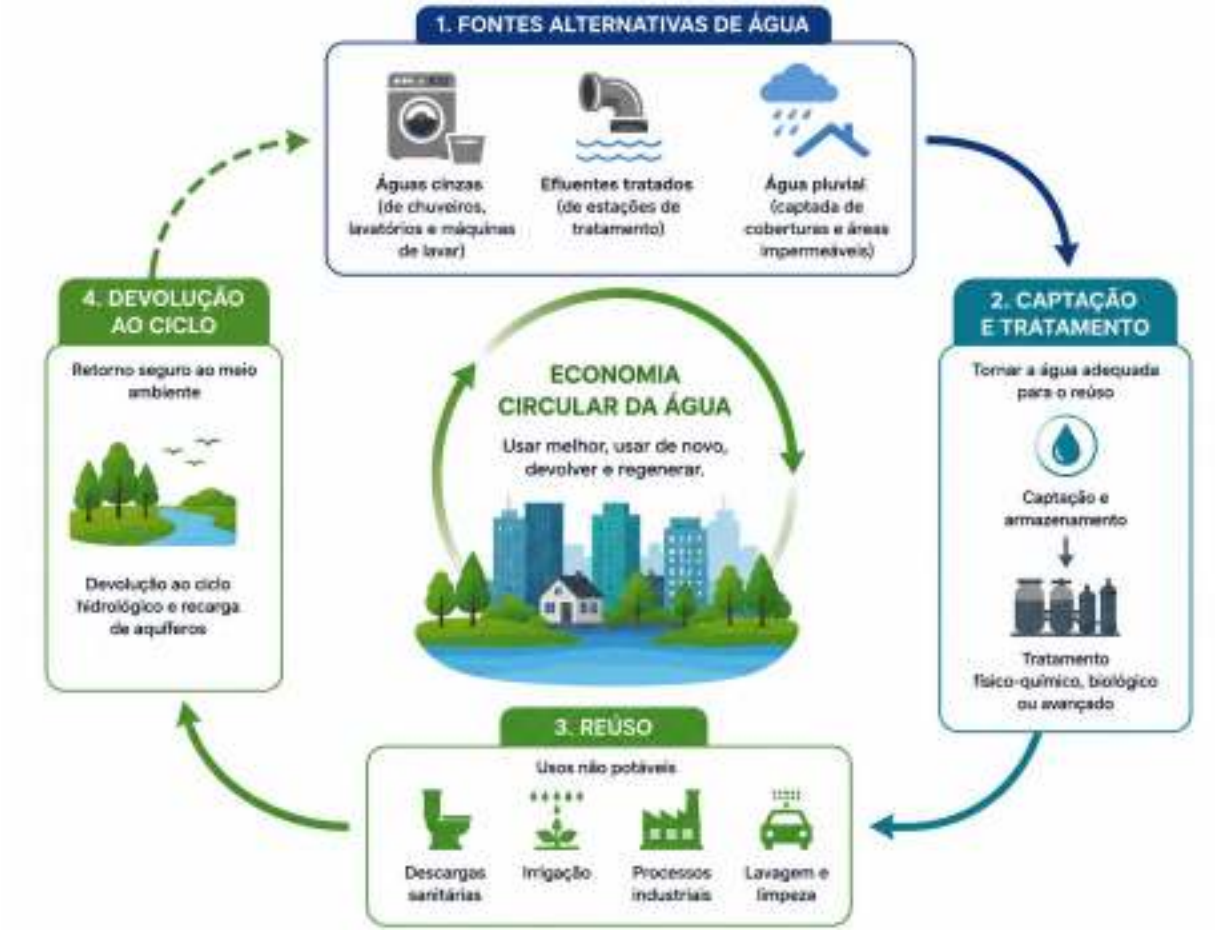


Figura 1. Modelo conceitual do *Net Zero Water* aplicado aos princípios da economia circular da água.

Quando aplicado ao abastecimento público municipal, o conceito de *Net Zero Water* deixa de representar apenas uma estratégia voltada às edificações e orientar o planejamento integrado dos sistemas urbanos de abastecimento (Puchol-Salort *et al.*, 2022). Para municípios brasileiros marcados por distribuição desigual dos recursos hídricos e por episódios recorrentes de escassez, essa integração pode reduzir a pressão sobre mananciais, diversificar as fontes de abastecimento e aumentar a segurança hídrica durante períodos de estiagem. Entretanto, a adoção desse modelo depende da existência de políticas públicas de incentivo, marcos regulatórios claros e mecanismos de controle sanitário (Rebello *et al.*, 2025). Sem esses instrumentos, sua implementação pode gerar riscos sanitários e comprometer sua aceitação pela sociedade (Chilicaus *et al.*, 2025). Dessa forma, o reúso da água deve ser incorporado às estratégias de gestão do abastecimento público, e não tratado apenas como uma alternativa complementar.

4 CONCLUSÃO

O reúso de água, quando empregado de forma isolada, não se mostrou suficiente para garantir a segurança hídrica do abastecimento público. A integração entre diferentes sistemas alternativos, orientada pelo princípio do *fit-for-purpose*, mplia as possibilidades de gestão da água ao diversificar as fontes de abastecimento e reduzir a pressão sobre os mananciais, contribuindo para a segurança hídrica dos municípios. Entretanto, a efetividade dessas soluções depende da consolidação de políticas públicas, de marcos regulatórios, de mecanismos de

controle sanitário e de planejamento integrado. No Brasil, o avanço do reúso da água depende menos de limitações tecnológicas e mais da consolidação de marcos regulatórios e de arranjos institucionais que viabilizem sua adoção em escala municipal.

REFERÊNCIAS

CHILICAUS, G. C. F.; CRUZ SALINAS, L. E.; SILVA LEÓN, P. M.; LIZARZABURU AGUINAGA, D. A.; VERA ZELADA, P.; VERA ZELADA, L. A.; LUQUE LUQUE, E. O.; LICAPA REDOLFO, R.; RAMOS FARROÑÁN, E. V. Circular economy and water sustainability: systematic review of water management technologies and strategies (2018–2024). *Sustainability*, v. 17, n. 14, p. 6544, 2025.

FENG, W.; LIU, Y.; GAO, L. Stormwater treatment for reuse: current practices and future development – a review. *Journal of Environmental Management*, v. 301, p. 113830, 2022.

GARRIDO-BASERBA, M.; BARNOSELL, I.; MOLINOS-SENANTE, M.; SEDLAK, D.; RABAEY, K.; SCHRAA, O.; VERDAGUER, M.; ROSSO, D.; POCH, M. The third route: a techno-economic evaluation of extreme water and wastewater decentralization. *Water Research*, v. 218, p. 118408, 2022.

JOUSTRA, C.; YEH, D. Framework for net-zero and net-positive building water cycle management. *Building Research & Information*, v. 43, p. 121-132, 2015.

LIU, Z.; CHEN, W.; ZHANG, J. Study on the performance temporal variation of rainwater harvesting systems based on the dynamic change of rainfall pattern and domestic water demands. *Scientific Reports*, v. 14, p. 23566, 2024.

MANNINA, G.; GULHAN, H.; NI, B. J. Water reuse from wastewater treatment: the transition towards circular economy in the water sector. *Bioresource Technology*, v. 363, p. 127951, 2022.

MIR, B. A.; NURDIAWATI, A.; AL-GHAMDI, S. G. Assessing the environmental impact of freshwater use in LCA: established practices and current methods. *Environmental Science: Water Research & Technology*, v. 11, n. 2, p. 196-221, 2025.

NASERISAFAVI, N.; YAGHOUBI, E.; SHARMA, A. Alternative water supply systems to achieve the net zero water use goal in high-density mixed-use buildings. *Sustainable Cities and Society*, v. 76, p. 103414, 2022.

PUCHOL-SALORT, P.; BOSKOVIC, S.; DOBSON, B.; VAN REEUWIJK, M.; MIJIC, A. Water neutrality framework for systemic design of new urban developments. *Water Research*, v. 219, p. 118583, 2022.

RANI, A.; SNYDER, S.; KIM, H.; LEI, Z.; PAN, S. Pathways to a net-zero-carbon water sector through energy-extracting wastewater technologies. *Clean Water*, v. 5, p. 49, 2022.

REBELLO, T. A.; MIAN, H. R.; CHHIPI-SHRESTHA, G.; HEWAGE, K.; SADIQ, R. Integrating the circular economy concept with one water approach to enhance sustainability in urban water systems: identification, selection, and ranking of key sustainability indicators. *Clean Technologies and Environmental Policy*, v. 27, p. 5183-5206, 2025.

REDDY, K. R.; KANDOU, V.; HAVRELOCK, R.; EL-KHATTABI, A. R.; CORDOVA, T.; WILSON, M. D.; NELSON, B.; TRUJILLO, C. Reuse of treated wastewater: drivers, regulations, technologies, case studies, and Greater Chicago Area experiences. *Sustainability*, v. 15, n. 9, p. 7495, 2023.

SALGOT, M.; FOLCH, M. Wastewater treatment and water reuse. *Current Opinion in Environmental Science & Health*, v. 2, p. 64-74, 2018.

TESTON, A.; SCOLARO, T.; MAYKOT, J.; GHISI, E. Comprehensive environmental assessment of rainwater harvesting systems: a literature review. *Water*, v. 14, n. 17, p. 2716, 2022.

VAN DE WALLE, A.; KIM, M.; ALAM, M. K.; WANG, X.; WU, D.; DASH, S. R.; RABAEY, K.; KIM, J. Greywater reuse as a key enabler for improving urban wastewater management. *Environmental Science and Ecotechnology*, v. 16, p. 100277, 2023.

DOI: 10.51189/vii-coninters/85097

CLEANING SYNTHETIC TEXTILE EFFLUENT WITH BIOADSORBENT *MORINGA OLEIFERA*

BRUNA RAQUEL BEZERRA FÉLIX; DANILO CARLOS DE SOUZA; RITA KÁSSIA DA SILVA; GABRIEL SOUZA DO LAGO; JOÃO FERNANDES DE SOUSA.

ABSTRACT

Disperse dyes are widely used in the textile industry, especially in the dyeing of synthetic fibers, but their low water solubility, chemical stability, and complex aromatic structures make their removal from wastewater difficult. This study evaluated the adsorptive performance of biomass obtained from *Moringa oleifera* pod husks for the removal of the disperse blue dye 2-RLS from synthetic textile effluent. The biomass was tested in natura and after three surface pretreatments: sodium hydroxide (NaOH), hydrogen peroxide (H_2O_2), and a combined NaOH/H_2O_2 treatment. Batch adsorption experiments were conducted using a 30 mg L^{-1} dye solution, and the influence of the initial pH was investigated at pH 3, 5, and 7. The samples were characterized by scanning electron microscopy to assess morphological changes caused by the treatments, while dye concentrations were monitored by UV-Vis spectrophotometry. The best results from adsorption tests were obtained at pH 3 with NaOH (2% m/v) treated biomass, which presented an adsorption capacity of approximately 1.70 mg g^{-1} and was therefore selected for kinetic study. Microscopy images indicated that the alkaline treatment removed globular surface structures and exposed additional voids and irregularities that may favor dye retention. Kinetic experiments were performed at room temperature, and the experimental data were fitted to the Weber-Morris, Elovich, pseudo-first order, and pseudo-second order models. The Weber-Morris model provided the best fit, with $R^2 = 0.97673$. However, the nonzero intercept indicated that intraparticle diffusion was not the only rate-controlling mechanism, suggesting the contribution of external mass transfer and boundary-layer diffusion. Overall, the results demonstrate that chemically treated *Moringa oleifera* biomass is a low-cost and sustainable adsorbent with potential application in the treatment of dye-containing textile effluents, although further optimization is required to improve its adsorption capacity and practical performance.

KEYWORDS: adsorption; modified *Moringa oleifera*; synthetic dye; Kinetic.

1 INTRODUCTION

The textile industry has on its market a wide variety of dispersed dyes that deserve attention due to their applicability (Guaratini; Zanoni, 2000). However, in the dye market these dyes end up causing environmental damage (Brunelli *et al.*, 2009; Guaratini; Zanoni, 2000), due to their main use in dyeing synthetic fibers such as polyester (Brunelli *et al.*, 2009).

Disperse dyes are non-ionic (non-polar) aromatic compounds, very slightly soluble in water at room temperature. Most of their chemical structure is composed of azo or anthraquinonic groups such as chromophores (Brunelli *et al.*, 2009). These groups have greater complexity due to the size of their molecules, which is in the order of 0.5 to 1 m, and require special conditions for their dyeing, such as high temperatures and the addition of other regents.

After the dyeing process, the effluent generated containing dispersed dyes form stable micellar systems in surface waters, which are transported in aqueous medium, which can

DOI: 10.51189/vii-coninters/85276

generate sediment accumulation in the soil, and consequently contaminating river channels when not treated properly (Brunelli *et al.*, 2009).

A problem is created around this situation, due to the proof of mutagenic properties in recent years due to contact with the waste left by this dye (Brunelli *et al.*, 2009). One measure taken to eliminate color in effluents generated with disperse dyes would be the use of plant biomass, such as the bark of the pods of the *Moringa oleifera* plant, where studies prove that this plant has cationic proteins, which can be used beneficially in the removal of color and other pollutants in effluents (Benettayeb *et al.*, 2024). Thus, this study aimed to evaluate the biomass produced with the bark of the pods of *Moringa oleifera* used in the removal and minimization of the color of the synthetic effluent generated with the disperse dye Blue 2-RL.

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 Materials

It used *Moringa oleifera* green beans that were collected on the central campus of the UFRN, micro perolated sodium hydroxide from the company NEON, 30 % hydrogen peroxide v/v from the Company Synth, dye blue dispersed 2-RLS from the firm Golden Technology.

2.2 Biomass treatment

Fiber in nature: the wigs were cleaned and dried and passed on a knife mill to obtain a smaller granulometry. Then they were passed into 20 mesh seals. For the experiments, the three types of biomass treatments presented below were tested. a) *Sodium hydroxide* (NaOH): the biomass was put into a 2 % (m/v) NaOH solution in a ratio of 1:20 and placed in autoclave for 1h at a temperature of 121 ºC. b) *Hydrogen peroxide* (H_2O_2): sample of moringa in nature was placed in a 7.5 % H_2O_2 solution (v/v) in a ratio of 1:20 for 6 h with slow and constant agitation at 45 ºC. c) *Sodium hydroxide + hydrogen peroxide* (NaOH + H_2O_2): a sample of moringa in nature was placed in a 50 % solution with a concentration of 2 % (m/v) NaOH plus 50 % of the 7.5 % H_2O_2 solution (v/v), in a ratio of 1:20 for 6 h on constant and moderate agitation (100 rpm) at 45 ºC. All samples were washed and filtered to neutral pH. Finally, they were dried for 24 hours at 60 ºC and peeled in 20 mesh. Adapted methodology of literature (Maryana *et al.*, 2014).

2.3 Initial adsorption tests

About 0.05 g of each produced biomass was placed in 25 mL of synthetic effluent produced at a concentration of 30 ppm of the 2-RLS dispersed blue dye. The pH of the solution was adjusted to the values of 3 (HCl 0,1 M addition), 5 (solution's normal pH) and 7 (NaOH 1 M addition). The samples were exposed for 2 h to a rotation of 150 rpm at room temperature, adapted methodology from the literature (Pallavi; King; Kumar, 2018). All biomass treatments, like these other experimental procedures and all readings performed by spectroscopy analysis in visible ultraviolet (UV–Vis), Genesys 10 S spectrophotometer were carried out in the Laboratory of Biochemical Engineering (LEB)/UFRN. All procedures were performed in duplicate.

2.4 Characterization techniques

The biomass of the sample in nature and the best result in the initial tests was characterized via electronic scanning microscopy (MEV), in the TESCAN VEGA scanning electron microscope at an acceleration voltage of 15 kV at the Cement Laboratory (LABCIM)/UFRN, with the aim of verifying the structural shape of the biomass before and after surface treatment.

2.5 Kinetic study

DOI: 10.51189/vii-coninters/85276

Batch adsorption experiment was conducted with the best parameters obtained in the initial studies. The experiments, carried out in 120 mL Erlenmeyer flasks with 25 mL of dye solution. Samples were collected in the times of 5 min, 15 min, 30 min, 1 h, 2 h, 4 h, 6 h and 12 h. After adsorption, the mixture was filtered and analyzed using a UV-VIS spectrophotometer (Nascimento *et al.*, 2020). All procedures were performed in duplicate.

The equation (1) determines the adsorption capacity for kinetic study (Nascimento *et al.*, 2020).

$$Q = \frac{(C_e - C_i)V}{m} \tag{1}$$

Here, Q: represents the amount of adsorbed dye, mg g^{-1}; C_e: equilibrium dye concentration, mg L^{-1}; C_i: initial dye concentration, mg L^{-1}; V: volume of solution, L; m: mass of the biomass used, g.

The treatment of experimental data was adjusted using the Weber-Morris (Zhang *et al.*, 2011), Elovich (Tseng; Tran; Juang, 2022), pseudo-first order (PFO) (Huang, 2022) and pseudo-second order (PSO) (Revellame *et al.*, 2020) models. Which equations (2), (3), (4) and (5) refer to each model, respectively.

$$Q_{WM} = K_d t^{0,5} + I \tag{2}$$

$$Q_E = \frac{1}{\beta}[ln\ ln\ (\alpha\beta)\ + ln(t)] \tag{3}$$

$$Q_{PFO} = q_e(1 - e^{-k_1 t}) \tag{4}$$

$$Q_{PSO} = \frac{t}{\left(\frac{1}{k_2 q_e{}^2}\right) + \left(\frac{t}{q_e}\right)} \tag{5}$$

Here, Q_i: Adsorption capacity from model *i*, mg g^{-1}; K_d: Intraparticle diffusion coefficient, mg g^{-1} $min^{0,5}$; t: Time, min; I: Diffusion resistance in the boundary layer constant, mg g^{1}; β: Desorption constant, mg g^{-1}; α: Initial adsorption rate, mg g^{-1} min^{-1}; q_e: Quantity adsorbed in balance, mg g^{-1}; k_1: Pseudo-first order adsorption rate, min^{-1}; k_2: Pseudo-second order adsorption rate g mg^{-1} min^{-1}.

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Structural characterization

Moringa oleifera has been observed in its form in natura and treated with NaOH (Fig. 1). In Figure 1A and B we see the surface of the fiber with a lot of roughness and globular particles that can be denominated as tiloses. These observed gaps can be used in the adsorption of the studied effluent. In Figure 1C and D, NaOH treatment is observed that removed the tiloses from the surface leaving more empty spaces, changing the structure of the fiber that can be used in the adsorption of the effluent generated, similar results can be found in (Filho; De, 2013).

DOI: 10.51189/vii-coninters/85276

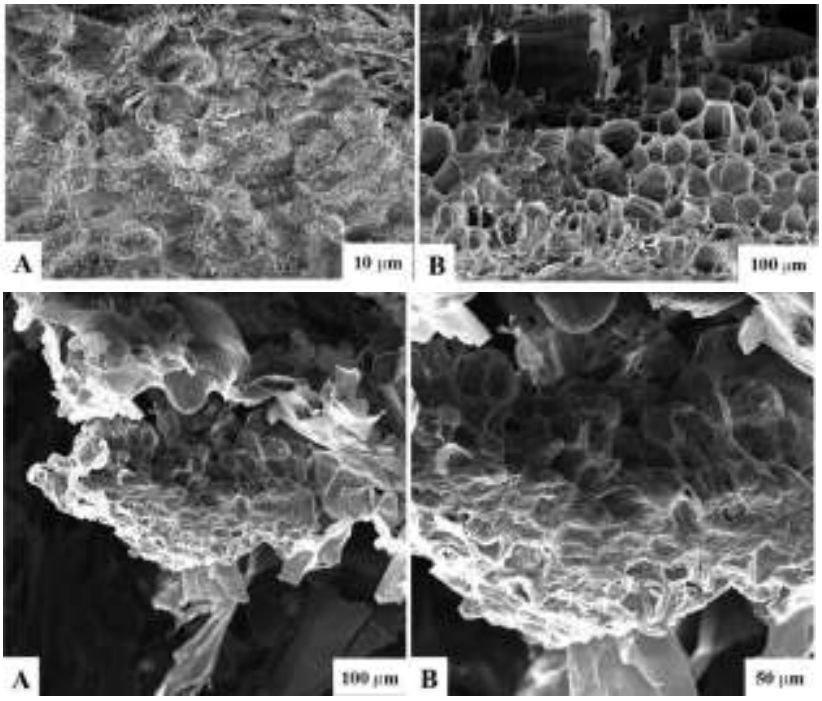


Fig. 1. MEV of the bark of the stalk of the *Moringa oleifera*, (A) in natura, (B) in natura transverse, (C) treated with NaOH 500x (D) treated with NaOH 1000x.

3.2 Initials adsorption tests

The adjustment that observed the best adsorption capacity was pH = 3 ($Q = 1.70$ mg/g for NaOH treatment) in all samples (Figure 2). This pH value is consistent with other studies present in the literature for dye, in which, the acid region provides greater adsorption capacity and, consequently, a higher percentage of removal (Balarak *et al.*, 2021). Being the biomass and pH chosen for kinetic study. For the other pH values (5 and 7), the maximum capacity values were: $Q = 0.55$ mg/g and $Q = 0.94$ mg/g, respectively.

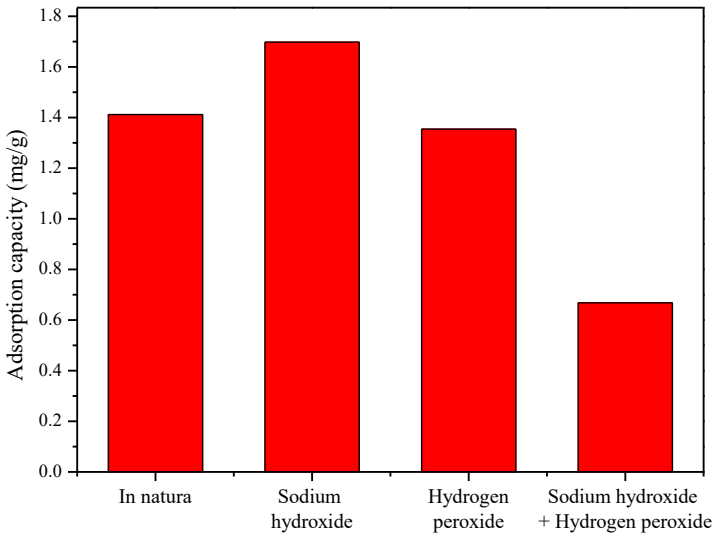


Fig. 2. initial test treated biomass.

3.2 Kinetic model

To evaluate the experimental data kinetic models (pH 3) were adjusted to assess which model best describes empirical behavior. The chart in figure 3 shows the experimental points as well as the adjusted models.

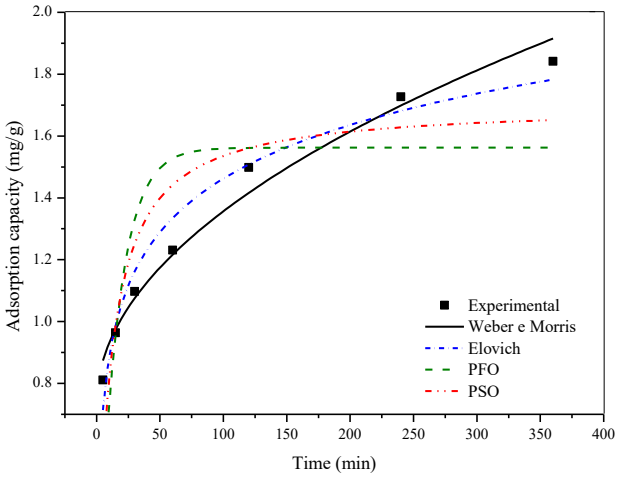


Fig 3. Kinetic adjustments.

Table 1 provides the values of the adjusted parameters for each model as well as the value of the R^2 adjustment.

Table 1. Parameters estimates and adjust R^2.

Kinetic Model	Parameter	Value
Weber-Morris	K_d	0.06223
	I	0.73434
	R^2	0.97673
Elovich	α	13.9341
	β	0.24986
	R^2	0.95965
Pseudo-first order	q_e	1.56228
	k_1	0.06351
	R^2	0.47333
Pseudo-second order	q_e	1.70096
	k_2	0.05459
	R^2	0.74631

Based on Figure 3 and the R^2 values presented in Table 1, it is possible to conclude that the Weber-Morris model provided the best fit to the experimental data, showing behavior like what was observed experimentally and achieving the highest correlation coefficient R^2 = 0.97673 among the evaluated models. Similar results were reported by (Li *et al.*, 2022). According to the Weber-Morris model, if the model's line passes through the origin ($I = 0$), the only rate-limiting step would be intraparticle diffusion. However, in the present study, obtained $I = 0.73434$, indicating that intraparticle diffusion is not the sole rate-controlling step in the adsorption process, suggesting that boundary layer diffusion (or external mass transfer) also influences the adsorption process (Zhang *et al.*, 2011).

DOI: 10.51189/vii-coninters/85276

4 CONCLUSION

This study demonstrated the efficacy of *Moringa oleifera* biomass in removing the dispersed dye Blue 2-RLS from synthetic effluents, especially after treatment with sodium hydroxide (NaOH). The experimental data showed the best adsorption capacity results of $Q =$ 1.8 mg/g for the moringa treated chemically with NaOH at pH = 3 at room temperature. Among the adjusted models, the Weber-Morris model yielded a satisfactory regression coefficient of $R^2 = 0.97673$. Thus, *Moringa oleifera* biomass emerges as a promising and sustainable solution for the treatment of effluents in the textile sector, contributing to the mitigation of environmental impacts. However, further studies should be conducted to improve the biomass capacity.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors thank the Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN) and the facilities used in this study, specifically the Laboratório de Processos Químicos Têxteis and the Laboratório de Operações Unitárias da Engenharia Química, for supporting the experiments and analyses. This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Finance Code 001 and Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERENCES

BALARAK, D.; ZAFARIYAN, M.; IGWEGBE, C. A.; ONYECHI, K. K.; IGHALO, J. O. **Adsorption of Acid Blue 92 Dye from Aqueous Solutions by Single-Walled Carbon Nanotubes: Isothermal, Kinetic, and Thermodynamic Studies**. *[s. l.]*, 2021. Disponível em: https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s40710-021-00505-3. Acesso em: 14 jul. 2026.

BENETTAYEB, A.; MASAMVU, J. M.; CHITEPO, R. M.; HADDOU, B.; SILLANPAA, M.; GHOSH, S. Facile fabrication of new bioadsorbents from Moringa oleifera and alginate for efficient removal of uranium (VI). **Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry**, v. 333, n. 5, p. 2369–2387, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10967-024-09470-1

BRUNELLI, T. F. T.; GUARALDO, T. T.; PASCHOAL, F. M. M.; ZANONI, M. V. B. Degradação fotoeletroquímica de corantes dispersos em efluente têxtil utilizando fotoanodos de Ti/TiO2. **Química Nova**, v. 32, p. 67–71, 2009. Disponível em: https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S0100-40422009000100013

FILHO, S.; DE, D. M. Obtenção e caracterização de compósitos de polipropileno com cascas das sementes de Moringa oleifera. 2013. Disponível em: http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/556122. Acesso em: 14 jul. 2026.

GUARATINI, C. C. I.; ZANONI, M. V. B. Corantes têxteis. **Química Nova**, v. 23, p. 71–78, 2000. Disponível em: https://doi.org/https://doi.org/10.1590/S0100-40422000000100013

HUANG, Y. Comments on using of "pseudo-first-order kinetic model" [Sci. Total Environ. 750 (2021) 142370, 750 (2021) 141498, 761 (2021) 143229]. **Science of The Total Environment**, v. 826, p. 154291, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154291

LI, M.; DONG, C.; GUO, C.; YU, L. Magnetic Activated Biochar Fe3O4-MOS Made from Moringa Seed Shells for the Adsorption of Methylene Blue. **Processes**, v. 10, n. 12, p. 2720, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.3390/pr10122720

MARYANA, R.; MA'RIFATUN, D.; WHENI, A. I.; SATRIYO, K. W.; RIZAL, W. A. Alkaline Pretreatment on Sugarcane Bagasse for Bioethanol Production. **Energy Procedia**, v. 47, Conference and Exhibition Indonesia Renewable Energy & Energy Conservation [Indonesia EBTKE-CONEX 2013], p. 250–254, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.01.221

NASCIMENTO, R. F. do; LIMA, A. C. A. de; VIDAL, C. B.; MELO, D. de Q.; RAULINO, G. S. C. **Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais**. *[S. l.: s. n.]. E-book*. Disponível em: http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/53271. Acesso em: 14 jul. 2026.

PALLAVI, P.; KING, P.; KUMAR, Y. P. USE OF PLANT BIOMASS FOR REMOVAL OF MALACHITE GREEN FROM AQUEOUS SOLUTION AND OPTIMIZATION USING CENTRAL COMPOSITE DESIGN (CCD). v. 11, n. 1, 2018.

REVELLAME, E. D.; FORTELA, D. L.; SHARP, W.; HERNANDEZ, R.; ZAPPI, M. E. Adsorption kinetic modeling using pseudo-first order and pseudo-second order rate laws: A review. **Cleaner Engineering and Technology**, v. 1, p. 100032, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.clet.2020.100032

TSENG, R.-L.; TRAN, H. N.; JUANG, R.-S. Revisiting temperature effect on the kinetics of liquid–phase adsorption by the Elovich equation: A simple tool for checking data reliability. **Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers**, v. 136, p. 104403, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jtice.2022.104403

ZHANG, L.; SONG, X.; LIU, X.; YANG, L.; PAN, F.; LV, J. Studies on the removal of tetracycline by multi-walled carbon nanotubes. **Chemical Engineering Journal**, v. 178, p. 26–33, 2011. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.cej.2011.09.127

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ANÁLISE MULTITEMPORAL DOS PADRÕES TÉRMICOS ASSOCIADOS AO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO EM PATO BRANCO, PARANÁ

MARCELO DA ROSA GODINHO; WALESKA IVYA SANTOS TILLWITZ; CLAUDINEI RODRIGUES DE AGUIAR

Introdução: Frente às alterações ambientais e climáticas que a humanidade tem causado aos ecossistemas, o debate sobre sustentabilidade ganhou maior relevância nos últimos anos. A rápida alteração do uso e ocupação do solo afeta diretamente a termodinâmica das paisagens, intensificando as anomalias microclimáticas. Esse assunto é especialmente relevante nas cidades de pequeno e médio porte que, no contexto brasileiro, hoje abrigam a maioria da população. **Objetivo:** Este estudo, portanto, analisou a evolução espaço-temporal da área de expansão, temperatura de superfície, da amplitude térmica e dos contrastes térmicos entre diferentes classes de uso do solo (urbanização, agricultura, solo exposto, floresta e águas), no município de Pato Branco, Paraná. **Metodologia:** Foram empregadas ferramentas de Sistema de Informação Geográfica e sensoriamento remoto a partir dos satélites Landsat 5 e 8, ao longo dos intervalos temporais de 1996, 2016 e 2025, exclusivamente no inverno para eliminar a influência da umidade do ar característica do verão e, posteriormente, comparados os resultados entre cada ano, bem como, para análise dos contrastes térmicos, tomou-se como referência a área urbanizada em relação às demais. **Resultados:** Ao longo da série histórica, a expansão urbana de aproximadamente 200%, entre 1996 e 2025, revelou forte influência da inércia térmica dos materiais antrópicos na retenção de calor. O ano de 2016 foi marcado pela redução da área de corpos hídricos e, consequentemente, foram registradas as maiores temperaturas para essa classe entre todos os períodos analisados. Em 2025, sob rigoroso inverno, a malha urbana demonstrou significativo atraso térmico pela manhã, atenuando os contrastes térmicos esperados para esse local e revelando potencial desconforto térmico sob condições de inversão de calor. **Conclusão:** Conclui-se que as mudanças no uso do solo afetam diretamente os contrastes térmicos locais. Diante disso, é fundamental que o planejamento urbano municipal adote critérios quantitativos e qualitativos bem definidos acerca da conservação de seus ecossistemas naturais, visando à sustentabilidade ambiental e, por consequência, à qualidade de vida no meio urbano.

Palavras-chave: **CLIMA URBANO; EXPANSÃO URBANA; TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE**

DOI: 10.51189/vii-coninters/85277

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE EM EMBALAGENS NA CONSOLIDAÇÃO DE UM EMPREENDIMENTO DE PERFUMARIA ARTESANAL: O CASO DA HERA PERFUMARIA

MÁRCIA FERREIRA HIRANOBE; MAYRA AGNELIZY DA SILVA; CARLOS TOSHIYUKI HIRANOBE; FRANCISCO BARBOSA DO NASCIMENTO FILHO

Introdução: A Hera Perfumaria é um empreendimento de produção artesanal de perfumes finos e sabonetes, localizado no distrito de Primavera, em Rosana/SP. Ainda em fase de consolidação, a empresa atua no segmento premium de cosméticos, oferecendo fragrâncias inspiradas na alta perfumaria internacional e buscando aliar qualidade, identidade regional e responsabilidade socioambiental. O crescimento do mercado de cosméticos artesanais tem impulsionado pequenos negócios a incorporar práticas sustentáveis em seus processos produtivos, especialmente quanto ao uso e ao descarte de embalagens. **Objetivo:** Este trabalho tem como objetivo relatar a experiência de consolidação da Hera Perfumaria, com destaque para as práticas sustentáveis adotadas na gestão das embalagens, visando reduzir impactos ambientais e agregar valor à marca em formação. **Relato de caso/experiência:** A Hera Perfumaria encontra-se em processo de estruturação de um laboratório próprio para ampliar sua capacidade produtiva, atualmente em torno de 150 perfumes e 250 sabonetes por mês. Nessa fase inicial, a empresa vem priorizando a adoção de embalagens e sacolas de origem reciclada para o transporte e a apresentação dos produtos aos clientes, reduzindo o uso de materiais virgens. Os perfumes são envasados em frascos de vidro, escolhidos pela durabilidade e pela possibilidade de higienização e reaproveitamento, incentivando os consumidores a devolverem os recipientes para reutilização em novos envases, prática alinhada aos princípios da economia circular. As tampas dos frascos são de plástico biodegradável, reduzindo o tempo de decomposição frente aos plásticos convencionais e minimizando o impacto ambiental do descarte. Essas ações vêm sendo incorporadas gradualmente à rotina produtiva, ainda em fase de consolidação, e integram a estratégia de posicionamento de marca junto ao público local e turístico do Balneário de Rosana, que valoriza produtos artesanais com apelo sustentável. **Conclusão:** A experiência da Hera Perfumaria demonstra que, mesmo em fase inicial de consolidação, é possível estruturar um empreendimento de perfumaria artesanal alinhado a práticas sustentáveis, por meio de embalagens recicladas, do reaproveitamento de frascos de vidro e da adoção de tampas biodegradáveis. Tais iniciativas contribuem para a redução de resíduos, fortalecem a identidade da marca e representam um caminho viável para pequenos negócios que buscam conciliar crescimento econômico e responsabilidade ambiental.

Palavras-chave: **ECONOMIA CIRCULAR; EMBALAGENS SUSTENTÁVEIS; PERFUMARIA ARTESANAL;**

DOI: 10.51189/vii-coninters/85344

MOVIMENTOS SOCIAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL: PROMOÇÃO DA JUSTIÇA SOCIAL, DA PARTICIPAÇÃO CIDADÃ E DA SUSTENTABILIDADE

CLÁUDIO ALENCAR; REGINA ANDRADE SILVA; VANDERLÉIA DE LIRA LOPES; AURIÉLIA COELHO ISAQUE FLORIANO; CICERO MARIANO NETO; LUCIENE ANTÔNIA DE OLIVEIRA TAVEIRA; MARIA LÚCIA DE OLIVEIRA BARBOSA.

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo descrever a importância dos movimentos sociais para o desenvolvimento sustentável, destacando seu papel na promoção da justiça social, da participação cidadã e da construção de sociedades mais sustentáveis. A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza descritiva, desenvolvida por meio de Revisão Sistemática de Literatura (RSL), possibilitando a análise crítica de produções científicas que abordam a relação entre movimentos sociais e desenvolvimento sustentável. A partir da seleção e análise dos estudos, os resultados foram organizados em quatro eixos temáticos: desenvolvimento sustentável e movimentos sociais: fundamentos e articulação; atuação dos movimentos sociais na promoção da justiça social; movimentos sociais, economia solidária e construção de alternativas sustentáveis; e sustentabilidade, educação e mobilização social como estratégias de transformação. Os achados evidenciaram que os movimentos sociais desempenham papel estratégico na articulação entre sociedade civil e Estado, contribuindo para a defesa de direitos, o fortalecimento da participação democrática e a ampliação da cidadania. Além disso, promovem práticas baseadas na cooperação, na solidariedade e na economia solidária, favorecendo a construção de modelos de desenvolvimento mais inclusivos e sustentáveis. Verificou-se, ainda, que a educação crítica e os processos de mobilização social fortalecem a conscientização coletiva, impulsionam a participação social e ampliam as possibilidades de implementação de políticas públicas voltadas à sustentabilidade. Conclui-se que os movimentos sociais constituem agentes fundamentais para a consolidação do desenvolvimento sustentável, uma vez que articulam ações coletivas capazes de promover justiça social, inclusão, preservação ambiental e alternativas econômicas sustentáveis. Dessa forma, sua atuação fortalece processos de transformação social, amplia a participação cidadã e contribui para a efetivação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), evidenciando a importância da mobilização coletiva na construção de sociedades mais justas, democráticas e ambientalmente responsáveis.

Palavras-Chave: Ação coletiva; Engajamento cívico; Participação social.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável configura-se como um dos principais paradigmas contemporâneos voltados à promoção do equilíbrio entre crescimento econômico, justiça social e preservação ambiental, sendo amplamente difundido no contexto da Agenda 2030 e seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (ONU, 2025).

O desenvolvimento sustentável é compreendido para além de uma perspectiva econômica, incorporando práticas sociais e coletivas que valorizam formas alternativas de organização da sociedade e de relação com o meio ambiente (Pereira; Zitkoski, 2024).

DOI: 10.51189/vii-coninters/85443

Nesse cenário, os movimentos sociais assumem papel fundamental na mediação entre sociedade civil e Estado, atuando na reivindicação de direitos, na ampliação da participação democrática e na promoção de transformações sociais. A relação entre essas duas dimensões revela-se estratégica, uma vez que os movimentos sociais contribuem para a construção de práticas mais inclusivas, equitativas e ambientalmente responsáveis.

Apontando a problemática da pesquisa: Qual importância dos movimentos sociais para o desenvolvimento sustentável destacando seu papel na promoção da justiça social, da participação cidadã e da construção de sociedades mais sustentáveis?

Os movimentos sociais desempenham papel fundamental como agentes do desenvolvimento sustentável, promovendo ações coletivas que articulam aspectos sociais, econômicos e ambientais (Zart, 2024).

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo descrever a importância dos movimentos sociais para o desenvolvimento sustentável destacando seu papel na promoção da justiça social, da participação cidadã e da construção de sociedades mais sustentáveis.

A pesquisa caracteriza-se como bibliográfica, por meio de Revisão Sistemática de Literatura (RSL), uma vez que foi desenvolvida a partir de materiais já elaborados, como livros, artigos científicos e publicações acadêmicas, permitindo a análise e a discussão teórica sobre a temática abordada (Gil, 2026).

Justifica-se a realização deste estudo pela relevância dos movimentos sociais na promoção de práticas voltadas à sustentabilidade, à justiça social e à participação cidadã, contribuindo para a compreensão de seu papel na construção de sociedades mais inclusivas e ambientalmente responsáveis.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de abordagem descritiva, desenvolvida por meio de Revisão Sistemática de Literatura (Gil, 2026), com o objetivo de analisar estudos sobre desenvolvimento sustentável, movimentos sociais, justiça social, alternativas econômicas sustentáveis e educação para a mobilização social.

Quadro 01: Protocolo de Revisão Sistemática de Literatura

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

DOI: 10.51189/vii-coninters/85443

A partir dos dados coletados por meio deste protocolo, as discussões foram organizadas em quatro eixos temáticos, correspondentes aos tópicos desenvolvidos ao longo do trabalho, permitindo discutir a importância e as contribuições do desenvolvimento sustentável em articulação com os movimentos sociais, em consonância com o objetivo da pesquisa. A metodologia adotada possibilitou uma análise crítica e integrada da produção científica existente, contribuindo para a compreensão das relações entre desenvolvimento sustentável e movimentos sociais no contexto contemporâneo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados e as discussões foram organizados em quatro eixos temáticos, contemplando a relação entre desenvolvimento sustentável e movimentos sociais sob as perspectivas da justiça social, das alternativas econômicas sustentáveis, da educação e da mobilização social. Esses eixos foram definidos a partir da análise dos estudos selecionados na Revisão Sistemática de Literatura (RSL), considerando a recorrência e a relevância das abordagens identificadas, o que possibilitou sistematizar as principais convergências teóricas e contribuições científicas sobre a temática.

Quadro 02: Artigos e documentos científicos selecionados por meio do RSL

Título	Distribuição, características e contribuição do estudo
A resistência dos movimentos socioambientais femininos como alternativa de sustentabilidade	O estudo voltado aos movimentos socioambientais femininos, com abordagem qualitativa, destaca o protagonismo das mulheres na resistência social e na construção de práticas sustentáveis e inclusivas.
Desenvolvimento sustentável: perspectivas e desafios para a sociedade moderna	Estudo de caráter teórico, com enfoque nas perspectivas e desafios do desenvolvimento sustentável, contribui ao discutir limites e possibilidades da sustentabilidade na sociedade.
Movimentos sociais e desenvolvimento sustentável	Estudo teórico com enfoque nos movimentos sociais, evidencia a atuação coletiva como elemento fundamental na promoção de práticas sustentáveis e transformação social.
Meta 8.5 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU	Estudo analítico baseado na Agenda 2030, aborda a meta 8.5, contribui ao relacionar trabalho digno, solidariedade e desenvolvimento sustentável no contexto das políticas sociais.
Ensino, pesquisa e extensão	Estudo aplicado na área educacional, destaca a integração entre ensino, pesquisa e extensão, contribuindo para a promoção do desenvolvimento sustentável por meio da formação crítica.
Desenvolvimento sustentável	Estudo teórico-conceitual, analisa o conceito de desenvolvimento sustentável, contribui ao ampliar o debate incorporando dimensões éticas e contemporâneas.
Instituições sociais e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável	Estudo de abordagem institucional, analisa o papel das instituições sociais, contribui ao evidenciar sua importância na implementação dos Obj. de Desenvolvimento Sustentável.
A sustentabilidade na perspectiva do bem viver	Estudo teórico-crítico, propõe a perspectiva do bem viver, contribui ao ampliar a compreensão da sustentabilidade para além do modelo tradicional de desenvolvimento.
Os movimentos sociais e os novos arranjos socioprodutivos	Estudo sobre movimentos sociais e organização produtiva, contribui ao evidenciar a construção de arranjos socioprodutivos sustentáveis e inovadores.
Social movements and the 2030 Agenda	Estudo analítico, examina a relação entre movimentos sociais e Agenda 2030, contribui ao demonstrar a articulação entre mobilização social e os obj. de desenvolvimento sustentável.
Desenvolvimento sustentável e mudança institucional	Estudo de revisão de literatura, analisa mudanças institucionais, contribui ao relacionar des. sustentável com transformações nas estruturas sociais e políticas.
Modos de desenvolvimento, movimentos sociais e economia solidária	Estudo analítico sobre ações coletivas, contribui ao evidenciar o papel dos movimentos sociais na construção de alternativas econômicas baseadas na economia solidária.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2026)

DOI: 10.51189/vii-coninters/85443

A partir dos dados obtidos por meio do Protocolo de Revisão Sistemática de Literatura (RSL) procede-se à discussão dos resultados, iniciando-se pelo tópico Desenvolvimento sustentável e movimentos sociais: fundamentos e articulação, seguido dos três eixos temáticos definidos no estudo.

- **Desenvolvimento sustentável e Movimentos sociais: Fundamentos e Articulação**

O desenvolvimento sustentável é compreendido como um modelo que busca integrar crescimento econômico, inclusão social e preservação ambiental. Trata-se de um conceito amplo, que envolve diferentes dimensões do desenvolvimento humano e exige equilíbrio entre elas, essa perspectiva ultrapassa a lógica puramente econômica e incorpora preocupações sociais e ambientais no processo de desenvolvimento (Oliveira; Gentil, 2024).

Os movimentos sociais são entendidos como formas coletivas de organização da sociedade civil, atuando na defesa de direitos, na ampliação da participação social e na promoção de transformações estruturais (Pereira; Zitkoski, 2024).

A articulação do desenvolvimento sustentável e movimentos sociais é evidenciada nos estudos dos autores Silva e Gonçalves (2024) e Pereira e Zitkoski (2024) que descreve que a relação entre esses dois conceitos ocorre de maneira complementar, os movimentos sociais contribuem para a efetivação do desenvolvimento sustentável por meio da mobilização social e da pressão por políticas públicas mais inclusivas, que destacam a importância da participação social para a consolidação da sustentabilidade.

Essas práticas fortalecem iniciativas voltadas à sustentabilidade e ampliam o alcance das transformações sociais, contribuindo para a construção de alternativas ao modelo tradicional de desenvolvimento, incentivando práticas baseadas na cooperação, na solidariedade e na justiça social (Gonzalez; Costa; Signor, 2020).

Dessa forma, os autores Pozzer Silveira (2024) e Salles *et al.* (2024) descrevem as possibilidades de organização econômica e social de maneira mais sustentável, como a atuação dos movimentos sociais reforça processos de mudança estrutural, e que eles não apenas reivindicam direitos, mas também constroem soluções concretas para os desafios sociais e ambientais.

- **Desenvolvimento sustentável e atuação dos movimentos sociais na promoção da justiça social**

O desenvolvimento sustentável pode ser compreendido como um modelo que busca integrar crescimento econômico, inclusão social e preservação ambiental, enquanto os movimentos sociais se configuram como formas coletivas de organização voltadas à reivindicação de direitos e transformação social; nesse sentido, a relação entre ambos se estabelece na promoção da justiça social como elemento central da sustentabilidade (Perlin *et al.*, 2024).

Os autores Lins e Santiago (2024) descrevem que os movimentos sociais desempenham papel fundamental na articulação entre desenvolvimento sustentável e justiça social, ao promoverem a participação coletiva e a defesa de direitos, contribuindo para a construção de práticas mais inclusivas e sustentáveis.

Conforme os autores Silva e Gonçalves (2024), o desenvolvimento sustentável está diretamente relacionado a mudanças institucionais que possibilitem maior equidade social e participação democrática, evidenciando que a sustentabilidade depende da reorganização das estruturas sociais e políticas.

Em diálogo com essa perspectiva, os autores Perlin *et al.* (2024) destacam que as instituições sociais e a participação coletiva são fundamentais para a implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, consolidando as agendas alinhadas à

sustentabilidade, especialmente ao promoverem pautas relacionadas à equidade, direitos humanos e inclusão social.

- **Movimentos sociais, economia solidária e construção de alternativas sustentáveis**

O desenvolvimento sustentável também envolve a construção de modelos econômicos mais justos e inclusivos, enquanto os movimentos sociais atuam na criação de práticas coletivas baseadas na cooperação e na solidariedade; dessa forma, a relação entre ambos se manifesta na consolidação de alternativas econômicas sustentáveis (Zart, 2024).

Os movimentos socioambientais, especialmente aqueles protagonizados por mulheres, têm se destacado na promoção de práticas sustentáveis, economia solidária e na resistência às desigualdades sociais e ambientais, evidenciando a importância da atuação coletiva na construção de alternativas sustentáveis (Braga; Ramos; Milani e Silva, 2023).

O autor Zart (2024) descreve que os movimentos sociais desempenham papel central na formação de novos modos de desenvolvimento, especialmente por meio de práticas como a economia solidária, que articula dimensões econômicas, sociais e culturais.

Nessa mesma direção, o autor Pozzer Silveira (2024) destaca que os movimentos sociais contribuem para a construção de arranjos socioprodutivos inovadores, incorporando tecnologias e práticas que fortalecem a sustentabilidade e a inclusão social.

Além disso, o estudo sobre a meta 8.5 dos ODS (Metz; Reis, 2024) evidencia que a promoção do trabalho digno e da solidariedade econômica é essencial para o desenvolvimento sustentável, sendo frequentemente impulsionada por mobilizações sociais.

Os autores Pozzer Silveira (2024) e Zart (2024) corroboram que os movimentos sociais não apenas reivindicam direitos, mas também constroem alternativas concretas de desenvolvimento, contribuindo para a consolidação de modelos econômicos mais sustentáveis e socialmente justos.

- **Sustentabilidade, educação e resistência social como estratégias de transformação**

O desenvolvimento sustentável está diretamente relacionado à formação de uma consciência crítica e à transformação das práticas sociais, enquanto os movimentos sociais atuam como espaços de mobilização, resistência e produção de conhecimento; nesse contexto, a relação entre ambos se evidencia na promoção de processos educativos e na construção de estratégias de transformação social.

Conforme os autores Ortiz, Souza e Silva (2024), ações integradas de ensino, pesquisa e extensão são fundamentais para promover avanços no desenvolvimento sustentável, destacando o papel da educação na formação de sujeitos conscientes e comprometidos com a sustentabilidade.

A sustentabilidade, articulada à educação crítica e às práticas de resistência social, constitui-se como estratégia fundamental de transformação, na medida em que fortalece a consciência coletiva e potencializa a atuação dos movimentos sociais na construção de sociedades mais justas e ambientalmente responsáveis (Lins; Santiago, 2024).

Os movimentos socioambientais femininos destacam-se como importantes formas de resistência social, articulando pautas de sustentabilidade, justiça social e equidade de gênero, essas iniciativas evidenciam que a atuação coletiva pode gerar alternativas sustentáveis, fortalecendo práticas sociais mais inclusivas e comprometidas com a transformação socioambiental (Braga; Ramos; Milani e Silva, 2023).

Em consonância com essa perspectiva, Braga, Ramos e Milani e Silva (2023) evidenciam que movimentos socioambientais, especialmente aqueles protagonizados por grupos sociais específicos, atuam como formas de resistência e construção de alternativas sustentáveis.

DOI: 10.51189/vii-coninters/85443

Os autores Salles *et al.* (2024) reforçam que os movimentos sociais desempenham papel essencial na articulação entre conhecimento, mobilização e ação política, contribuindo para a implementação da Agenda 2030.

A partir dessa articulação teórica, compreende-se que a educação e a mobilização social constituem elementos centrais para o desenvolvimento sustentável, sendo os movimentos sociais protagonistas na formação de uma consciência crítica e na promoção de mudanças estruturais na sociedade.

4 CONCLUSÃO

Os movimentos sociais atuam como agentes fundamentais na promoção da justiça social, sendo indispensáveis para a efetivação do desenvolvimento sustentável em contextos marcados por desigualdades estruturais. Evidenciou-se que a articulação entre mobilização social, participação cidadã e práticas sustentáveis contribui significativamente para a construção de sociedades mais justas, inclusivas e ambientalmente responsáveis.

Os movimentos sociais não apenas reivindicam direitos, mas também propõem e implementam alternativas concretas de desenvolvimento sustentável, fortalecendo iniciativas baseadas na cooperação, na solidariedade e na sustentabilidade.

Cabe destacar que os movimentos sociais estão diretamente associados à atuação do desenvolvimento sustentável, uma vez que essas organizações coletivas atuam na promoção da justiça social, da participação democrática e da construção de alternativas sustentáveis capazes de enfrentar desigualdades sociais, econômicas e ambientais presentes na sociedade contemporânea.

A análise dos resultados e discussões evidenciou, a partir dos estudos de Braga et al. (2023), Lins e Santiago (2024), Pereira e Zitkoski (2024), Pozzer Silveira (2024), Salles et al. (2024), Zart (2024), Silva e Gonçalves (2024) e Perlin et al. (2024), que os movimentos sociais exercem papel estratégico na consolidação do desenvolvimento sustentável ao promoverem participação social, fortalecimento da justiça social, construção de alternativas econômicas solidárias e implementação de práticas sustentáveis articuladas às demandas ambientais, sociais e institucionais presentes na sociedade contemporânea.

A análise evidenciou que a relação entre movimentos sociais e desenvolvimento sustentável se estabelece de forma integrada, na qual a mobilização coletiva, a atuação institucional e a produção de conhecimentos críticos contribuem para a consolidação de práticas voltadas à equidade social, à preservação ambiental e à construção de alternativas econômicas mais inclusivas, fortalecendo processos de transformação social em diferentes contextos.

Demonstraram que as iniciativas de mobilização coletiva, resistência social, educação crítica e organização socioprodutiva contribuem significativamente para a efetivação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, evidenciando que a integração entre movimentos sociais, políticas públicas, instituições sociais e práticas educativas fortalece a justiça social, amplia a participação cidadã e impulsiona a construção de modelos de desenvolvimento mais sustentáveis, democráticos e socialmente justos.

Por fim, compreende-se que o fortalecimento dessas organizações e de suas ações é essencial para a consolidação de políticas públicas eficazes e para o avanço dos princípios do desenvolvimento sustentável na sociedade contemporânea.

REFERÊNCIAS

BRAGA, F.; RAMOS, C. V.; MILANI E SILVA, A. C. A resistência dos movimentos socioambientais femininos como alternativa de sustentabilidade**. Revista Videre**, 2023.

GONZALEZ, A. C.; COSTA, M. L.; SIGNOR, A. Desenvolvimento sustentável: perspectivas e desafios para a sociedade moderna. **International Journal of Environmental Resilience Research and Science,** [S. l.], v. 2, n. 2, 2020.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 8. ed. Barueri [SP]: Atlas, 2026.

LINS, L. S. C.; SANTIAGO, A. M. dos S. Movimentos sociais e desenvolvimento sustentável. **Revista Ambiente e Sociedade.** Editora Científica Digital, 2024.

METZ, L. I.; REIS, J. R. Meta 8.5 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU à luz da solidariedade. **Revista Direitos, Trabalho e Política Social (RDTPS)**, 2024.

ORTIZ, T. A.; SOUZA, S. G. H.; SILVA, F. P. Ensino, pesquisa e extensão: ações para implementar avanços no desenvolvimento sustentável**. Revista em Extensão,** 2024.

OLIVEIRA, M. L. G.; GENTIL, B. G. Desenvolvimento sustentável: em busca de um conceito. **Biotecnologia, Inteligência Artificial e Saúde: diálogos (bio)éticos em um mundo em crise.** v. 14 n. 02 (2024).

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando nosso mundo:** A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel. Acesso em: 6 maio 2026.

PERLIN, A. P. et al. Instituições sociais e os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. **Ciências Sociais Aplicadas em Revista**, 2024. Disponível em: https://e-revista.unioeste.br/index.php/csaemrevista/article/view/32848. Acesso em: 06 abr. 2026.

PEREIRA, V. A.; ZITKOSKI, J. J. A sustentabilidade na perspectiva do bem viver: um olhar para além do desenvolvimento sustentável. **ETD - Educação Temática Digital**, 2024. Disponível em: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/etd/article/view/8672124 Acesso em: 09 abr. 2026.

POZZER SILVEIRA, S. M. Os movimentos sociais e os novos arranjos socioprodutivos. **Extensão Tecnológica**, 2024. Disponível em: https://www.publicacoes.ifc.edu.br/index.php/RevExt/article/view/5475. Acesso em: 07 abr. 2026.

SALLES, D. M. Social movements and the 2030. Agenda: the correlation between the progressist agendas and the Sustainable Development Goals. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, 2024.

SILVA, M. V. A.; GONÇALVES, P. C. Desenvolvimento sustentável e mudança institucional: uma revisão de literatura dos efeitos da agenda internacional. **Cadernos do Desenvolvimento**, 2024.

ZART, L. L. Modos de desenvolvimento, movimentos sociais e economia solidária: análise de ações coletivas nos processos de formação social. **Revista de Estudos Sociais**, 2024.

SENTINELA DAS ÁGUAS: SABERES TRADICIONAIS, CONFLITOS EXTRATIVISTAS E A LUTA PELA JUSTIÇA CLIMÁTICA NA SERRA DA CANASTRA

SOLANGE CRISTIAN FERREIRA COSTA, STEFAN WILSON D'AMATO

RESUMO

A Serra da Canastra (MG), nó regulador hídrico e espaço estratégico de relevância continental, vivencia uma intensa disputa ontológica entre territorialidades tradicionais e a expansão do modelo extrativista. Sob a perspectiva da Ecologia Política e da Justiça Climática, este estudo analisa os conflitos socioambientais enfrentados pela região diante do "Consenso das Commodities" e do avanço predatório do Capitaloceno. A metodologia adota uma abordagem qualitativa e interdisciplinar, integrando a análise geoespacial do MapBiomas (Coleção 8, 1985–2023), dados do IPCC (2023), pesquisa documental do Plano de Manejo do Parque Nacional (ICMBio) e da ADPF 708 (STF), com a Análise Crítica do Discurso (Fairclough, 2003) e relatos fenomenológicos de mestres queijeiros. Os resultados apontam que a mineração de quartzito provocou a perda de 15% dos campos rupestres, afetando a retenção da "esponja" do Cerrado, reduzindo a resiliência hídrica regional em até 20% e gerando uma decapitação orográfica que compromete as bacias dos rios São Francisco e Paraná. Paralelamente, o aparato sanitário estatal atua como um funil coercitivo ao desconsiderar a simpoiese e o valor microbiológico do "pingo", promovendo um epistemicídio econômico que marginaliza o produtor tradicional. Na Gleba 2 (130 mil hectares), a insegurança fundiária expõe o bioma ao extrativismo, sendo o Capital Social articulado por associações como a APROCAN a principal salvaguarda comunitária. Conclui-se que a preservação da Canastra exige a transição para uma Ética da Regeneração Territorial e a promoção da Justiça Cognitiva. Essa mudança requer o reconhecimento do território como sujeito de direitos, em consonância com o Bem Viver, e a valoração do saber queijeiro artesanal não como risco, mas como ciência viva de adaptação climática e tecnologia de futuro. A regularização fundiária e o fortalecimento dos produtores revelam-se imperativos para garantir a permanência das autênticas sentinelas na salvaguarda perene do "Berço das Águas".

Palavras-chave: Ecologia Política; Justiça Climática; Bem Viver.

1 INTRODUÇÃO

A Serra da Canastra, complexo orográfico situado no sudoeste de Minas Gerais, transcende a categoria de mera unidade de conservação para configurar-se como um território vivo e um nó regulador hídrico de importância estratégica continental. Reconhecida como o "Berço das Águas", a região sustenta fluxos metabólicos essenciais que alimentam as bacias do Rio São Francisco e do Rio Paraná. Os campos rupestres que compõem a paisagem da Canastra atuam como uma verdadeira infraestrutura ecológica natural, cuja alta permeabilidade e capacidade de retenção hídrica funcionam como uma "esponja" fundamental para a regulação do clima e o abastecimento de múltiplos estados brasileiros. Todavia, este ecossistema se

DOI: 10.51189/vii-coninters/85661

encontra sob o cerco de uma racionalidade extrativista que promove a ruptura metabólica entre a sociedade e a natureza, subordinando a reprodução da vida à acumulação de capital. Este fenômeno materializa o que Svampa (2019) define como o *Consenso das Commodities*, uma reconfiguração do Estado e da economia que reduz territórios de alta complexidade socioambiental a simples pontos de extração para o mercado global.

Nesse cenário, a disputa pela Canastra não se restringe às dimensões física ou jurídica; trata-se de um embate ontológico fundamental. De um lado, impõe-se a lógica do Capitaloceno, caracterizada pelo esgotamento hídrico, pela destruição do bioma e pela exaustão mineral; de outro, emerge a resiliência do paradigma do Bem Viver. Como aponta Acosta (2016), o Bem Viver não se apresenta como uma alternativa de desenvolvimento, mas como uma alternativa ao desenvolvimento, alicerçada no valor intrínseco da natureza e na simbiose cultural entre as comunidades e seu entorno. A degradação desse ecossistema transcende o âmbito local, configurando um risco socioambiental de escala nacional e regional que ameaça a própria reprodução da vida no Cerrado.

Sob a lente da Ecologia Política, este capítulo parte da premissa de que a preservação ambiental é indissociável da Justiça Cognitiva, na medida em que a sustentabilidade dos territórios depende do reconhecimento e da valorização de saberes plurais (Santos, 2010; 2019). Em outros termos, resguardar a Serra exige confrontar o epistemicídio técnico institucionalizado, reconhecendo que os saberes tradicionais canastreiros e queijeiros constituem ciências vivas e tecnologias de resistência capazes de oferecer respostas à crise climática que a monocultura do saber científico tende a ignorar.

Metodologicamente, a pesquisa ampara-se em uma abordagem interdisciplinar de caráter crítico-analítico. Além da presente introdução, segue-se com a investigação dos saberes canastreiros, reconhecendo o produtor tradicional como sentinela das águas e a produção artesanal como infraestrutura biocultural e tecnologia de futuro. Na sequência, propõe-se uma Ética da Regeneração Territorial como síntese que reivindica o cuidado com o Comum e a justiça intergeracional pela soberania do território. Por fim, a reflexão direciona-se ao delineamento de caminhos para uma governança decolonial, buscando tecer o amanhã na Canastra.

Ressalta-se que a relevância deste estudo é acentuada pela escassez de produções científicas que articulem, de forma integrada, o saber queijeiro tradicional à categoria de sentinela ambiental no contexto da justiça climática, preenchendo, assim, uma lacuna crítica na literatura sobre a região e fornecendo subsídios teóricos para a formulação de políticas públicas verdadeiramente emancipatórias.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa adota uma abordagem qualitativa e interdisciplinar fundamentada na perspectiva da Ecologia Política, compreendendo o território como um espaço dinâmico permeado por disputas de poder, valorações culturais e relações entre sociedade e natureza (Martinez-Alier, 2007). Sob essa abordagem, a investigação de conflitos socioambientais exige superar as métricas estritamente econômicas e produtivistas para incorporar as diversas linguagens de valoração das comunidades que habitam e salvaguardam o bioma.

O procedimento metodológico estruturou-se em três etapas complementares, a primeira, Análise Geoespacial e Diagnóstico Climático: Levantamento e processamento de dados secundários de alta resolução sobre uso e cobertura do solo do Projeto MapBiomas (Coleção 8, abrangendo a série histórica de 1985 a 2023) na região da Serra da Canastra. O foco esteve na avaliação da taxa de supressão e degradação da vegetação nativa (campos rupestres) decorrente da expansão da mineração de quartzito e do agronegócio. Esses dados foram correlacionados às projeções e cenários do Relatório Síntese do Painel Intergovernamental sobre Mudança do

Clima (IPCC, 2023) para mensurar os impactos na capacidade de infiltração hídrica regional e na conservação da "esponja" do Cerrado diante da emergência climática global.

Seguida de Pesquisa Documental e Análise de Práticas Discursivas: Análise crítico-normativa de instrumentos oficiais de gestão e jurisprudência ambiental, com ênfase no Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Canastra (ICMBio) e na Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental n. 708 (ADPF 708) do Supremo Tribunal Federal (Brasil, 2022). A operacionalização da Análise Crítica do Discurso (Fairclough, 2003) pautou-se na desconstrução das categorias léxicas e normativas empregadas pelos órgãos reguladores, investigando como termos técnicos como “risco sanitário”, “inconformidade” e “adequação industrial” são utilizados pelo aparato estatal para legitimamente marginalizar os modos de vida tradicionais, impondo a lógica da grande agroindústria e inviabilizando o uso de técnicas ancestrais como o leite cru e o “pingo”.

E, por fim, a Dimensão Fenomenológica e Escuta Territorial: Coleta e interpretação de relatos de vivência e depoimentos de produtores artesanais de queijo (caseiros) e lideranças comunitárias locais, sob a lente conceitual da Justiça Cognitiva (Santos, 2019). Esta etapa contemplou a escuta qualificada de mestres queijeiros das micro-regiões da Canastra, cujas trajetórias e saberes empíricos expressam as táticas locais de resistência e manutenção territorial frente à imposição dos parâmetros agroindustriais. A interpretação dessas narrativas permitiu apreender as percepções subjetivas e existenciais dos sujeitos sobre as barreiras impostas pela regulação sanitária, os custos de invisibilização de suas práticas e os processos de epistemicídio técnico e econômico a que são submetidos cotidianamente.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise geoespacial, amparada nos dados da Coleção 8 do MapBiomas (2026), revela que a Serra da Canastra enfrenta um processo de fragmentação territorial que compromete sua função de reguladora hídrica continental. A perda de 15% da vegetação nativa nas últimas três décadas não é um indicador isolado; ela representa a substituição sistêmica de campos rupestres, ecossistemas fundamentais para a infiltração e recarga de aquíferos, por áreas de mineração de quartzito e avanço do agronegócio. Conforme aponta o Relatório Síntese do IPCC (2023), a degradação de zonas de cabeceira reduz a resiliência hídrica regional em até 20%, operando uma verdadeira decapitação orográfica que altera o fluxo metabólico das bacias do Rio São Francisco e do Rio Paraná.

A extração do quartzito e a conversão do solo não apenas suprimem a cobertura vegetal nativa, mas alteram drasticamente a dinâmica hídrica dos campos rupestres. A compactação do solo e a remoção das camadas superficiais reduzem a capacidade de retenção da "esponja" do Cerrado, aumentando o escoamento superficial e o assoreamento dos cursos d'água. Esse processo de degradação física compromete a recarga dos lençóis freáticos que alimentam diretamente os formadores das bacias hidrográficas continentais, intensificando a vulnerabilidade socioambiental da região diante de eventos climáticos extremos.

Nesse cenário, a mineração atua como o vetor primário da Ruptura Metabólica (Foster, 2000). O valor de uso da água e a integridade biótica são sacrificados em prol do valor de troca do minério, transformando o "Berço das Águas" em uma zona de sacrifício socioambiental. A análise demonstra que a degradação física do solo é indissociável da perda de soberania territorial: a mineração avança justamente sobre as lacunas de proteção ambiental e as áreas de pastagem tradicional, configurando um cerco extrativista que ameaça tanto o equilíbrio climático quanto a continuidade das culturas locais que, historicamente, manejaram o bioma sem destruí-lo.

A investigação revela que a norma técnica estatal opera como um braço coercitivo da colonialidade, instituindo um funil sanitário que marginaliza o saber ancestral canastreiro. Ao transpor a lógica da agroindústria de larga escala para a produção artesanal, o Estado ignora a

Simpoiese (Haraway, 2016), a relação de coevolução e "fazer-com" entre o queijeiro, a microbiota e o território.

O “pingo”, fermento natural resultante do próprio pingo do queijo e rico em microbiota nativa, sintetiza a simbiose biocultural entre o saber humano, a fauna microbiana e o *terroir* canastreiro. Ao desconsiderar essa riqueza microbiológica em favor de padrões pasteurizados e assépticos da produção de grande escala, a regulação estatal rotula o patrimônio vivo local como ameaça sanitária. Esse enquadramento descontextualizado impõe custos de conformidade inviáveis para as pequenas unidades familiares, operando uma verdadeira despossessão produtiva e empurrando os guardiões do bioma para a informalidade ou para o abandono de suas terras.

Este choque de racionalidades manifesta-se no cotidiano das famílias como uma forma de invisibilização econômica e existencial. A voz do produtor local, coletada durante a fase fenomenológica da pesquisa, é o registro mais contundente dessa asfixia de quem, embora guardião do bioma, é empurrado para a margem da lei:

> A gente não quer ficar na ilegalidade, mas os custos para legalizar a casinha de queijo e pagar veterinário todo mês são altos demais. O valor do queijo não cobre as contas porque a nossa produção é pequena e familiar. No fim, parece que só o grande produtor, que já tem o capital, consegue se adequar. Para nós, a regra que deveria proteger a saúde acaba matando o nosso modo de vida. (relato de produtor)

Este relato evidencia o que definimos como Epistemicídio Econômico. A norma sanitária, sob uma aura de neutralidade técnica, atua como ferramenta de violência simbólica ao deslegitimar o papel do produtor como a verdadeira Sentinela das Águas. Ao rotular a tradição, que mantém a integridade do solo e das nascentes, como um risco, o Estado opera a despossessão do homem da terra.

A criminalização do saber-fazer histórico (o uso do leite cru e do "pingo") desarticula a guarda comunitária do Cerrado: sem a viabilidade econômica da queijaria, a Sentinela das Águas é forçada a abandonar o território. Esse vazio demográfico e cultural deixa o caminho livre para a expansão mineral e a monocultura predatória, o que compromete diretamente a resiliência hídrica e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 8 e 12). Portanto, o combate ao funil sanitário é, essencialmente, a luta para manter a sentinela em seu posto, garantindo que a produção da vida continue a proteger o fluxo das águas.

A síntese desta discussão recai sobre a Gleba 2, área de aproximadamente 130 mil hectares onde a indefinição fundiária e o conflito de interesses atingem seu ápice. Os resultados sugerem que a insegurança jurídica sobre este território funciona como uma estratégia de desterritorialização deliberada: enquanto a posse tradicional não é convertida em direito titulado, a terra permanece vulnerável à incursão do lobby minerário e à especulação fundiária.

Em contrapartida, a resistência de associações comunitárias como a APROCAN demonstra que o Capital Social (Coleman, 1988) e a densidade das redes de confiança e reciprocidade são, atualmente, as únicas barreiras eficazes contra a degradação total do bioma. O associativismo canastreiro reconfigura o saber tradicional em instrumento de luta política, articulando a salvaguarda do patrimônio imaterial à defesa estrita da integridade ecológica do Cerrado.

A preservação da Serra da Canastra exige, portanto, a transição para uma Governança Decolonial. Isso implica reconhecer o saber queijeiro não como um atraso técnico ou risco, mas como uma Tecnologia de Futuro e uma ciência viva de adaptação climática. A regularização fundiária da Gleba 2 e o suporte integral ao mestre queijeiro são atos indissociáveis de Justiça Cognitiva e Climática. Somente através de uma Ética da Regeneração, que subordine o lucro extrativista à manutenção do "Comum", será possível garantir que a Canastra cumpra sua função vital como solo de resistência e berço perene das águas para as gerações por vir.

4 CONCLUSÃO

A investigação desenvolvida ao longo deste trabalho permite concluir que a crise enfrentada pela Serra da Canastra configura-se como um embate civilizatório e ontológico entre modelos de existência inconciliáveis. A análise integrada dos dados geoespaciais e das vivências territoriais evidenciou que o "Consenso das Commodities" e a lógica do Capitaloceno operam uma erosão silenciosa não apenas do estrato biofísico do Cerrado, mas do próprio tecido social e biocultural que sustenta o território. Ao comprometer a função reguladora da "esponja" hídrica dos campos rupestres, o cerco extrativista da mineração e do agronegócio projeta um severo passivo ecológico, ameaçando a segurança hídrica nacional e desestabilizando os fluxos metabólicos das bacias dos rios São Francisco e Paraná.

As evidências apresentadas demonstram que a resiliência do bioma é indissociável da proteção das territorialidades tradicionais, onde o mestre queijeiro emerge como a legítima Sentinela das Águas. O funil sanitário imposto pelo aparato regulatório estatal revela-se como uma ferramenta de invisibilização e violência simbólica que, ao desconsiderar a simpoiese e criminalizar o uso de insumos ancestrais como o leite cru e o "pingo", promove um epistemicídio econômico e desarticula a guarda comunitária do Cerrado. Nesse cenário, a regularização fundiária da Gleba 2, área de 130 mil hectares sob intensa disputa, e o fortalecimento de redes comunitárias como a APROCAN transcendem demandas burocráticas; constituem imperativos indissociáveis de Justiça Cognitiva e estratégias fundamentais de adaptação e mitigação diante da emergência climática.

Por fim, a transição para uma Ética da Regeneração Territorial exige superar a racionalidade utilitária em favor do reconhecimento formal da Serra da Canastra como sujeito de direitos, em consonância com o paradigma do Bem Viver. Proteger a Canastra requer valorizar os saberes queijeiros tradicionais não como arcaísmo ou risco sanitário, mas como tecnologias de futuro e ciências vivas de conservação socioambiental e gestão do Comum. Este estudo reafirma que o Direito, a Ciência e as políticas públicas devem atuar como escudos deste território vivo, assegurando a permanência das comunidades e garantindo que o "Berço das Águas" continue a fluir como espaço perene de vida e soberania comunitária.

REFERÊNCIAS

ACOSTA, Alberto. **O bem viver**: uma oportunidade para imaginar outros mundos. Tradução de Tadeu Breda. São Paulo: Elefante, 2016.

BOURDIEU, Pierre. **O poder simbólico**. 12. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1989.

BOURDIEU, Pierre. **Os usos sociais da ciência**: por uma sociologia clínica do campo científico. São Paulo: UNESP, 2004.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Arguição de Descumprimento de Preceito Fundamental n. 708**. Relator: Min. Luís Roberto Barroso. Brasília, DF: Supremo Tribunal Federal, [2022]. Disponível em: https://portal.stf.jus.br. Acesso em: 15 abr. 2026.

BRASIL. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Brasília, DF: PNUD Brasil, 2024. Disponível em: https://www.estrategiaods.org.br. Acesso em: 13 abr. 2026.

COLEMAN, James S. Social Capital in the Creation of Human Capital. **American Journal of Sociology**, Chicago, v. 94, p. S95-S120, 1988.

ESCOBAR, Arturo. **Designs para o pluriverso**: radicalização da interdependência, autonomia e a criação de mundos. Rio de Janeiro: Elefante, 2018.

FAIRCLOUGH, Norman. **Analysing Discourse**: Textual Analysis for Social Research. London: Routledge, 2003.

FOSTER, John Bellamy. **A ecologia de Marx**: materialismo e natureza. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2000.

HARAWAY, Donna J. **Staying with the trouble**: making kin in the Chthulucene. Durham: Duke University Press, 2016.

HARDIN, Garrett. The Tragedy of the Commons. **Science**, New York, v. 162, n. 3859, p. 1243-1248, Dec. 13, 1968.

IPCC. **Climate Change 2023**: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC, 2023.

MAPBIOMAS. **Coleção 10.0 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil (1985-2025)**. [S. l.]: Projeto MapBiomas, 2026. Disponível em: https://mapbiomas.org. Acesso em: 10 abr. 2026.

MAPBIOMAS. **Relatório Anual de Desmatamento no Brasil (Coleção 8)**. São Paulo: Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil, 2023. Disponível em: https://mapbiomas.org. Acesso em: 13 abr. 2026.

MARTINEZ-ALIER, Joan. **O ecologismo dos pobres**: conflitos ambientais e linguagens de valoração. São Paulo: Contexto, 2007.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo**: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Brasília, DF: ONU Brasil, 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel. Acesso em: 15 abr. 2026.

OSTROM, Elinor. **Governing the commons**: the evolution of institutions for collective action. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **Epistemologias do Sul**. São Paulo: Cortez, 2010.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **O fim do império cognitivo**: a afirmação das epistemologias do Sul. Belo Horizonte: Autêntica, 2014.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **O pluriverso de direitos**: a justiça constitucional e a proteção dos saberes tradicionais. Coimbra: Almedina, 2019.

SVAMPA, Maristella. **As fronteiras do neoextrativismo na América Latina**: conflitos socioambientais, giro ecoterritorial e novas dependências. São Paulo: Elefante, 2019.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

COMPÓSITOS DE BORRACHA NITRÍLICA (NBR) REFORÇADOS COM LÃ DE OVELHA MICRONIZADA: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA VALORIZAÇÃO DE RESÍDUO AGROINDUSTRIAL

RICARDO HENRIQUE DOS SANTOS; CARLOS TOSHIYUKI HIRANOBE; DENER DA SILVA SOUZA; LEANDRO FERREIRA PINTO; GIOVANNI BARRERA TORRES; RENIVALDO JOSÉ DOS SANTOS

Introdução: A indústria da borracha depende majoritariamente de cargas de reforço de origem mineral e sintética, cuja produção envolve elevado consumo energético e impactos ambientais associados à extração de matéria-prima. Nesse cenário, a valorização de resíduos agroindustriais como cargas alternativas de reforço representa uma estratégia relevante para a economia circular. A lã de ovelha, subproduto frequentemente descartado ou subutilizado em regiões de criação ovina, apresenta potencial como fibra natural de reforço em matrizes elastoméricas, contribuindo para a redução de resíduos e para o desenvolvimento de materiais mais sustentáveis. **Objetivo:** Avaliar o efeito da incorporação de lã de ovelha lavada e micronizada, em teores crescentes, sobre a densidade de ligações cruzadas e as propriedades mecânicas de compósitos de borracha nitrílica (NBR) vulcanizada. **Metodologia:** Foram preparadas cinco formulações (F0 a F4), variando o teor de lã de ovelha de 0, 5, 10,15 e 20 phr (per hundred rubber), incorporada com auxílio de silano Si69 para melhorar a compatibilidade fibra-matriz. As formulações incluíram NBR 3330B, óxido de zinco, ácido esteárico, óleo de soja epoxidado, antioxidante à base de tanino e sistema de vulcanização convencional (enxofre, MBTS e TMTD). Os compósitos foram caracterizados quanto à densidade de ligações cruzadas e submetidos a ensaios de compressão, tração e rasgo. **Resultados:** O aumento do teor de lã reduziu a densidade de ligações cruzadas em relação ao controle (F0), indicando interferência da fibra na rede reticulada. Em contrapartida, observou-se aumento progressivo da força máxima de compressão e da tensão máxima de tração com o incremento de lã, mantendo-se a deformação relativamente estável. A resistência ao rasgo apresentou redução nas formulações com maior teor de fibra. **Conclusão:** A incorporação de lã de ovelha micronizada mostrou-se viável como carga de reforço em compósitos de NBR, promovendo ganhos mecânicos em compressão e tração mesmo com a redução da densidade de reticulação, sugerindo reforço predominantemente físico. Os resultados indicam potencial promissor para valorização desse resíduo agroindustrial no desenvolvimento de materiais elastoméricos mais sustentáveis.

Palavras-chave: **BORRACHA NITRÍLICA; ECONOMIA CIRCULAR; LÃ DE OVELHA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/85668

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

BANCO DE DADOS DE FAUNA ORIGINADO DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL COMO ATIVO CIENTÍFICO PARA A CONSERVAÇÃO DA CAATINGA

CINARA ALVES CLEMENTE; BRUNA ISA RESENDE; ANNA MICHETTI

Introdução: O licenciamento ambiental de empreendimentos exige programas de monitoramento de fauna que produzem grandes volumes de dados primários. Em geral, essa informação permanece restrita a relatórios técnicos e não é reaproveitada cientificamente, o que representa perda de conhecimento sobre a biodiversidade. **Objetivo:** Caracterizar o potencial científico e de conservação de um banco de dados de fauna estruturado a partir de programas de monitoramento no semiárido brasileiro. **Metodologia:** Realizou-se varredura descritiva de um banco no padrão Darwin Core, com registros de avifauna, herpetofauna, mastofauna e invertebrados obtidos entre 2019 e 2026 em empreendimentos de energia renovável no Nordeste, majoritariamente na Caatinga. Quantificaram-se registros, riqueza, cobertura geográfica e temporal, grau de georreferenciamento e presença de espécies ameaçadas e endêmicas. **Resultados:** O banco reúne cerca de 413 mil registros e aproximadamente mil espécies. A avifauna soma 259 mil registros e 505 espécies; a herpetofauna, 127 mil registros e 211 espécies; e a mastofauna, 22 mil registros e 153 espécies, incluindo 64 espécies de morcegos. O georreferenciamento supera 95% dos eventos. A cobertura temporal é contínua de 2019 a 2026 em vários sítios, alguns com a fase de operação amostrada, o que viabiliza análises de tendência e desenhos do tipo antes e depois. Há forte representação de espécies endêmicas e ameaçadas da Caatinga. **Conclusão:** Dados gerados por consultoria no licenciamento constituem acervo padronizado, georreferenciado e temporalmente contínuo, ainda raro para a Caatinga, bioma historicamente subestudado. Sua estruturação em padrões interoperáveis e a integração a bases públicas ampliam a base de evidência para a conservação e qualificam a avaliação ambiental de empreendimentos de energia renovável.

Palavras-chave: **DARWIN CORE; BIODIVERSIDADE; ENERGIA RENOVÁVEL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/85698

A ECONOMIA CIRCULAR EM USINAS FOTOVOLTAICAS: DA RECICLAGEM À REINSERÇÃO DE PRODUTOS NO MERCADO COM APOIO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

MONIQUE SILVARES MISSÁGIA; WANDERLEY CARDOSO CELESTE; THIAGO PADOVANI XAVIER

RESUMO

A expansão vertiginosa da energia solar fotovoltaica traz o complexo desafio do descarte de painéis em fim de vida, projetando-se cerca de 78 milhões de toneladas de resíduos globalmente até o ano de 2050. Este trabalho tem como objetivo propor a estruturação da economia circular em usinas fotovoltaicas no Brasil, integrando o diagnóstico rigoroso de impactos ambientais com a projeção de novos produtos sendo ativamente reinseridos no mercado. A metodologia do estudo baseia-se na evolução de um modelo analítico estruturado com Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) e Processo Analítico Hierárquico (AHP) para um inovador framework prospectivo suportado por ferramentas de Inteligência Artificial (IA). O modelo AHP de base comprovou matematicamente, através da simulação de cenários projetados até 2050, que a recuperação eficiente do silício e de metais estruturais mitiga o colapso do suprimento de matéria-prima nacional e reduz severamente as emissões acumuladas de dióxido de carbono equivalente. Contudo, a efetividade dessa logística reversa em larga escala depende crucialmente de prever a falha dos equipamentos no campo. A proposta de inserção de algoritmos preditivos (Machine Learning) atuará como um gatilho logístico, que permitirá estimar com exatidão o volume processável e o momento exato do descarte ativo nas usinas operacionais. A partir dessa previsibilidade contínua, estabelece-se a cadeia rentável de reinserção de matérias-primas secundárias: o silício de alta pureza recuperado é comercializado para a remanufatura de novas células solares e destinado à produção de ânodos para baterias de veículos elétricos de alta performance; o alumínio das molduras retorna imediatamente à construção civil e usinagem; enquanto o vidro triturado é processado para abastecer as indústrias de compósitos e isolantes térmicos. Conclui-se que a união entre a modelagem multicritério consolidada e a previsão tecnológica fornecida pela Inteligência Artificial não apenas adequa plenamente as usinas de geração de energia aos parâmetros da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), mas transforma um passivo ambiental potencialmente crônico em um diversificado portfólio de produtos de alto valor agregado para o mercado nacional.

Palavras-chave: Gestão de resíduos; Logística reversa; Machine learning.

1 INTRODUÇÃO

A transição global para fontes de energia renovável tem sido marcada por uma expansão exponencial da energia solar fotovoltaica, impulsionada pela urgência climática e pela contínua redução de custos tecnológicos nas últimas décadas. A capacidade instalada de usinas fotovoltaicas tem crescido vertiginosamente, posicionando esta tecnologia como um pilar central na matriz energética do futuro. Contudo, esse crescimento acelerado traz consigo um desafio ambiental emergente e de grande magnitude: a gestão dos painéis fotovoltaicos ao atingirem o fim de sua vida útil (End-of-Life - EoL). Com uma vida útil média operacional estimada entre 25 e 30 anos, o volume de painéis descartados está projetado para alcançar níveis alarmantes, com estimativas apontando para a geração de cerca de 78 a 80 milhões de toneladas acumuladas globalmente até o ano de 2050 (Alzahmi; Ndiaye, 2025).

DOI: 10.51189/vii-coninters/85733

O Brasil acompanha essa tendência global com um crescimento expressivo na adoção da energia solar, tanto na geração centralizada (grandes usinas) quanto em sistemas de geração distribuída. O país já ultrapassa a marca de 33 GW de capacidade operacional instalada, com vasto potencial de expansão. Essa expansão, embora essencial para uma matriz energética limpa, inevitavelmente levará a um aumento substancial no volume de resíduos eletrônicos nas próximas décadas. A gestão adequada desses materiais insere-se no contexto da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS - Lei Federal nº 12.305/2010), que estabelece a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e prevê a logística reversa como instrumento basilar para viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos ao setor empresarial. No entanto, a infraestrutura específica para a reciclagem de módulos fotovoltaicos no Brasil ainda é incipiente e esbarra em gargalos tecnológicos e econômicos.

A composição material dos painéis solares baseia-se majoritariamente no silício cristalino (c-Si), que representa cerca de 95% do mercado mundial. Esses equipamentos contêm uma mistura complexa de materiais críticos e valiosos, como silício de alta pureza, prata, cobre e alumínio. A produção primária do silício metalúrgico e seu posterior refino são processos altamente intensivos em energia, com um fator de emissão estimado em 3,2 kg de CO_2 equivalente por quilograma de silício virgem produzido. Por outro lado, o descarte inadequado, além de configurar desperdício de recursos estratégicos, impõe riscos associados a substâncias potencialmente perigosas presentes nas soldas e encapsulantes, como chumbo e polímeros fluorados. A transição de um modelo linear (extrair, produzir, usar e descartar) para uma economia circular robusta é, portanto, inegociável.

A tomada de decisão na priorização de estratégias de reciclagem é complexa. Em pesquisa prévia de mestrado realizada no ano 2024 a 2026, desenvolvida pela autora, evidenciou-se a eficácia de integrar a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) com o Processo Analítico Hierárquico (AHP). O modelo matemático desenvolvido em linguagem Python comprovou que cenários otimistas de reciclagem reduzem as emissões de gases de efeito estufa e evitam o esgotamento do suprimento nacional de silício. Contudo, constatou-se que modelos determinísticos clássicos e estimativas estáticas de vida útil não capturam a complexidade climática e as falhas precoces dos equipamentos em campo.

Diante desta lacuna analítica, o presente estudo apresenta a evolução desse diagnóstico matemático para uma abordagem de pesquisa prospectiva típica de doutorado, cujo diferencial é a integração de Inteligência Artificial (Machine Learning) na gestão de usinas fotovoltaicas. O objetivo geral deste trabalho é propor a estruturação da economia circular ativa em usinas no Brasil, utilizando o diagnóstico de impactos ambientais do AHP como base para uma projeção impulsionada por algoritmos preditivos. Busca-se demonstrar como a antecipação estocástica do descarte permite não apenas a adequação regulatória, mas a formulação de um portfólio de novos produtos comerciais recuperados (como silício para ânodos de baterias e reinserção de alumínio), transformando o passivo das usinas em ativos de alto valor agregado no mercado.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa adota e adoutou no desenvolvimento do Mestrado uma abordagem metodológica mista, quantitativa e preditiva, fundamentada em técnicas de modelagem matemática, simulação computacional e análise de decisão multicritério. A estruturação do trabalho divide-se em duas frentes complementares: a consolidação do modelo determinístico (Mestrado) e o design do framework estocástico preditivo (Doutorado) para a reinserção de materiais no mercado.

A primeira frente metodológica baseia-se na dinâmica de sistemas. Utilizou-se a linguagem de programação Python, suportada pelas bibliotecas NumPy e Matplotlib, para resolver equações diferenciais ordinárias que descrevem o fluxo de massa do silício no mercado brasileiro até o horizonte de 2050. O modelo avaliou três cenários prospectivos: o Cenário Base (taxa de crescimento da demanda de 5,5% a.a. e eficiência de reciclagem de 26%); o Cenário Otimista (crescimento de 2,5% a.a. impulsionado por alta eficiência e circularidade de 39%); e o Cenário Pessimista (crescimento agressivo de 11,2% a.a. e baixíssimo reaproveitamento de 20%). A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) simplificada focou no Potencial de Aquecimento Global (GWP), empregando o fator de emissão de 3,2 kg CO_2 eq./kg de silício para calcular o

DOI: 10.51189/vii-coninters/85733

montante de emissões evitadas pela reciclagem. Os resultados quantitativos dessa simulação alimentaram a matriz de decisão do

Processo Analítico Hierárquico (AHP). Os critérios fundamentais elencados foram: Impacto Ambiental (C1), Eficiência de Recuperação (C2) e Viabilidade Regulatória (C3). As ponderações foram estabelecidas a partir de rigorosa revisão bibliográfica e julgamento de especialistas, resultando nos respectivos pesos: 63,3% para C1, 26,0% para C2 e 10,6% para C3. Os dados de emissões foram padronizados através da normalização Min-Max Invertida, assegurando que o cenário com menor emissão obtivesse a pontuação máxima no critério ambiental. A consistência da matriz de julgamento foi validada matematicamente por meio da Razão de Consistência (CR), calculada via autovalores da matriz no próprio código Python.

A segunda frente metodológica estabelece o avanço para a tese de doutorado. Reconhecendo as limitações inerentes aos modelos estáticos, projetou-se a arquitetura de um Gêmeo Digital (Digital Twin) para usinas fotovoltaicas. Esta etapa propõe a adoção de algoritmos de Machine Learning (como Redes Neurais LSTM - Long Short-Term Memory) para realizar a mineração de dados operacionais reais (Big Data). Os algoritmos serão treinados com variáveis climáticas locais (irradiação, temperatura) e dados elétricos de performance (Performance Ratio - PR) extraídos via sensores IoT. O objetivo técnico é deslocar a premissa de descarte de "25 anos fixos" para uma predição em tempo real, calculando o momento exato em que a eficiência do módulo rompe o limite da viabilidade econômica (tipicamente abaixo de 70% a 80% do PR inicial).

Por fim, a metodologia irá contemplar um mapeamento de mercado estruturado para elencar as rotas de reinserção das matérias-primas secundárias. Uma vez que o algoritmo de IA automatiza o alerta de substituição (descarte ótimo), cruzou-se o volume de material projetado com as demandas de indústrias adjacentes. Utilizou-se análise de viabilidade técnica da literatura recente para fundamentar as aplicações comerciais de segunda geração para o silício de alta pureza, o vidro temperado, o alumínio estrutural e a prata recuperada, garantindo que o modelo teórico de logística reversa culmine no desenvolvimento efetivo de subprodutos industriais.

3 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados advindos da simulação computacional em Python revelaram dinâmicas alarmantes quanto aos estoques de materiais no Brasil. No Cenário Pessimista, onde prevalece o alto crescimento da demanda aliado à falta de infraestrutura de reciclagem, observou-se o colapso e o esgotamento precoce do suprimento de silício já por volta do ano de 2028. No Cenário Base, que reflete a manutenção das condições atuais de mercado e incipiente logística reversa, o esgotamento do estoque se desloca marginalmente para 2031, seguido por um déficit crônico de abastecimento. Apenas no Cenário Otimista, pautado por alta eficiência na recuperação material e avanços tecnológicos, observou-se a mitigação do colapso, garantindo disponibilidade estendida de recursos e a maior taxa acumulada de emissões de CO_2 evitadas (limitando as emissões a cerca de 450.000 toneladas até 2050, frente a mais de 1,2 milhão no cenário pessimista).

Aplicação do modelo multicritério AHP atestou, de forma objetiva, a prioridade destas ações. O Cenário Otimista conquistou a pontuação global de 0,967 (em uma escala de 0 a 1), distanciando-se expressivamente do Cenário Base (0,713) e dominando completamente o Cenário Pessimista (0,131). O rigor matemático desta etapa foi referendado por um Índice de Consistência (CI) de 0,002 e uma Razão de Consistência (CR) de apenas 0,003, valores significativamente inferiores ao limiar tolerável de 0,10 exigido pela literatura clássica de Saaty. A validação destes números comprova que o investimento em processos de economia circular não é meramente uma escolha sustentável, mas um imperativo para a resiliência energética do país.

Apesar do sucesso do diagnóstico ACV-AHP, a discussão aprofundada dos resultados levanta uma barreira prática: a modelagem prospectiva assume que os resíduos serão disponibilizados em taxas previsíveis. Contudo, a realidade de campo nas usinas fotovoltaicas brasileiras, expostas a altas taxas de calor, umidade e microfissuras de transporte, provoca

degradações aceleradas. É neste ponto crítico que os resultados teóricos encontram o escopo prático do projeto de Doutorado. A implementação de Inteligência Artificial para monitorar a degradação atuará como um "gatilho logístico". Ao prever precisamente a falha do componente, a IA permite que os gestores de usinas organizem a desmontagem e acionem a rede de reciclagem com antecedência, transformando um evento de quebra acidental em um processo de fornecimento programado de matéria-prima.

Essa previsibilidade proporcionada pela Machine Learning viabiliza a etapa final da economia circular: a reinserção de produtos no mercado de alto valor agregado. Os resultados do mapeamento comercial demonstram que os resíduos das usinas possuem destinos industriais altamente rentáveis quando devidamente processados. A fração de maior valor, o silício de alta pureza e a prata, deixa de ser um contaminante de aterros para fomentar tecnologias de fronteira. O silício recuperado apresenta índices de pureza que permitem sua utilização na remanufatura de células fotovoltaicas de segunda geração, barateando a produção nacional de novos painéis. Mais inovador ainda é o direcionamento desse silício pulverizado para a indústria de eletromobilidade, substituindo parcialmente a grafite na produção de ânodos para baterias de íon-lítio, tecnologia que aumenta a densidade de carga dos veículos elétricos.

Os componentes estruturais e complementares também encontram nichos consolidados. As molduras de alumínio, que representam expressiva parcela do peso do módulo, possuem taxa de reciclabilidade próxima a 100% com baixo custo energético de refusão (cerca de 5% da energia necessária para o alumínio primário). Esses metais são imediatamente reintegrados à construção civil, para fabricação de esquadrias, e à indústria automotiva. O vidro temperado, que compõe cerca de 70% da massa do painel e frequentemente sofre contaminação por polímeros encapsulantes (como o EVA), após processos de delaminação térmica ou mecânica, é triturado e inserido na cadeia produtiva da fibra de vidro, fabricação de compósitos industriais, isolantes térmicos e até mesmo no beneficiamento de asfalto em obras de infraestrutura rodoviária.

Dessa forma, a análise integrada demonstra que a usina fotovoltaica, tradicionalmente vista como uma geradora exclusiva de elétrons, evolui para a figura de uma "mineradora urbana". A aplicação de ferramentas econômico-financeiras vinculadas à Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), como certificados de reciclagem, créditos verdes e sistemas de responsabilidade estendida do produtor, será acelerada pelo monitoramento preditivo. A Inteligência Artificial fornece a segurança do dado de falha, o AHP estrutura a decisão de viabilidade, e o processamento reverte o silício, o vidro e os metais de volta às indústrias produtoras. O fechamento desse ciclo fortalece a independência de minerais críticos do Brasil e blinda a expansão da matriz solar contra rupturas na cadeia de suprimentos internacional.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que a estruturação de uma economia circular ativa nas usinas fotovoltaicas é fundamental para a viabilidade a longo prazo da transição energética no Brasil. A integração da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) com a modelagem multicritério AHP comprovou matematicamente que cenários de alta eficiência em reciclagem são indispensáveis para evitar o esgotamento do suprimento de silício e reduzir drasticamente a pegada de carbono nacional. O cenário otimista não apenas se mostrou ecologicamente superior, como demonstrou resiliência diante da escalada da demanda por tecnologias limpas.

No entanto, o estudo demonstra que o diagnóstico matemático é apenas a etapa fundacional. A real eficácia da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no setor solar exige que a logística reversa seja proativa e não reativa. Ao propor a ponte com o projeto de doutorado, conclui-se que o uso de Inteligência Artificial e modelos preditivos de Machine Learning representa a inovação tecnológica necessária para transformar as usinas em fontes constantes de matérias-primas secundárias. Prever a falha dos painéis possibilita o planejamento industrial preciso.

Por fim, a pesquisa evidencia que o passivo ambiental oriundo das usinas pode ser integralmente revertido em um portfólio de produtos de alto valor agregado no mercado. O redirecionamento do silício para ânodos de baterias de veículos elétricos, o reuso do alumínio estrutural e a aplicação do vidro em compósitos industriais comprovam que a circularidade gera

DOI: 10.51189/vii-coninters/85733

ganhos econômicos substanciais. A automação das decisões de descarte via Inteligência Artificial sela o compromisso com a sustentabilidade, garantindo ao país não apenas energia limpa, mas soberania no fornecimento de materiais críticos essenciais para a indústria global.

REFERÊNCIAS

ALZAHMI, S.; NDIAYE, M. Recycling of solar PV panels- product stewardship and regulatory framework. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 135, p. 110373, 2025.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

BUTT, A. S.; ALI, I.; GOVINDAN, K. The role of reverse logistics in a circular economy for achieving sustainable development goals: a multiple case study of retail firms. Production Planning & Control, v. 35, n. 12, p. 1490-1502, 2024.

DE SOUSA, A. C.; DE OLIVEIRA, A. L.; DE SOUZA, A. C. Estudo sobre resíduos fotovoltaicos reutilizados na logística reversa verde. Research, Society and Development, v. 12, n. 10, e19121042914, 2023.

EL-KHAWAD, L.; BARTKOWIAK, D.; KÜMMERER, K. Improving the end-of-life management of solar panels in Germany. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 168, p. 112678, 2022.

HEATH, G. A. et al. Research and development priorities for silicon photovoltaic module recycling to support a circular economy. Nature Energy, v. 5, n. 7, p. 502-510, 2020.

LEE, J.; KIM, S.; LEE, J. A comprehensive review on the recycling technology of silicon based photovoltaic solar panels: Challenges and future outlook. Journal of Cleaner Production, v. 448, p. 141661, 2024.

RAHIMPOUR GOLROUDBARY, S. et al. Synergy of green energy technologies through critical materials circularity. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 191, p. 114180, 2024.

SAATY, T. L. The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. Mathematical Modelling, v. 9, n. 3-5, p. 161-176, 1987.

DOI: 10.51189/vii-coninters/85733

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

VALORIZAÇÃO DA GLICERINA COMO ADITIVO DE CURA EM ARGAMASSAS: UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL PARA A CONSTRUÇÃO CIVIL

ANTONIO JONATAS DA SILVA BARROS; ANTONIO FURTADO LANDIM NETO; RAQUEL SANTIAGO DE MELO; LILIAN MARIA TAVARES; OSILENE DOS SANTOS ROCHA; SIMONE SALES PINHEIRO; GLAUCIANE CAMELO PINHO

Introdução: A crescente demanda por práticas ecologicamente eficientes na construção civil impulsiona a busca por estratégias de reaproveitamento de resíduos e subprodutos industriais. Nesse cenário, a glicerina, principal coproduto gerado na produção do biodiesel, surge como um insumo abundante e de baixo custo com grande potencial de aplicação na engenharia de materiais. **Objetivo:** Avaliar a viabilidade técnica e ambiental da incorporação de glicerina bruta como aditivo de cura em matrizes cimentícias de argamassa, analisando seus efeitos sobre as propriedades mecânicas e a durabilidade contra agentes agressivos. **Metodologia:** Desenvolveu-se um estudo experimental com produção de traços de argamassa contendo a adição de 5% de glicerina em relação à massa de cimento. Os corpos de prova foram submetidos a ensaios de caracterização mecânica por meio de testes de resistência à compressão axial. Para aferir a durabilidade do material aditivado, realizaram-se ensaios acelerados de profundidade de carbonatação e de resistência à penetração de íons cloreto, comparando os resultados com amostras de referência sem aditivos. **Resultados:** A adição de 5% de glicerina atuou promovendo a retenção de água necessária para as reações de hidratação do cimento, o que resultou em um ganho estatisticamente significativo na resistência à compressão das argamassas. Sob a perspectiva da durabilidade, as matrizes com glicerina demonstraram uma barreira protetora mais eficiente, reduzindo consideravelmente a penetração de íons cloreto e retardando o avanço da frente de carbonatação em comparação às misturas convencionais. **Conclusão:** O uso da glicerina como aditivo de cura em argamassas mostrou-se uma solução viável e altamente promissora, unindo o ganho de desempenho mecânico e o aumento da durabilidade à destinação sustentável de um subproduto industrial, promovendo os princípios da economia circular no setor da construção.

Palavras-chave: **APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS; DESEMPENHO MECÂNICO; DURABILIDADE DE MATERIAIS**

DOI: 10.51189/vii-coninters/85749

SISTEMAS DE GESTÃO INTEGRADOS E ESG: CONVERGÊNCIA ENTRE QUALIDADE, MEIO AMBIENTE E RESPONSABILIDADE SOCIAL

HENRIQUE AVELINO ALVES HENRIQUE, LAYS LAYBER DE CASTRO

RESUMO

Diante das crescentes demandas por sustentabilidade, transparência e responsabilidade corporativa, as organizações têm sido pressionadas a adotar práticas que integrem desempenho econômico, responsabilidade ambiental e compromisso social. Nesse cenário, os Sistemas de Gestão Integrados (SGI), baseados nas normas ISO, apresentam potencial para contribuir com a implementação dos princípios Environmental, Social and Governance (ESG) e emergem como abordagens complementares na busca por uma gestão mais estruturada e alinhada às exigências atuais, promovendo maior eficiência organizacional, padronização de processos e melhoria contínua. Assim, o presente estudo tem como objetivo analisar a integração entre SGI e ESG, identificando suas interfaces, benefícios, desafios e contribuições para a sustentabilidade organizacional. A pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica, com base em fontes nacionais e internacionais. A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica. Assim a partir da análise da literatura, busca-se compreender de que forma a integração entre normas como ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 e SA 8000 pode se relacionar com os pilares ESG, bem como identificar desafios, oportunidades e perspectivas associadas a essa convergência no contexto organizacional. O presente estudo aponta essa integração entre SGI e ESG representa uma estratégia relevante para o fortalecimento da sustentabilidade corporativa, ampliando a competitividade, a credibilidade institucional e a geração de valor para as organizações. Embora sua efetiva implementação ainda depende da superação de desafios relacionados à cultura organizacional, à disponibilidade de recursos e à consolidação de métricas capazes de mensurar, de forma padronizada, o desempenho socioambiental e de governança.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Normas ISO; Governança Corporativa.

1 INTRODUÇÃO

O atual ambiente de trabalho apresenta elevado grau de competitividade e dinamismo, exigindo das organizações a adoção de sistemas de gestão capazes de assegurar a melhoria contínua de seus processos e evitar a estagnação operacional. Nesse contexto, os sistemas de gestão têm sido amplamente utilizados como instrumentos estruturantes para padronização, controle e aperfeiçoamento das atividades organizacionais. Entretanto, a busca exclusiva por eficiência operacional já não se mostra suficiente. Executivos e gestores têm sido crescentemente pressionados a tornar suas organizações mais sustentáveis, sobretudo diante da valorização, por parte de investidores, de informações relacionadas a questões ambientais, sociais e de governança na tomada de decisão sobre investimentos (Ronalter; Bernardo; Romaní, 2022).

Esse movimento é reflexo das transformações observadas nas últimas décadas, marcadas pelo aumento significativo da demanda por práticas sustentáveis, pela intensificação das exigências regulatórias e pela ampliação dos níveis de transparência e responsabilidade

DOI: 10.51189/vii-coninters/85914

social requeridos das empresas. Tal cenário impulsionou a adoção de modelos de gestão mais estruturados e integrados, capazes de promover alinhamento entre diferentes áreas organizacionais. Nesse sentido, o Sistema de Gestão Integrado (SGI) configura-se como solução estratégica para promover maior eficiência organizacional, melhoria contínua e aderência às exigências contemporâneas de sustentabilidade (Santos, 2024).

A integração das normas internacionais da International Organization for Standardization (ISO), especialmente a ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001, possibilita ganhos operacionais, redução de custos, padronização documental e maior controle sobre aspectos ambientais, bem como sobre questões relacionadas à saúde e segurança ocupacional (Santos, 2024). Ademais, a adoção simultânea de múltiplas certificações tem sido apontada como estratégia eficaz para o atendimento às demandas de diferentes partes interessadas, fortalecendo a governança organizacional e a credibilidade institucional (Francisco et al., 2024).

Paralelamente, para garantir a perenidade dos negócios, torna-se indispensável que as organizações estejam atentas às diretrizes Environmental, Social and Governance (ESG). A incorporação de indicadores ESG às estratégias empresariais amplia o escopo da sustentabilidade corporativa e reforça a necessidade de integração entre desempenho econômico, responsabilidade ambiental e compromisso social (Ronalter; Bernardo; Romaní, 2022).

Embora os sistemas de gestão baseados em normas ISO e os princípios ESG possuam origens distintas, observa-se a existência de convergências metodológicas e conceituais entre esses modelos. As normas ISO 9001 e ISO 14001, por exemplo, apresentam alinhamento com aspectos relacionados à gestão de riscos, ao atendimento às partes interessadas e à melhoria contínua, elementos igualmente valorizados pelas diretrizes ESG (Faro; Rios; Berssaneti, 2025; Souza; Silva, 2024). Por sua vez, a ISO 45001 e a SA 8000 demonstram maior proximidade com a dimensão social do ESG, ao fortalecerem práticas voltadas à saúde, segurança e condições adequadas de trabalho (D; Thamaraiselvi, 2025).

Diante desse cenário, torna-se relevante analisar de que forma os Sistemas de Gestão Integrados baseados em normas ISO podem contribuir para a consolidação dos princípios ESG nas organizações, identificando pontos de convergência entre qualidade, meio ambiente e responsabilidade social. Assim, este trabalho tem como objetivo analisar a convergência entre os Sistemas de Gestão Integrados ISO e os princípios ESG, buscando compreender suas interfaces e contribuições para o desempenho organizacional sustentável.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica, com o objetivo de analisar a convergência entre os Sistemas de Gestão Integrados (SGI), as normas ISO voltadas à gestão da qualidade, meio ambiente, saúde e segurança ocupacional e responsabilidade social, e os princípios Environmental, Social and Governance (ESG).

A revisão foi realizada a partir da consulta a artigos científicos, livros, dissertações, teses, normas técnicas e relatórios institucionais, obtidos em bases de dados como SciELO, Scopus, Web of Science e Google Acadêmico. Foram utilizadas as palavras-chave: "sistemas de gestão integrados", "ISO 9001", "ISO 14001", "ISO 45001", "SA 8000", "ESG" e "sustentabilidade". Como recorte temporal, priorizaram-se publicações dos últimos quinze anos, sem excluir referências clássicas e documentos normativos essenciais à fundamentação teórica.

Foram incluídos estudos que abordassem a integração entre sistemas de gestão, sustentabilidade corporativa e os pilares do ESG, sendo excluídas publicações sem aderência

aos objetivos da pesquisa. Também foram consultadas fontes técnicas e institucionais, como normas internacionais da ISO e documentos de organismos e entidades reconhecidas na área.

O procedimento metodológico compreendeu três etapas: contextualização teórica dos sistemas de gestão integrados e dos princípios ESG; análise comparativa das normas ISO 9001, ISO 14001, ISO 45001 e SA 8000 em relação aos pilares ambiental, social e de governança; e análise dos benefícios, desafios e perspectivas da integração entre SGI e ESG para a sustentabilidade e o desempenho organizacional. Essa abordagem permitiu identificar convergências e complementaridades entre os modelos estudados, proporcionando uma compreensão sistematizada do tema.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 SISTEMAS DE GESTÃO INTEGRADOS (SGI) E A GESTÃO DA QUALIDADE

A qualidade é um conceito subjetivo, cuja percepção varia conforme as necessidades e expectativas das partes interessadas. No contexto organizacional, está diretamente relacionada à capacidade das empresas de atender às demandas do mercado e de seus stakeholders, contribuindo para a melhoria contínua, a competitividade e o desenvolvimento sustentável (Misztal; Ratajszczak, 2025).

Nesse cenário, o Sistema de Gestão Integrado (SGI) destaca-se como uma ferramenta estratégica por integrar normas como a ISO 9001 (gestão da qualidade), ISO 14001 (gestão ambiental) e ISO 45001 (saúde e segurança ocupacional). Essa integração favorece a padronização dos processos, o aumento da produtividade, o controle dos impactos ambientais e a promoção da saúde e do bem-estar dos colaboradores (Santos, 2024). Além disso, em um ambiente organizacional cada vez mais competitivo, o SGI contribui para a redução de custos, a otimização do controle documental, a realização de auditorias e o monitoramento de indicadores relacionados à qualidade, ao meio ambiente e à saúde e segurança ocupacional (Rodrigues et al., 2024).

3.2 CONTRIBUIÇÕES DAS NORMAS ISO E SA 8000 PARA A SUSTENTABILIDADE

Buscando continuamente a melhoria da qualidade de seus serviços e produtos, as empresas têm recorrido à implantação de sistemas de gestão certificáveis. Isso ocorre em função da necessidade de as organizações cumprirem as determinações e exigências de seus stakeholders, sendo a integração entre os sistemas de gestão uma excelente estratégia para gerenciá-los, uma vez que a maioria das empresas que adota esses sistemas possui mais de uma certificação (Francisco et al., 2024).

Atualmente, os executivos corporativos vêm sofrendo fortes cobranças do mercado e de seus stakeholders para que suas operações se tornem, de forma definitiva, mais sustentáveis, tendo em vista que a receptividade dos consumidores a produtos e serviços sustentáveis tem se tornado cada vez maior. Além disso, os investidores também vêm valorizando de forma crescente dados e indicadores relacionados à temática ESG (ambiental, social e governança) (Ronalter; Bernardo; Romaní, 2022). Diante desse cenário, o Sistema de Gestão Integrado mostra-se uma ferramenta eficiente para o desenvolvimento das organizações alinhado aos pilares ESG.

Os sistemas de gestão são amplamente demandados pelo mercado, seja como forma de promover a melhoria contínua das organizações, seja por exigência das partes interessadas. Além dos sistemas de gestão, também têm sido requeridas práticas ESG, as quais são auditadas de maneira semelhante ao que ocorre com os sistemas de gestão. O sistema de gestão da qualidade ISO 9001 não está diretamente associado a um pilar ESG específico; entretanto, sua

DOI: 10.51189/vii-coninters/85914

metodologia é compatível com esses princípios. Ainda assim, não se pode afirmar que uma organização certificada pela ISO 9001 atenda, por si só, aos pilares ESG (Faro; Rios; Berssaneti, 2025).

A norma ISO 9001 pode contribuir para a aderência aos pilares ESG, por exemplo, por meio de seu capítulo sobre o contexto da organização. Nesse sentido, estabelece que "A organização deve determinar questões externas e internas que sejam pertinentes para o seu propósito e para seu direcionamento estratégico e que afetem sua capacidade de alcançar o(s) resultado(s) pretendido(s) de seu sistema de gestão da qualidade." (ABNT, 2015, p.1). Essa diretriz permite que aspectos ambientais, sociais e de governança sejam incorporados à gestão organizacional, ainda que de forma indireta, ao exigir uma análise ampliada do ambiente interno e externo. Além disso, capítulos como o de partes interessadas obrigam a organização a considerar e atender requisitos que podem estar diretamente relacionados aos pilares ESG. Por fim, é válido destacar que a ABNT PR 2030:2024, voltada à apresentação de práticas recomendadas e ao alinhamento dos principais conceitos e princípios ESG, indica, em seu Anexo A, que a ISO 9001 apresenta maior aderência aos eixos G (governança) e S (social).

O eixo E, de Environmental (Ambiental), está amplamente em pauta, considerando o contexto no qual o mundo atual está inserido, especialmente quando se levam em conta questões como as mudanças climáticas. Diante das adaptações pelas quais as organizações precisam passar para se alinharem às questões ambientais, a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA), por meio da ISO 14001, apresenta-se como uma alternativa extremamente viável (Souza; Silva, 2024). Destaca-se, ainda, que essa norma traz em seu conteúdo capítulos como o 6.1.2, referente aos aspectos ambientais, que exige das organizações o levantamento de seus aspectos e impactos ambientais, permitindo que, por meio desse mapeamento, as empresas tenham ciência de seus impactos ambientais e realizem o controle e o monitoramento daqueles considerados significativos.

A dimensão social das empresas é de grande relevância na atualidade, sendo utilizadas diversas ferramentas para validar o desempenho dos sistemas de gestão e, por consequência, dos indicadores relacionados a essa temática, a exemplo das certificações ISO 45001 e SA 8000. Segundo D e Thamaraiselvi (2025), empresas de alto risco publicam com maior frequência dados e métricas relacionadas à saúde e segurança ocupacional, com base na ISO 45001, representando uma parte da dimensão "social" do ESG.

A SA 8000 (Social Accountability 8000) é uma das certificações que apoiam os pilares do ESG, com foco na dimensão social. Trata-se de uma norma internacional que promove a melhoria das condições de trabalho e a sustentabilidade nos ambientes laborais. A norma possui nove áreas fundamentais, das quais três são consideradas críticas, por sustentarem as demais e concentrarem maior risco social e reputacional: trabalho infantil, trabalho forçado ou compulsório e saúde e segurança (Turzo *et al.*, 2024).

3.3 RELAÇÃO ENTRE SISTEMAS ISO E RELATÓRIOS ESG/SGI

O Triple Bottom Line (TBL) é um conceito que foi introduzido no mercado como uma maneira de fazer com que as organizações levassem em consideração a segurança do planeta e das pessoas em sua maneira de fazer negócio, sendo uma metodologia que é trabalhada dentro de três conceitos: social, ambiental e econômico, como forma de se buscar a sustentabilidade (Loviscek, 2021). O TBL, apresentado por Elkington, posteriormente ofereceu base teórica para o surgimento do framework ESG. O ESG aborda três fatores fundamentais, como mencionado anteriormente, sendo eles o ambiental, social e governança, apresentado pela primeira vez em 2004 pela Organização das Nações Unidas, através de uma publicação de relatório. Esses conceitos passaram então a influenciar as organizações de fora para dentro, sendo atualmente

DOI: 10.51189/vii-coninters/85914

uma das diretrizes consideradas para importantes direcionamentos de investimentos (Garcia, 2022).

Tendo sido fundada em 1997, o Global Reporting Initiative (GRI) tinha como objetivo criar métodos de fazer com que as empresas fossem responsabilizadas por suas condutas ambientalmente incorretas e aderissem aos princípios ambientalmente corretos, sendo expandida posteriormente para incluir questões sociais, de governança e econômicas. No ano de 2002, publicou o que era a primeira estrutura para relatórios de sustentabilidade, com as Diretrizes GRI, sendo assim um direcionador global para elaboração dos relatórios. O GRI, a partir de então, deixou de fornecer diretrizes e estabeleceu padrões de relatórios de sustentabilidade que são utilizados atualmente, com diversos já publicados em diferentes temáticas, sendo constantemente atualizados. Atualmente, o GRI é o principal sistema de relatórios de sustentabilidade do mundo (GRI, 2026).

É um fato que as pautas relacionadas ao ESG estão extremamente em voga, fato que se prova por meio da reportagem publicada pelo News (2023), que diz que as regulamentações ESG cresceram cerca de 155% na última década, com a matéria ainda trazendo pontos de vista negativos acerca do ESG, fundamentando que a regulamentação ESG sobrecarrega as empresas com excesso de exigências, prejudicando seu desenvolvimento econômico, e pontos de vista positivos baseados no fato de que os mercados buscam uma alocação de capital mais eficaz e transparente para resultados sustentáveis (News, 2023).

Fundamentados principalmente nos princípios de precisão, clareza e integridade, os relatórios de sustentabilidade são um instrumento fundamental para que as organizações comuniquem seu desempenho no que tange à sustentabilidade (Rusu et al., 2024). Surgindo como uma medida de se medir o desempenho das organizações no que tange à sustentabilidade, o ESG pode ser aprimorado por meio de sistemas de gestão, buscando sempre o aprimoramento do desenvolvimento sustentável das organizações (Ronalter; Bernardo; Romaní, 2022).

3.4 DESAFIOS E OPORTUNIDADES DA INTEGRAÇÃO

A integração entre SGI e ESG tem se consolidado como uma abordagem estratégica relevante no contexto da sustentabilidade corporativa. Entretanto, um dos principais desafios está na assimetria entre a estrutura normativa das normas ISO e a natureza ainda difusa e dinâmica dos critérios ESG. Enquanto normas como ISO 9001, ISO 14001 e ISO 45001 são baseadas em requisitos claros, auditáveis e estruturados no ciclo de melhoria contínua (PDCA), os princípios ESG ainda carecem, em muitos casos, de padronização universal, o que dificulta sua incorporação sistemática nos processos organizacionais (Cassânego, 2024).

Adicionalmente, a mensuração de desempenho constitui um desafio relevante, uma vez que, embora o sistema ISO possua indicadores consolidados, os pilares social e de governança do ESG ainda apresentam limitações quanto à padronização e comparabilidade de métricas, o que pode comprometer a transparência das informações (Handoyo et al., 2024). A integração também exige mudanças culturais e o engajamento da alta direção, sendo a resistência organizacional um fator limitante. Soma-se a isso a necessidade de investimentos em capacitação, tecnologia e adequação de processos, especialmente em organizações de menor porte, agravada pela carência de conhecimento técnico sobre ESG (Padilla-Rivera et al., 2025).

Por outro lado, a integração traz oportunidades significativas para as organizações. A adoção conjunta dessas abordagens permite fortalecer a governança corporativa, aprimorar a gestão de riscos e ampliar a transparência organizacional, aspectos cada vez mais valorizados por investidores e demais stakeholders (Barbosa et al., 2023). Além disso, os sistemas ISO fornecem uma base estruturada que facilita a incorporação dos princípios ESG por meio de práticas consolidadas, como auditorias, monitoramento de desempenho e melhoria contínua (Cassânego, 2024).

DOI: 10.51189/vii-coninters/85914

Nesse contexto, a superação dos desafios associados à integração entre SGI e ESG está diretamente relacionada ao alinhamento entre estratégia organizacional, cultura corporativa e práticas de gestão. Quando bem estruturada, essa convergência potencializa os resultados organizacionais, consolidando-se como um importante diferencial competitivo no cenário contemporâneo.

4 CONCLUSÃO

Com base na literatura analisada, conclui-se que a integração entre normas como as ISO e a SA 8000 constitui uma importante ferramenta para estruturar os princípios ESG nas organizações, fornecendo informações relevantes para a elaboração de relatórios de sustentabilidade e contribuindo para a competitividade em um contexto globalizado. Entretanto, apesar dos benefícios associados, sua implementação ainda enfrenta desafios relacionados ao nível de maturidade organizacional, à cultura interna e à consolidação de resultados.

Nesse contexto, a integração entre qualidade, sustentabilidade e responsabilidade social fortalece o desempenho organizacional e a legitimidade das organizações perante seus stakeholders. Além disso, observa-se uma tendência de maior padronização entre sistemas de gestão e frameworks ESG, impulsionada por exigências regulatórias, pressão do mercado e demandas por transparência. Espera-se ainda que o avanço tecnológico contribua para o aprimoramento da mensuração dos indicadores ESG, especialmente nas dimensões social e de governança.

Por fim, recomenda-se a realização de novos estudos que investiguem a integração entre sistemas de gestão e ESG em diferentes setores, bem como a eficácia dessas ferramentas em organizações com distintos níveis de maturidade e adesão às práticas sustentáveis.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 9001:2015**: sistemas de gestão da qualidade – requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT PR 2030:2024 – Prática recomendada ambiental, social e governança (ESG)**: Parte 1: conceitos, diretrizes e modelo de avaliação e direcionamento para organizações. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

BARBOSA, A. S. et al. Integration of ESG criteria and corporate sustainability performance. **Humanities and Social Sciences Communications**, 2023.

CASSÂNEGO, V. M. Environmental, social governance and standardized quality management systems. 2024.

D, G.; THAMARAISELVI, G. Transparent chemistry: sustainability reporting and employee safety disclosures in chemical manufacturing: conceptual foundations, frameworks, and SDG case alignment. **International Journal of Economic Practices and Theories**, v. 2025, n. 1, p. 299–306, 2025.

FARO, J. F.; RIOS, F. A.; BERSSANETI, F. T. Implementação dos pilares ESG: um estudo de múltiplos casos. **Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 8, p. 1–23, 2025.

FRANCISCO, F. E.; COSTA, A. C. F.; SAMPAIO, P. A. C. A.; DOMINGUES, P.; OLIVEIRA, O. J. Implementation and improvement of integrated management systems: recommendations for their adaptation to the ISO high-level structure. **Cleaner Environmental Systems**, v. 15, p. 100227, 2024.

DOI: 10.51189/vii-coninters/85914

GARCIA, R. T. Análise comparativa entre triple bottom line e ESG na gestão de sustentabilidade das empresas. 2022. Disponível em: https://readyag.com.br/blog/analise-comparativa-entre-triple-bottom-line-e-esg-na-gestao-de-sustentabilidade-das-empresas/. Acesso em: 24 mar. 2026.

GRI. Global Reporting Initiative. Disponível em: https://www.globalreporting.org/. Acesso em: 24 mar. 2026.

HANDOYO, S. et al. The effect of ESG performance on firm performance. **Cogent Business & Management**, 2024.

LOVISCEK, V. Triple bottom line toward a holistic framework for sustainability: a systematic review. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 25, n. 3, p. 1–11, 2021.

MISZTAL, A.; RATAJSZCZAK, K. Possibilities of using contemporary quality management methods and tools for the sustainable development of the organization. **Sustainability**, v. 17, n. 2, p. 617, 2025.

NEWS, ESG. Global ESG regulation increases by 155% over the past decade. 2023. Disponível em: https://esgnews.com/global-esg-regulation-increases-by-155-over-the-past-decade/. Acesso em: 24 mar. 2026.

PADILLA-RIVERA, A. et al. Enhancing ESG integration with sustainability frameworks. **Business Strategy and the Environment**, 2025.

RODRIGUES, R. D. M. et al. A importância do sistema de gestão integrado para a sustentabilidade empresarial. In: ENCONTRO CIENTÍFICO DO GEPRO, 13., 2024, Jaú. **Anais do Encontro Científico do GEPro**. Jaú: GEPro, 2024. p. 7–18.

RONALTER, L. M.; BERNARDO, M.; ROMANÍ, J. M. Quality and environmental management systems as business tools to enhance ESG performance: a cross-regional empirical study. **Environment, Development and Sustainability**, v. 25, n. 9, p. 9067–9109, 2022.

RUSU, T. M.; ODAGIU, A.; POP, H.; PAULETTE, L. Sustainability performance reporting. **Sustainability**, v. 16, n. 19, p. 8538, 2024.

SANTOS, M. A. A relação entre o sistema de gestão integrado e o plano de gerenciamento de resíduos sólidos. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 11, n. 29, p. 1141–1150, 2024.

SOUZA, A. M. R.; SILVA, M. C. G. P. V. Desenvolvimento sustentável: ESG e instrumentos práticos utilizados para o enfrentamento da questão ambiental. **Unisanta Law and Social Science**, v. 11, n. 1, p. 1–20, 2024.

TURZO, T.; MONTRONE, A.; CHIRIELEISON, C. Social accountability 8000: a quarter century review. **Journal of Cleaner Production**, v. 441, p. 140960, 2024.

DOI: 10.51189/vii-coninters/85914

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE A PERCEPÇÃO AMBIENTAL DA COMUNIDADE LOCAL EM AMBIENTES NATURAIS EXPLORADOS PELO TURISMO

STEPHANI DAL BEM DEMCZUK

Introdução: A percepção ambiental é o processo pelo qual os seres humanos e outros organismos interpretam e compreendem o ambiente ao seu redor. Ela é influenciada por nossas experiências pessoais, crenças, valores, cultura e contexto social. No Brasil, o turismo de natureza tem ganhado crescente valorização, desempenhando um papel significativo na promoção da conscientização sobre a conservação e preservação da biodiversidade. **Objetivo:** Realizar levantamento bibliográfico sobre percepção ambiental da comunidade residente ao entorno dos ambientes naturais explorados pelo turismo. O estudo buscou conhecer a percepção de populações de diferentes regiões do Brasil, sobre como o turismo impacta o ambiente e a comunidade local. **Metodologia:** A busca foi conduzida utilizando as palavras-chave "percepção ambiental" e "turismo", combinadas entre si, com a aplicação de um filtro de data para selecionar exclusivamente artigos publicados no período de 2013 a 2024. Os artigos levantados foram criteriosamente analisados para verificar a adequação com o objetivo levantado no presente trabalho (percepção ambiental da comunidade residente ao entorno dos ambientes naturais explorados pelo turismo). Aqueles que continham as palavras-chave, mas não se encaixavam no objetivo do trabalho foram eliminados. **Resultados:** Os resultados apresentados aqui referem-se aos 10 artigos encontrados, sendo que 9 foram realizados em praias, 1 foi realizado em uma vila à beira de um rio. Em todos os trabalhos analisados, os moradores se mostraram capazes de identificar os problemas ambientais nos ambientes estudados. Dentre os trabalhos analisados, apenas 1 trouxe uma visão essencialmente negativa do turismo pelos habitantes da região estudada. A comunidade considera o turismo de massa prejudicial ao meio ambiente, e de baixo ou nenhum retorno financeiro aos moradores. Nos demais trabalhos analisados (90%) podemos observar que os autores concluíram que o turismo traz impactos positivos e negativos para as comunidades locais. **Conclusão:** Assim, embora o turismo de natureza ofereça benefícios substanciais, ficou evidente que se faz necessária a implementação de melhorias no planejamento turístico e de práticas sustentáveis, com engajamento coordenado de setores públicos, privados e participação da comunidade, para equilibrar os impactos ambientais e mitigar seus efeitos prejudiciais.

Palavras-chave: **IMPACTO AMBIENTAL; SUSTENTABILIDADE; TURISMO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/85920

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

A SAZONALIDADE HOTELEIRA E SEU IMPACTO NO TRABALHO DECENTE: O CASO DO HOTEL FRANGIPANI

DEBORA DE CAMPOS CORREA DE LIMA

Introdução: A sazonalidade crônica em destinos de ecoturismo representa um desafio estrutural que afeta a estabilidade socioeconômica de comunidades locais. Em períodos de baixa temporada, a flutuação da demanda gera ciclos de ociosidade operacional e vulnerabilidade financeira nos meios de hospedagem, comprometendo diretamente a manutenção de postos de trabalho qualificados e a retenção de talentos ao longo do ano. **Objetivo:** Analisar os impactos financeiros e sociais gerados pela ociosidade hoteleira na baixa temporada de inverno e discutir soluções baseadas em governança coletiva. **Metodologia:** O estudo caracteriza-se como um relato de caso descritivo com abordagem quantitativa e qualitativa. Os dados operacionais de desempenho do Hotel Boutique Frangipani, localizado em Brotas (SP), foram extraídos diretamente do sistema de gestão hoteleira da propriedade, compreendendo o monitoramento diário da primeira semana cheia do mês de julho. Os relatórios permitiram mapear variáveis como unidades ocupadas, taxas de ocupação e tarifas médias. **Resultados:** Os dados gerenciais revelaram uma taxa média de ocupação de apenas 24% no início do mês de julho, mantendo entre 12 e 18 quartos vazios diariamente. Essa ociosidade severa gerou um faturamento cessante e custo de oportunidade estimado em R$ 88.658,00 em uma única semana. O diagnóstico demonstrou que esse vazamento de receita inviabilizava a manutenção dos contratos de trabalho da equipe especializada, como terapeutas de spa e chefes de cozinha. A adoção emergencial de descontos tarifários de 20% falhou ao corroer o posicionamento da marca, evidenciando que a raiz do problema está na quebra da jornada externa do cliente e na falta de articulação entre o empresariado e o poder público. **Conclusão:** Conclui-se que a mitigação dos impactos sazonais exige uma perspectiva sistêmica e redes de coopetição interorganizacional. A desestacionalização do destino deixa de ser apenas uma meta financeira corporativa e passa a ser um imperativo social para garantir salários dignos e trabalho decente.

Palavras-chave: **COOPETIÇÃO; GESTÃO DE SERVIÇOS; SAZONALIDADE**

DOI: 10.51189/vii-coninters/85935

DIETAS SUSTENTÁVEIS E DESIGUALDADES SOCIAIS: DESAFIOS PARA O ACESSO À ALIMENTAÇÃO ADEQUADA

KAREN EMANUELLY GEOVANI; LIANA GOMES NETTO; LUCIANA DOS SANTOS FREITAG; ALINE LOPES; RUTE GROSSI MILANI; RÚBIA CARVALHO GOMES CORRÊA

RESUMO

A transição para dietas sustentáveis é reconhecida como estratégia simultânea de promoção da saúde e redução dos impactos ambientais dos sistemas alimentares. Contudo, sua concretização depende de condições materiais desigualmente distribuídas, como renda, disponibilidade territorial de alimentos, tempo para aquisição e preparo, infraestrutura doméstica e proteção social. Este estudo objetivou analisar como desigualdades socioeconômicas, raciais, territoriais e de gênero condicionam o acesso à alimentação adequada e limitam a adoção de dietas sustentáveis. Realizou-se revisão narrativa, com busca de publicações científicas e documentos institucionais nas bases SciELO e PubMed e nos portais da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, Organização Mundial da Saúde e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Foram priorizados materiais publicados entre 2019 e 2026, em português e inglês, que abordassem dietas saudáveis e sustentáveis, custo e acessibilidade, insegurança alimentar, ambientes alimentares e desigualdades sociais. Os achados demonstraram que a sustentabilidade alimentar não pode ser reduzida à escolha individual ou à substituição de alimentos de origem animal por vegetais. Em 2024, aproximadamente 2,60 bilhões de pessoas no mundo não conseguiam custear uma dieta saudável. No Brasil, 24,2% dos domicílios apresentavam algum grau de insegurança alimentar em 2024, com maior exposição entre grupos de menor renda e populações historicamente vulnerabilizadas. A literatura também evidenciou que alimentos *in natura* tendem a apresentar menor disponibilidade e maior preço relativo em territórios vulneráveis, enquanto produtos ultraprocessados são amplamente acessíveis, convenientes e intensamente promovidos. Conclui-se que dietas sustentáveis somente podem contribuir para a equidade quando articuladas a políticas de renda, abastecimento, regulação de preços e publicidade, fortalecimento da agricultura familiar, equipamentos públicos de alimentação e ações territoriais. A transição alimentar deve ser socialmente justa, culturalmente adequada e economicamente viável, sob risco de ampliar desigualdades já existentes.

Palavras-chave: Equidade; Justiça alimentar; Segurança nutricional.

1 INTRODUÇÃO

A alimentação adequada constitui direito humano fundamental e pressupõe acesso regular e permanente a alimentos em quantidade e qualidade suficientes, sem comprometimento de outras necessidades essenciais. Nas últimas décadas, esse direito passou a ser discutido em conexão com a sustentabilidade dos sistemas alimentares, diante da contribuição da produção, do processamento, da distribuição e do consumo de alimentos para as mudanças climáticas, a perda de biodiversidade, o uso intensivo de água e solo e a geração de resíduos. Nesse contexto, dietas sustentáveis são compreendidas como padrões alimentares de baixo impacto ambiental que promovem saúde,

DOI: 10.51189/vii-coninters/85939

respeitam a biodiversidade e a cultura, são nutricionalmente adequados, seguros, economicamente acessíveis e socialmente justos (Martinelli; Cavalli, 2019).

A formulação conceitual é abrangente, porém sua aplicação prática frequentemente enfatiza apenas a dimensão ambiental, especialmente a redução do consumo de carne e a ampliação de alimentos vegetais. Essa abordagem pode ocultar um problema central: a possibilidade de escolher alimentos saudáveis e ambientalmente favoráveis não está igualmente distribuída. Renda, preços, condições de trabalho, escolaridade, raça/cor, gênero, território, disponibilidade de comércio, transporte, equipamentos domésticos e tempo para cozinhar influenciam o que as pessoas conseguem adquirir e consumir. Assim, padrões alimentares não resultam exclusivamente de preferências individuais, mas de ambientes alimentares e relações sociais que delimitam oportunidades concretas (OMS, 2024).

Dados internacionais mostram a magnitude da barreira econômica. Segundo relatório coordenado pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), em 2024, 31,9% da população mundial, aproximadamente 2,60 bilhões de pessoas, não possuíam renda suficiente para custear uma dieta saudável (FAO *et al.*, 2025). A persistência dessa inacessibilidade demonstra que recomendações nutricionais e ambientais podem ser inviáveis para parcelas expressivas da população quando não acompanhadas por políticas de proteção social e transformação dos sistemas alimentares. A inflação de alimentos agrava o problema porque famílias de baixa renda destinam proporção maior do orçamento à alimentação e dispõem de menor margem para absorver aumentos de preços.

No Brasil, a insegurança alimentar permanece marcada por desigualdades estruturais. Dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) indicaram redução da proporção de domicílios em insegurança alimentar entre 2023 e 2024, de 27,6% para 24,2%, embora 18,9 milhões de domicílios ainda permanecessem nessa condição em 2024 (IBGE, 2025). Estudos nacionais apontam maior vulnerabilidade entre famílias de menor renda, domicílios chefiados por mulheres e pessoas negras, evidenciando que fome e alimentação inadequada se articulam às desigualdades de classe, raça e gênero (Silva *et al.*, 2022; Pereira *et al.*, 2025).

A discussão sobre dietas sustentáveis exige uma perspectiva de justiça alimentar, pois recomendações nutricionais e ambientais podem produzir efeitos distintos conforme as condições econômicas, sociais e territoriais dos grupos populacionais. Uma transição alimentar que desconsidere acessibilidade, adequação cultural e desigualdades estruturais corre o risco de atribuir aos indivíduos responsabilidades que também dependem da organização dos sistemas alimentares. Diante disso, o objetivo deste estudo foi analisar como desigualdades socioeconômicas, raciais, territoriais e de gênero condicionam o acesso à alimentação adequada e constituem desafios para a adoção de dietas sustentáveis.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de revisão narrativa, escolhida por permitir a integração de evidências epidemiológicas, estudos sobre ambientes alimentares e documentos normativos relacionados às dimensões social, econômica e ambiental da alimentação. A busca foi realizada em julho de 2026 nas bases Scientific Electronic Library Online (SciELO) e PubMed e nos portais institucionais da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), da Organização Mundial da Saúde (OMS) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Foram empregados, de forma combinada, os descritores e termos livres em português e seus correspondentes em inglês: “dietas sustentáveis”/“*sustainable diets*”; “alimentação saudável”/“*healthy diet*”; “desigualdades sociais”/“*social inequalities*”; “insegurança alimentar”/“*food insecurity*”; “acesso aos alimentos”/“*food access*”; “ambiente alimentar”/“*food*

environment"; e "custo da dieta"/"*diet cost*". Foram priorizadas publicações entre 2019 e 2026, nos idiomas português e inglês, com foco em populações humanas e que apresentassem resultados empíricos, sínteses de evidências ou indicadores oficiais relacionados ao acesso econômico e territorial à alimentação adequada.

Foram excluídos textos exclusivamente opinativos, publicações sem identificação de método ou fonte de dados, estudos centrados apenas em suplementação ou tratamento clínico individual e materiais que utilizassem o termo sustentabilidade sem relação com alimentação ou sistemas alimentares. A seleção final contemplou artigos científicos nacionais e internacionais, relatórios de organismos multilaterais e levantamentos populacionais brasileiros. A análise foi organizada em quatro núcleos temáticos: acessibilidade econômica; desigualdades interseccionais; ambientes alimentares e território; e políticas públicas para uma transição alimentar justa. Por se tratar de revisão baseada em documentos de acesso público, sem participação direta de seres humanos e sem uso de informações identificáveis, não houve necessidade de submissão ao sistema CEP/Conep.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A síntese das publicações demonstrou que a acessibilidade econômica é o obstáculo mais recorrente à adoção de dietas saudáveis e sustentáveis. Embora padrões com maior participação de leguminosas, cereais integrais, frutas, hortaliças e menor presença de carnes de alto impacto possam apresentar vantagens ambientais, o custo final depende do contexto, dos preços relativos, da sazonalidade, da oferta local e da renda disponível. A FAO estimou que 2,60 bilhões de pessoas não conseguiam custear uma dieta saudável em 2024, correspondendo a quase um terço da população mundial (FAO *et al.*, 2025). Esse indicador expressa não apenas insuficiência de alimentos, mas impossibilidade material de alcançar diversidade e qualidade nutricional.

A relação entre renda e qualidade da dieta é reforçada por estudos de modelagem. Vellinga *et al.* (2025) observaram que a transição para padrões simultaneamente mais saudáveis e sustentáveis produz impactos distintos entre estratos socioeconômicos, pois grupos de menor renda enfrentam maior restrição orçamentária e menor flexibilidade para substituir alimentos. Isso significa que uma dieta teoricamente sustentável pode não ser socialmente sustentável quando exige gastos incompatíveis com a renda. A própria definição de dieta sustentável inclui acessibilidade econômica; portanto, propostas que desconsideram custo e proteção social são conceitualmente incompletas (Martinelli; Cavalli, 2019; Rockström *et al.*, 2025).

No Brasil, a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) Contínua registrou 24,2% dos domicílios em algum nível de insegurança alimentar em 2024. Apesar da melhora em comparação a 2023, a permanência de 18,9 milhões de domicílios nessa situação revela que a garantia do acesso regular a alimentos ainda não foi universalizada (IBGE, 2025). A insegurança alimentar leve envolve preocupação com a obtenção futura de alimentos e comprometimento da qualidade da dieta; nos níveis moderado e grave, ocorre redução quantitativa, podendo alcançar a experiência da fome. Logo, a desigualdade alimentar se manifesta antes da privação extrema, por meio do comprometimento da diversidade e da qualidade da alimentação, processo reconhecido na própria gradação da Escala Brasileira de Insegurança Alimentar utilizada pelo levantamento (IBGE, 2025).

A literatura brasileira mostra que a insegurança alimentar possui distribuição interseccional. Silva *et al.* (2022) identificaram maior exposição em domicílios chefiados por mulheres negras, resultado relacionado à combinação entre desigualdade salarial, inserção laboral precária, sobrecarga de trabalho de cuidado e racismo estrutural. Pereira *et al.* (2025) também encontraram associação entre insegurança alimentar e características de gênero e raça/cor da pessoa de

referência do domicílio. Esses achados indicam que políticas universais são necessárias, mas podem ser insuficientes quando não reconhecem grupos submetidos a desvantagens acumuladas.

As diferenças de consumo também refletem desigualdades sociais e raciais. Medina *et al.* (2019) identificaram desigualdades no perfil de consumo alimentar da população brasileira. Neta *et al.* (2024), ao analisarem marcadores de alimentação saudável entre mulheres brasileiras, evidenciaram variações segundo raça/cor. Tais diferenças não devem ser interpretadas como escolhas culturais isoladas, mas como resultado de condições materiais, exposição desigual a ambientes alimentares e acesso diferenciado a renda e serviços. A sustentabilidade, nesse sentido, precisa incorporar a dimensão de reparação e equidade, evitando que determinados grupos sejam responsabilizados por padrões alimentares produzidos por estruturas sociais excludentes.

O território constitui outro componente decisivo. Em áreas de vulnerabilidade social, a baixa disponibilidade de estabelecimentos que comercializam alimentos frescos, associada ao preço elevado, limita a adoção de comportamentos alimentares saudáveis (Amancio *et al.*, 2024). Ao mesmo tempo, produtos ultraprocessados apresentam ampla distribuição, longa duração, praticidade e publicidade intensa. A OMS reconhece que a acessibilidade dos alimentos é determinada pela relação entre preço e renda disponível e recomenda políticas fiscais capazes de tornar opções saudáveis mais acessíveis e desestimular produtos associados a desfechos adversos (OMS, 2024).

A dimensão temporal também é relevante. Dietas baseadas em alimentos *in natura* frequentemente demandam planejamento, aquisição, armazenamento e preparo culinário. Trabalhadores submetidos a longas jornadas e deslocamentos cotidianos podem apresentar menor disponibilidade de tempo para cozinhar. Essa condição afeta especialmente as mulheres, sobre as quais ainda recai parcela expressiva das responsabilidades relacionadas ao planejamento e ao preparo da alimentação doméstica, em associação com o trabalho remunerado e outras atividades de cuidado (Lelis; Teixeira; Silva, 2012; Oliveira et al., 2022). A promoção de dietas sustentáveis deve, portanto, considerar a divisão social e sexual do trabalho, as condições materiais para o preparo culinário e a oferta pública de refeições adequadas.

Outro ponto recorrente é a tensão entre recomendações globais e culturas alimentares locais. A redução de alimentos de maior impacto ambiental é relevante, mas não deve resultar em prescrição homogênea. O Brasil possui tradições alimentares baseadas em arroz, feijão, mandioca, milho, hortaliças e preparações culinárias que podem favorecer saúde e sustentabilidade. O fortalecimento dessas práticas requer proteção da agricultura familiar, mercados locais, feiras, compras públicas e políticas de abastecimento. Martinelli e Cavalli (2019) destacam que uma alimentação sustentável precisa respeitar cultura e biodiversidade, além de ser acessível e nutricionalmente adequada.

Os resultados também apontam que a comunicação centrada na responsabilidade individual é limitada e potencialmente injusta. Campanhas educativas têm importância, mas informação não elimina barreiras de preço, oferta e tempo. Indivíduos podem reconhecer alimentos saudáveis e ainda assim não conseguir adquiri-los. A responsabilização isolada pode produzir estigma sobre famílias em insegurança alimentar e desviar a atenção de determinantes estruturais. A alimentação é condicionada por políticas agrícolas, tributárias, trabalhistas, urbanas e comerciais, além de estratégias empresariais de produção e marketing.

As evidências foram organizadas em cinco dimensões analíticas, apresentadas na Tabela 1, que relaciona os mecanismos de desigualdade às respostas públicas indicadas pelas fontes

revisadas. Essa síntese evidencia que as barreiras econômicas se articulam a gênero, raça/cor, trabalho, território, tempo disponível, infraestrutura e reconhecimento das culturas alimentares.

Tabela 1. Desigualdades que condicionam o acesso a dietas sustentáveis e respostas recomendadas.

Dimensão	**Evidência e mecanismo**	**Respostas recomendadas**	**Referências**
Renda e preços	Custo e inflação restringem a aquisição de dietas diversificadas, sobretudo entre grupos de menor renda.	Proteção de renda, subsídios, compras públicas e políticas fiscais favoráveis a alimentos saudáveis.	FAO *et al.* (2025); Vellinga *et al.* (2025); OMS (2024)
Gênero, raça/cor e trabalho	A insegurança alimentar é mais frequente em domicílios chefiados por mulheres e pessoas negras, em interação com renda e trabalho precário.	Políticas de renda, trabalho digno, equidade racial e de gênero e serviços públicos de cuidado.	Silva *et al.* (2022); Pereira *et al.* (2025)
Território e ambiente alimentar	Territórios vulneráveis podem ter menor oferta e maior preço de alimentos frescos e maior exposição a ultraprocessados.	Feiras, equipamentos públicos, varejo de alimentos frescos, abastecimento e mobilidade.	Amancio *et al.* (2024); OMS (2024)
Tempo e recursos	Jornadas extensas, deslocamentos e sobrecarga de cuidado limitam aquisição e preparo culinário.	Políticas de trabalho e cuidado, infraestrutura doméstica e refeições institucionais adequadas.	Silva *et al.* (2022); Rockström *et al.* (2025)
Cultura e participação social	Recomendações universais podem desconsiderar tradições, biodiversidade e saberes locais.	Planejamento participativo, valorização cultural e adaptação às realidades locais.	Martinelli; Cavalli (2019); Rockström *et al.* (2025)

A transição para dietas sustentáveis demanda um conjunto articulado de intervenções. Entre as medidas identificadas na literatura estão: transferência de renda e valorização do salário; subsídios ou redução tributária para alimentos saudáveis; tributação de produtos de baixo valor nutricional; regulação da publicidade; fortalecimento da agricultura familiar e agroecológica; ampliação de feiras e mercados em territórios vulneráveis; compras públicas sustentáveis; alimentação escolar; restaurantes comunitários; cozinhas solidárias; bancos de alimentos; e planejamento urbano que favoreça o acesso físico aos alimentos. Essas estratégias distribuem responsabilidades entre Estado, setor produtivo e sociedade, em vez de concentrá-las no consumidor (FAO *et al.*, 2025; OMS, 2024; Rockström *et al.*, 2025).

As políticas fiscais apresentam potencial para alterar preços relativos, mas precisam ser desenhadas com atenção à equidade. A tributação de bebidas açucaradas e outros produtos pode reduzir consumo, enquanto subsídios a frutas, hortaliças e leguminosas podem ampliar o acesso. Contudo, impostos regressivos sem compensação podem afetar proporcionalmente mais as famílias de baixa renda. A OMS recomenda que políticas fiscais sejam integradas a ações de proteção social e monitoradas quanto aos efeitos distributivos (OMS, 2024).

Do ponto de vista ambiental, a ampliação do consumo de alimentos vegetais e a redução do desperdício podem diminuir emissões e a pressão sobre recursos naturais (Willett *et al.*, 2019; Rockström *et al.*, 2025). Entretanto, benefícios ambientais não justificam transferir custos para grupos vulneráveis. A justiça alimentar exige que os ganhos e encargos da transição sejam

distribuídos de maneira equitativa. Uma política pode reduzir emissões e, simultaneamente, aprofundar insegurança alimentar caso eleve preços ou restrinja opções sem oferecer alternativas acessíveis. Sustentabilidade e equidade devem ser avaliadas conjuntamente (Rockström *et al.*, 2025).

A revisão apresenta limitações inerentes ao delineamento narrativo, incluindo ausência de metanálise e heterogeneidade entre indicadores, populações e definições. Ademais, parte dos estudos sobre dietas sustentáveis concentra-se em países de alta renda, o que limita a transferência direta de resultados ao contexto brasileiro. Apesar disso, a convergência entre levantamentos populacionais, estudos territoriais e documentos internacionais sustenta a conclusão de que renda, raça, gênero e território condicionam fortemente o acesso à alimentação adequada e devem integrar qualquer proposta de transição alimentar.

4 CONCLUSÃO

As dietas sustentáveis apresentam potencial para promover saúde humana e reduzir impactos ambientais, mas sua adoção não depende apenas de conhecimento ou disposição individual. O acesso é condicionado por renda, preços, território, raça/cor, gênero, condições de trabalho, disponibilidade de tempo e infraestrutura. A persistência de bilhões de pessoas sem condições de custear uma dieta saudável e a elevada proporção de domicílios brasileiros em insegurança alimentar demonstram que a transição alimentar é também um problema de justiça social.

Conclui-se que políticas de sustentabilidade alimentar devem combinar proteção de renda, regulação econômica, fortalecimento da agricultura familiar, abastecimento territorial, alimentação pública e enfrentamento das desigualdades raciais e de gênero. Recomendações ambientais que não considerem acessibilidade podem ampliar exclusões e contrariar o próprio conceito de dieta sustentável. Estudos futuros devem avaliar o custo real de padrões sustentáveis em diferentes regiões brasileiras e os efeitos distributivos de políticas fiscais, compras públicas e intervenções nos ambientes alimentares.

REFERÊNCIAS

AMANCIO, L. S.; SCHEMIKO, L. B.; RETONDARIO, A. Ambiente alimentar em um território de vulnerabilidade social em Piraquara-PR. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 141, e8575, 2024.

FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2025**: addressing high food price inflation for food security and nutrition. Rome: FAO, 2025.

IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua: segurança alimentar 2024**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2025.

LELIS, C. T.; TEIXEIRA, K. M. D.; SILVA, N. M. A inserção feminina no mercado de trabalho e suas implicações para os hábitos alimentares da mulher e de sua família. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 36, n. 95, p. 523-532, 2012.

MARTINELLI, S. S.; CAVALLI, S. B. Alimentação saudável e sustentável: uma revisão narrativa sobre desafios e perspectivas. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 11, p. 4251-4262, 2019.

MEDINA, L. P. B. et al. Desigualdades sociais no perfil de consumo de alimentos da população brasileira: Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 22, supl. 2, e190011, 2019.

NETA, J. F. F. et al. Consumo de alimentos marcadores de uma alimentação saudável, segundo os grupos raciais de mulheres no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 10, e11762023, 2024.

OLIVEIRA, M. S. S. et al. Mulheres comem, mães cozinham: uma aproximação da construção da maternidade e das práticas culinárias domésticas na Amazônia Ocidental Brasileira. **Saúde e Sociedade**, São Paulo, v. 31, n. 3, 2022.

PEREIRA, T. C. et al. Insegurança alimentar, gênero e raça/cor: um estudo no semiárido nordestino. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 7, e02022024, 2025.

ROCKSTRÖM, J. et al. The EAT-Lancet Commission on healthy, sustainable, and just food systems. **The Lancet**, London, v. 406, p. 1625-1700, 2025.

SILVA, S. O. et al. A cor e o sexo da fome: análise da insegurança alimentar sob o olhar da interseccionalidade. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 38, n. 7, e00255621, 2022.

VELLINGA, R. E. et al. Diets optimized for environmental sustainability and health: implications for diet costs across socio-economic positions for Dutch adults. **Frontiers in Nutrition**, Lausanne, v. 12, 1667399, 2025.

WILLETT, W. et al. Food in the Anthropocene: the EAT-Lancet Commission on healthy diets from sustainable food systems. **The Lancet**, London, v. 393, n. 10170, p. 447-492, 2019.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Fiscal policies to promote healthy diets: WHO guideline**. Geneva: World Health Organization, 2024.

DOI: 10.51189/vii-coninters/85939

ADOÇÃO DE SISTEMA DE GESTÃO INTEGRADO BASEADO EM NORMAS ISO PARA EFETIVAÇÃO DO ESG E REDUÇÃO DO GREENWASHING EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS BRASILEIRAS

CLEBER RICARDO PAIVA; JULIANA CHIARETTI NOVI

RESUMO

O crescente agravamento dos impactos ambientais, crises sociais e das exigências regulatórias e de mercado relacionadas à sustentabilidade tem impulsionado a adoção de critérios e práticas Environmental, Social and Governance (ESG) pelas organizações. Paralelamente e principalmente em pequenas e médias empresas, o aumento da relevância estratégica do tema tem favorecido a ocorrência de práticas de *greenwashing*, caracterizadas pela divulgação de compromissos sustentáveis sem a correspondente implementação de ações efetivas, comprometendo a credibilidade do ESG, favorecendo movimentos anti-ESG e dificultando sua consolidação como instrumento de desenvolvimento sustentável. Neste contexto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar se a adoção de um sistema de gestão integrado, baseado nas principais normas da Organização Internacional para Padronização (ISO) de sistemas de gestão, potencializa o ESG na gestão organizacional de modo a apoiar empresas de pequeno e médio portes (MPE) localizadas no território brasileiro a desenvolverem-se sustentavelmente, inibindo práticas de *greenwashing*. A pesquisa caracteriza-se como aplicada, de natureza qualitativa e abordagem exploratória, conduzida por meio de revisão bibliográfica e análise documental. Foram analisados artigos científicos e documentos normativos nacionais e internacionais relacionados ao ESG e as normas ISO. Os resultados demonstraram que a adoção de sistemas de gestão normatizados constitui um mecanismo eficaz para incorporar o ESG à estratégia organizacional, promovendo governança estruturada, gestão de riscos e oportunidades, monitoramento de desempenho e melhoria contínua. A análise evidenciou ainda a convergência entre os pilares ESG, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e diversas normas ISO de sistemas de gestão, possibilitando sua integração em uma harmonizada estabelecida pelo Anexo SL das Diretivas ISO/IEC, parte 1. Conclui-se que a adoção de um sistema de gestão integrado baseado nas principais normas ISO de sistema de gestão contribui para o aumento da maturidade organizacional em sustentabilidade, fortalecendo a transparência, reduzindo o risco de *greenwashing* e ampliando a capacidade das organizações de contribuir para o alcance dos ODS.

Palavras-chave: padronização; integração; sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

Os impactos ambientais, as desigualdades, a pobreza, as ameaças globais de saúde e as crises humanitárias vêm produzindo um senso de emergência para que práticas sustentáveis sejam incorporadas no cotidiano da sociedade. No meio corporativo, dois compromissos da Organização das Nações Unidas (ONU) vêm estimulando o compromisso das empresas com a sustentabilidade: (1) o Pacto Global, que objetiva mobilizar voluntariamente as empresas para incluírem princípios relacionados com direitos humanos, relações de trabalho, meio ambiente e combate à corrupção em suas práticas de negócios e (2) a Agenda 2030, voltada para direcionar o mundo para um caminho mais sustentável e resiliente, sendo assim, uma forma de

DOI: 10.51189/vii-coninters/86099

apelo para acabar com a pobreza, proteger o meio ambiente e o clima, e garantir que todas as pessoas possam desfrutar de paz e prosperidade (Coutinho, 2021).

A adoção de práticas ESG – Enviromental, Social and Governance – vem sendo o caminho preferido pelas empresas para o desenvolvimento sustentável (Teixeira *et al.*, 2024). A Comissão de Estudo Especial de ESG (CEE-256), da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), afirma que evidências têm demonstrado que empresas que adotam o ESG em seus negócios, quer para análise de riscos ou para melhoria da performance, tendem a criar vantagem competitiva e superar financeiramente seus concorrentes, a melhorar sua reputação e fidelizar seus clientes, a atrair e reter talentos, a melhorar a produtividade e a estarem mais bem preparadas para as incertezas, atingindo elevados níveis de integridade (ABNT, 2022).

Para usufruir desses ganhos e responder às crescentes exigências de órgãos reguladores em níveis nacional e internacional, a adoção de critérios e implementação de práticas ESG, especialmente nos estágios iniciais, implicam em compromissos financeiros consideráveis. Isso faz com que muitas empresas se envolvam em uma atividade denominada *greenwashing*, ou seja, alegam publicamente que realizam práticas sustentáveis na busca de criar uma imagem positiva, no entanto, não realizam melhorias tangíveis associadas a proteção do meio ambiente e da vida (Ali *et al.*, 2026). Essa falta de genuinidade, além de descredibilizar o ESG, podem prejudicar a reputação dessas empresas, gerando restrições financeiras e falta de confiança no mercado, bem como, ameaçam a saúde do planeta em longo prazo.

Empresas maiores, pela própria pressão e regulação do mercado financeiro, geralmente possuem uma maturidade em ESG mais elevada em relação as pequenas e médias empresas (PME). Pesquisa conduzida pela Serasa Experian em 2023, voltada para entender a maturidade em ESG das PME, revelou necessidades de conscientização e de inserção do assunto com maior robustez na estratégia corporativa (Serasa Experian, 2023).

A Organização Internacional para Padronização (ISO) estabelece os padrões normativos de sistemas de gestão mais adotados no mundo (Ronalter *et al.*, 2023a). A norma ISO 9000, define sistema de gestão como um "conjunto de elementos inter-relacionados ou interativos de uma organização para estabelecer políticas, objetivos e processos para alcançar esses objetivos" (ABNT, 2015, p.19). Não existe um padrão normativo da ISO para sistemas de gestão para ESG, sendo então necessário a integração de diversos padrões normativos disponíveis.

Neste contexto, este trabalho tem como objetivo avaliar se a adoção de um sistema de gestão integrado (SGI), baseado nas principais normas ISO de sistemas de gestão, potencializa o ESG na gestão organizacional de modo a apoiar as MPE localizadas no território brasileiro a desenvolverem-se sustentavelmente, inibindo práticas de *greenwashing*.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza exploratória e analítico-conceitual, uma vez que busca compreender, organizar e estruturar conceitos, princípios e relações teóricas associadas ao ESG e aos sistemas de gestão, sem a pretensão de mensuração estatística ou generalização empírica. A abordagem é qualitativa, pois o objeto de estudo envolve constructos complexos, normativos e conceituais, como sustentabilidade, governança e sistemas de gestão, cuja compreensão demanda interpretação teórica e análise crítica da literatura e de documentos normativos. Do ponto de vista de sua finalidade, a pesquisa é exploratória, pois busca aprofundar o entendimento e sistematizar conhecimentos ainda fragmentados na literatura, especialmente no que se refere à integração entre ESG e sistemas de gestão normatizados.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86099

O procedimento de análise bibliográfica e documental foi adotado nessa pesquisa para que o objetivo deste trabalho seja cumprido. Para tanto foram consultadas fontes na literatura científica nacional e internacional (Scopus; Scielo; Web of Science; ScienceDirect; Google Scholar), publicadas entre 2020 e 2026 e nas línguas inglesa e portuguesa. Além disso, foram utilizados documentos normativos e institucionais reconhecidos (ABNT PR 2030:2022, as principais normas ISO de sistemas de gestão e ESG e a Agenda 2030 da ONU). Nele, foi avaliada a relação entre os sistemas de gestão normatizados pela ISO e as práticas e critérios ESG, identificando a viabilidade e os benefícios da adoção desses sistemas de gestão para o desenvolvimento sustentável e contribuições para o cumprimento dos ODS. Foi verificada também a aplicabilidade desses sistemas de gestão para MPE localizadas no território brasileiro e o relacionamento das normas ISO com os pilares ESG e os ODS.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de documentos normativos permitiu identificar que a adoção de sistemas de gestão é recomendável para a condução, de forma estratégica e orquestrada, das práticas ESG para o desenvolvimento sustentável das organizações, atingimento dos ODS e a inibição do *greenwashing*. Na norma NBR ISO 9000, é apresentado que a adoção de um sistema de gestão potencializa as chances de obtenção de um sucesso sustentável, ou seja, com resultados desejados, que se sustenta ao longo de um período e que equilibra os interesses financeiros com os sociais e ambientais, englobando assim as necessidades das partes interessadas (ABNT, 2015). Corroborando com isso, a Prática Recomendada PR 2030 (ANBT, 2022) e o Acordo Internacional de *Workshop* IWA 48 (ISO, 2024b) sinalizam que os sistemas de gestão estabelecem a estrutura necessária de processo e gestão para a inclusão dos critérios ESG na gestão e estratégia das organizações de forma genuína a Especificação Disponível Publicamente ISO/UNDP PAS 53002 (ISO, 2024c) considera que os sistemas de gestão contribuem para o alcance dos ODS e para integrar o desenvolvimento sustentável na estratégia empresarial.

Além dos documentos normativos, esse relacionamento benéfico do sistema de gestão com o ESG e atingimento dos ODS também é verificado em artigos científicos. Saipidinov *et al.* (2025) considera que o uso integrado de sistemas de gestão em conformidade com várias normas ISO permite a formação de um sistema complexo voltado para assegurar o desenvolvimento sustentável dos negócios em um contexto de crescentes desafios ambientais, riscos globais e expectativas sociais. Desta forma, oferece ferramentas eficazes para as estruturas empresariais, auxiliando-as a solucionar tarefas complexas relacionadas ao ESG.

Ronalter *et al.* (2023a), em pesquisa realizada com 4292 empresas da Europa, Ásia Oriental e América do Norte demonstraram que os Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ) e os Sistemas de Gestão Ambiental (SGA) proporcionam vantagem competitiva e representam ferramentas poderosas para alcançar um desempenho maior em ESG. Empresas com SGQ e/ou SGA alcançaram pontuações ESG estatisticamente significativas mais altas do que empresas sem esses sistemas de gestão. Durak Usar (2024), em estudo feito com 148 empresas manufatureiras turcas listadas na bolsa de valores de Istambul, conclui que as normas ISO, ao seguirem diretrizes de gestão, melhoram o desempenho das empresas e as certificações ISO potencializam o atendimento dos critérios ESG e atingimento dos ODS.

Silva *et al.* (2025), em pesquisa realizada com empresas portuguesas listadas no Índice de Valores Mobiliários Português, constataram que diversas empresas usufruem de certificações ISO de sistema de gestão ambiental, de energia e de segurança do trabalho para aprimorar suas práticas ESG. Schmuck (2021) e Alkabbanie (2020), ao compararem as diretrizes ESG utilizadas na Europa para o ensino superior com os princípios da qualidade contidos na ISO 9001 concluiu que todos os princípios estão incluídos nas diretrizes ESG, evidenciando assim uma grande aderência da ISO 9001 aos critérios ESG.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86099

Os sistemas de gestão normatizados pela ISO geram valiosas contribuições para que os critérios ESG sejam cumpridos. A Prática Recomendada PR 2030 (ABNT, 2022) apresenta algumas dessas contribuições na Tabela 1 para os pilares Ambiental, Social e de Governança.

Tabela 1 – Algumas das contribuições dos sistemas de gestão normatizados pela ISO nos pilares do ESG

Normas de Sistemas de Gestão (NSG)	**Pilar Ambiental (E)**	**Pilar Social (S)**	**Pilar Governança (G)**	**Contribuições para o desenvolvimento sustentável da organização**
ISO 14001 Sistemas de gestão ambiental – Requisitos com orientações para uso	x			Gestão de resíduos efetiva e de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)
	x			Prevenção da poluição e redução dos impactos ambientais negativos
	x			Gerenciamento de áreas contaminadas, evitando desastres
ISO 9001 Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos		x		Melhoria nas relações e práticas de trabalhos com o desenvolvimento profissional (de competências)
			x	Maior engajamento das partes interessadas para as questões de ESG
ISO 50001 Sistemas de gestão da energia – Requisitos com orientações para uso	x			Obtenção de maior eficiência energética
ISO 45001 Sistemas de gestão para saúde e segurança ocupacional – requisitos com orientações para uso	x			Manuseio, transporte e armazenagem adequada de produtos perigosos
		x		Melhoria do ambiente laboral, e à prevenção de doenças ocupacionais e dos acidentes relacionados ao trabalho
		x		Maior qualidade de vida
ISO 37301 Sistemas de gestão de *compliance* – Requisitos com orientações para uso			x	Conduta empresarial adequada minimizando riscos com práticas corruptivas, subornos e atitudes antiéticas
			x	Responsabilização (prestação de contas)
ISO/IEC 27001 Tecnologia da informação – Técnicas de segurança – Sistemas de gestão da segurança da informação – Requisitos			x	Proteção dos ativos de informação
			x	Privacidade de dados pessoais

Fonte: elaborado pelo autor com base na PR 2030 (ABNT, 2022).

Dada a importância do ESG, um crescente número de empresas vem empregando estratégias de sustentabilidade e divulgando informações sobre suas práticas para impactar positivamente a reputação e a marca do negócio, bem como, para influenciar as percepções de investidores quanto às perspectivas futuras (Moreira *et al.*, 2023). Para garantir a transparência dessas informações, grandes empresas de capital aberto adotam métricas para ESG como, por exemplo, o ESG score, disponibilizado pela Thomson Reuters (Moreira *et al.*, 2023).

A ISO, por sua vez, estabelece normas de sistema de gestão são concebidas para serem amplamente aplicáveis em todos os setores econômicos, às organizações de vários tipos e dimensões e em diversos idiomas, condições geográficas, culturais e sociais, e setoriais (ISO, 2024a). Com isso, é possível concluir que elas podem ser aplicadas em empresas de todos os portes e a adoção delas em seu sistema de gestão, principalmente quando certificado, contribui para a credibilidade de suas ações em relação aos critérios ESG, mesmo sem métricas oficiais para ESG. As normas ISO são publicadas no Brasil em sua língua vernácula pela Associação

Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), logo o sistema de gestão normatizado é um mecanismo aplicável MPE brasileiras.

Essas normas de sistema de gestão elaboradas pela ISO são específicas por disciplinas como, por exemplo, gestão da qualidade, gestão ambiental, saúde e segurança ocupacional, e *compliance*. O atendimento dos critérios ESG exige que o sistema de gestão a ser adotado integre parte disciplinas. Para viabilizar essa integração, a ISO desenvolveu o Anexo SL da Diretiva ISO/IEC – Parte 1, uma estrutura de alto nível, que harmoniza as normas de sistema de gestão (ISO, 2024a).

A análise dos documentos ABNT PR 2030:2022, ISO IWA 48:2024, e a análise bibliométrica de Ronalter *et al.* (2022) demonstrou a relação direta dos sistemas de gestão normatizados e dos pilares do ESG com os ODS. Comparando a norma ABNT PR 2030 (2022) com os resultados da análise bibliométrica realizada pelos autores foram encontradas sinergias e algumas divergências conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2– Comparação entre ABNT PR 2030:2022 e análise bibliométrica realizada por Ronalter *et al.* (2023)

(continua)

Normas ISO de sistema de gestão de requisitos	Eixos			Objetivos de Desenvolvimento Sustentável																
	Ambiental (E)	Social (S)	de Governança (G)	1 – Erradicação da pobreza	2 – Fome zero e agricultura sustentável	3 – Saúde e bem-estar	4 – Educação de qualidade	5 – Igualdade de gênero	6 – Água potável e saneamento	7 – Energia limpa e acessível	8 – Trabalho decente e cresc. econômico	9 – Indústria, inovação e infraestrutura	10 – Redução das desigualdades	11 – Cidades e comunidades sustentáveis	12 – Consumo e produção sustentáveis	13 – Ação contra a mudança do clima	14 – Vida na água	15 – Vida terrestre	16 – Paz, justiça e instituições eficazes	17 – Parcerias e meios de implementação
ABNT NBR ISO 14001	C	B	B	B	B	B	B	-	B	B	B	B	-	-	B	B	B	B	-	-
ABNT NBR ISO 50001	C	-	B	-	-	-	-	-	-	B	-	-	-	B	B	B	-	-	-	-
ISO 46001	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	B	B	B	B	-	-	-
ABN NBR ISO 45001	C	C	B	-	-	B	-	B	-	-	B	B	B	B	-	-	-	-	B	-
ABNT NBR ISO 37101	-	A	-	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	-
ABNT NBR ISO 9001	B	C	C	B	-	-	-	-	-	-	-	B	-	-	B	-	B	-	-	-
ABNT NBR ISO 22301	-	-	C	-	-	-	-	-	B	B	B	B	-	B	-	-	-	-	B	-
ABNT NBR ISO/IEC 27701	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ABNT NBR ISO 37001	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	B	-	-	B	-	-	-	-	B	-
ABNT NBR ISO 37301	-	-	A	-	-	-	-	-	-	-	B	-	-	B	-	-	-	-	B	-
ABNT NBR ISO/IEC 27001	-	B	C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Legenda: A – Somente ABNT PR 2030:2022 | B – Somente análise bibliométrica | C – ABNT PR 2030:2022 e análise bibiométrica																				

Fonte: elaborado pelo autor com base na ABNT PR 2030 (2022) e Ronalter *et al.* (2023).

A construção da Tabela 2 levou em consideração as seguintes diferenças identificadas na norma ABNT PR 2030:2002 e na análise bibliométrica: (1) para as normas ISO 14001, 50001, 45001, 9001 e 27001 foram consideradas as saídas da análise bibliométrica de Ronalter *et al.* (2023), pois estão mais aderentes aos objetivos da norma e com pesquisas que foram realizadas posteriormente a análise, (2) para as normas ISO 27701, ISO 37001 e ISO 37301, a ABNT PR 2030:2022 foi considerada, pois a análise bibliométrica não produziu informações associando essas normas com os pilares ESG e (3) o relacionamento com os ODS, manteve-se as saídas da análise bibliométrica de Ronalter *et al.* (2023).

4 CONCLUSÃO

Para que as práticas de ESG passem a ser consideradas como fator competitivo é recomendável a implementação de um sistema de gestão que estabelece políticas, objetivos, metas e processos para que o sucesso sustentável seja alcançado. A adoção das principais normas de requisitos de sistemas de gestão da ISO de forma integrada potencializa o atendimento dos critérios ESG e o direcionamento estratégico das organizações para o desenvolvimento sustentável. Além disso, contribui para o atingimento dos ODS definidos na Agenda 2030 da ONU. Caso o sistema de gestão seja devidamente implementado nas organizações, com intenção ética, e auditado por Organismos Certificadores de Sistema de Gestão acreditados, o risco de *greenwashing* cai drasticamente e, como consequência, contribui para valorizar a imagem das iniciativas ESG.

O Anexo SL da Diretiva ISO/IEC – Parte 1, desenvolvida para harmonizar as normas de sistema de gestão permite a integração das diversas normas de sistemas de gestão da ISO. A forma como essas normas foram estabelecidas possibilita o uso delas por pequenas e médias empresas (MPE), contribuindo para a disseminação de práticas ESG de forma estruturada. A publicação das normas ISO pela ABNT no Brasil garante fácil acesso e melhor entendimento por organizações instaladas no território nacional. Por fim, o sistema de gestão passa a ser também um meio eficiente para democratizar a responsabilidade e o engajamento necessários para integrar sociedade, empresas e governo num movimento coordenado para que os ODS sejam alcançados e para que cada parte interessada assuma o seu papel na busca de suprir as necessidades do presente sem comprometer as futuras gerações.

REFERÊNCIAS

ALKABBANIE, Rasha. ESG 2015 vs. ISO 9001:2015 regarding stakeholders. *International Journal of Social Sciences & Educational Studies*, v. 7, n. 2, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.23918/ijsses.v7i2p46. Acesso em: 28 nov. 2024.

ALI, Asif; SUBHANI, Bilal Haider; ZUNHUAN, Shen. The role of internal governance competence in mitigating ESG greenwashing: insights from emerging markets. *Economics of Governance*, v. 27, n. 1, 7 jan. 2026. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10101-025-00346-y. Acesso em: 27 jan. 2026.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *ABNT NBR ISO 9000:2015: sistemas de gestão da qualidade: fundamentos e vocabulário*. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *ABNT PR 2030:2022: ambiental, social e governança (ESG): conceitos, diretrizes e modelo de avaliação e direcionamento para organizações*. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

COUTINHO, Leandro de Matos. O Pacto Global da ONU e o desenvolvimento sustentável. *Revista BNDES*, Rio de Janeiro, v. 28, n. 56, p. 501-518, dez. 2021. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/22029/1/13-BNDES-Revista56-PactoGlobalONU.pdf. Acesso em: 28 nov. 2024.

DURAK UŞAR, Damla. Impact of ISO certifications on corporate financial performance: evidence from Istanbul Stock Exchange-listed manufacturing companies. *Sustainability*, v. 16, n. 16, p. 7021, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.3390/su16167021. Acesso em: 1 mar. 2025.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). *ISO/IEC Directives, Part 1: Procedures for the technical work – Consolidated ISO Supplement: Procedures specific to ISO.* Geneva: ISO, 2024a. Disponível em: https://www.iso.org/sites/directives/current/consolidated/index.html#_Toc134090862. Acesso em: 28 nov. 2024.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). *ISO IWA 48:2024: environmental, social and governance (ESG): implementation principles*. Geneva: ISO, 2024b.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). *ISO/UNDP PAS 53002:2024: guidelines for contributing to United Nations Sustainable Development Goals*. Geneva: ISO, 2024c.

MOREIRA, Caritsa Scartaty et al. Environmental, social and governance e o ciclo de vida das firmas: evidências no mercado brasileiro. *Revista Contabilidade & Finanças*, v. 34, n. 92, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1808-057x20231729.pt. Acesso em: 28 nov. 2024.

RONALTER, Louis Maximilian; BERNARDO, Merge; ROMANÍ, Javier Manuel. Quality and environmental management systems as business tools to enhance ESG performance: a cross-regional empirical study. *Environment, Development and Sustainability*, v. 25, p. 9067-9109, 2023a. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10668-022-02425-0. Acesso em: 28 nov. 2024.

RONALTER, Louis Maximilian; POLTRONIERI, Camila Fabrício; GEROLAMO, Mateus Cecilio. ISO management system standards in the light of corporate sustainability: a bibliometric analysis. *The TQM Journal*, v. 35, n. 9, p. 256-298, 2023b. Disponível em: https://doi.org/10.1108/TQM-09-2022-0279. Acesso em: 28 nov. 2024.

SAIPIDINOV, Ilham M. et al. Environmental management of quality: the modern vision of sustainable business. *International Journal for Quality Research*, v. 19, n. 2, p. 535-548, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.24874/IJQR19.02-12. Acesso em: 12 out. 2025.

SCHMUCK, Roland. Comparison of the ESG guidelines used in the European Higher Education Sector with the principles of the ISO 9001:2015 quality management standard. Quality – Access to Success, v. 22, n. 181, 2021. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/345686085_Comparison_of_the_ESG_Guidelines_Used_in_the_European_Higher_Education_Sector_with_the_Principles_of_the_ISO_90012015_Quality_Management_Standard. Acesso em: 28 nov. 2024.

SERASA EXPERIAN. *Pesquisa sobre a maturidade em ESG das MPMEs no Brasil*. 2023. Disponível em: https://www.serasaexperian.com.br/sala-de-imprensa/pmes/89-das-pmes-ja-adotam-algum-tipo-de-pratica-esg-no-dia-a-dia-revela-pesquisa-da-serasa-experian/. Acesso em: 28 nov. 2024.

SILVA, Amélia Cristina Ferreira da et al. Assessing the sustainability disclosure practices of Portuguese PSI companies. *Revista de Administração Contemporânea*, v. 29, n. 5, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1982-7849RAC2025240307.EN. Acesso em: 27 jan. 2026.

LOGÍSTICA REVERSA DE RESÍDUOS VÍTREOS E ECONOMIA CIRCULAR: CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE UM EMPREENDIMENTO CIRCULAR

MARLI APARECIDA BAUM

RESUMO

O modelo econômico linear tradicional, fundamentado no fluxo de extrair, produzir, consumir e descartar, demonstra-se ineficiente diante da finitude dos recursos naturais e dos limites ecológicos do planeta. Em contrapartida, a Economia Circular (EC) surge como um paradigma restaurativo e regenerativo estruturado para mitigar desperdícios e manter materiais em seu nível máximo de utilidade. O objetivo geral desta pesquisa é analisar como uma empresa de logística reversa adota na prática as estratégias de Economia Circular. Para alcançar esse propósito, utilizou-se o método de estudo de caso único com abordagem qualitativa e quantitativa centrada em uma microempresa de logística reversa de resíduos vítreos localizada em Foz do Iguaçu, Paraná. A coleta de dados integrou a realização de entrevistas semiestruturadas com o sócio proprietário, além de observação direta e análise de documentos operacionais. Os resultados revelam que a organização se caracteriza como um Modelo de Negócio Circular Nativo, operando de forma direta no ciclo técnico por meio da recuperação e destinação correta de resíduos vítreos. O estudo permitiu mapear os elementos práticos da circularidade, distinguir as estratégias de *looping* curto e longo na cadeia e evidenciar os principais motivadores regulatórios e desafios operacionais enfrentados pela organização através da aplicação de uma matriz morfológica para caracterizar e configurar Modelos de Negócio de Economia Circular no contexto brasileiro. Conclui-se que a pesquisa cumpre o papel de reduzir a lacuna entre a teoria acadêmica e a prática corporativa, demonstrando o estreito alinhamento da gestão de resíduos com as diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos e com as metas estabelecidas na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Reciclagem; Inovação.

1 INTRODUÇÃO

O modelo de produção instaurado com a Revolução Industrial estabeleceu uma lógica linear baseada em extrair, produzir, consumir e descartar (Vence; Pereira, 2018). Esse fluxo assume erroneamente a infinitude dos recursos naturais e a capacidade ilimitada do meio ambiente de absorver rejeitos, gerando passivos severos como a poluição e a degradação dos ecossistemas (Wettman, 2019).

Diante dessa inadequação frente ao desenvolvimento sustentável, a Economia Circular surge como um paradigma restaurativo que dissocia o crescimento econômico do consumo de recursos finitos (Vence; Pereira, 2018). Nesse cenário, destacam-se os empreendimentos circulares nativos, que são organizações concebidas e estruturadas sob a lógica da circularidade desde a sua gênese operacional (Rovanto; Bask, 2021).

A Economia Circular opera sob a premissa de fechar ciclos de materiais por meio de imperativos estratégicos de retenção de valor, divididos entre ciclos técnicos e biológicos (Reike; Vermeulen; Witjes, 2018). No entanto, a literatura científica contemporânea ainda

DOI: 10.51189/vii-coninters/86127

carece de frameworks práticos que descrevam detalhadamente como as organizações adaptam e operacionalizam seus modelos de negócios no cotidiano (Bocken *et al.,* 2019).

Para superar essa lacuna e categorizar a diversidade dessas iniciativas, surge a necessidade de ferramentas taxonômicas, como a matriz morfológica, uma abordagem metodológica capaz de mapear e configurar as diferentes dimensões estruturais de um modelo de negócio sustentável.

A relevância de investigar experiências práticas na cadeia do vidro fundamenta-se também no atendimento a marcos regulatórios como a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e os pactos globais estabelecidos pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030.

Nesse contexto, este estudo delimita a seguinte questão de investigação: Como uma microempresa de logística reversa de resíduos vítreos adota na prática as estratégias de Economia Circular? O objetivo geral do estudo consiste em analisar a adoção prática das estratégias de Economia Circular por parte da organização estudada, aplicando o *framework* de uma matriz morfológica de referência para a caracterização e configuração desse modelo de negócio circular.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa caracteriza-se como um estudo de caso único de natureza aplicada, combinando abordagens qualitativas e quantitativas. O objeto de estudo delimitado foi uma microempresa de logística reversa de resíduos vítreos, fundada em 2018 e localizada na Região Oeste do Paraná.

Com base nos dados coletados em campo entre de novembro de 2022 a novembro de 2023, a empresa operava com uma equipe fixa de até 5 colaboradores diretos e uma rede capilarizada de parceiros logísticos locais. Sua carteira ativa abrangia mais de 100 clientes corporativos (B2B), incluindo grandes geradores comerciais (hotéis, restaurantes, bares, condomínios e postos de combustíveis) e prestadores de serviços urbanos, além de gerir pontos de entrega voluntária (PEVs) que atendem a comunidade em geral. A escolha dessa organização justifica-se por sua atuação consolidada no mercado local, servindo de base empírica para a modelagem taxonômica proposta.

O processo de coleta de evidências foi estruturado de forma multifacetada para garantir a triangulação dos dados. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas em profundidade com o sócio proprietário da organização, com roteiros validados e focados no histórico e fluxo do negócio. Complementarmente, aplicou-se a técnica de observação direta das etapas operacionais de recepção, triagem e moagem do vidro, além da realização de análise documental de registros internos, tabelas de preços e relatórios de evolução de clientes.

Todos os dados coletados foram validados e categorizados por meio de uma Matriz de Amarração Metodológica. Na etapa de análise, essas evidências empíricas foram confrontadas com a literatura de Modelos de Negócio de Economia Circular (CEBM). Esse cruzamento analítico fundamentou o método de análise morfológica, utilizado para isolar as variáveis estruturais do negócio e, consecutivamente, conceber o *framework* de caracterização teórica do empreendimento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise empírica evidenciou que a organização estudada opera como um Modelo de Negócio Circular Nativo (MNCN) focado no ciclo técnico de recuperação de recursos. A partir do cruzamento entre os dados coletados (entrevistas, documentos e observação) e os *frameworks* da literatura, consolidou-se a aplicação de uma matriz morfológica de negócios circulares. Essa ferramenta taxonômica visa mapear e caracterizar as dimensões fundamentais

que sustentam a circularidade organizacional. Para fins deste resumo expandido, o Quadro 1 apresenta o perfil morfológico resultante da aplicação desse modelo ao caso concreto, sintetizando algumas de suas dimensões.

Quadro 1 – Perfil Morfológico do Caso Estudado a partir de um *Framework* de referência.

Dimensões Estruturais	Parâmetros de Configuração	Evidência Prática no Caso Estudado
1. Proposta de Valor	Tipo de *Loop* Circular	*Loop* Longo (Reciclagem e reprocessamento industrial como matéria-prima).
	Escopo Ecológico	Mitigação de passivos ambientais urbanos através da destinação correta do vidro pós-consumo.
2. Criação e Entrega	Canais de Captação	Fluxo misto: depósitos voluntários de pessoas físicas/jurídicas em PEVs e coleta programada em geradores comerciais contratantes.
	Processamento Técnico	Beneficiamento mecânico (triagem por cor, limpeza e moagem em diferentes granulometrias).
3. Captura de Valor	Fonte de Receita Principal	Prestação de serviços de logística reversa através da contratação formal por empresas geradoras comerciais.
	Segmento Contratante	Segmento B2B (Condomínios, postos de combustíveis, bares, hotéis, restaurantes e estabelecimentos similares).
	Fluxo Secundário	Venda de resíduos vítreos beneficiados para indústrias vidreiras como substituto de insumos virgens.
4. Governança e Rede	Fatores Institucionais	Alinhamento estrito às exigências legais da PNRS (Lei nº 12.305/2010) e conformidade ESG.
	Barreiras Críticas	Volatilidade logística e necessidade de engajamento contínuo na separação inicial na fonte.

Fonte: Adaptado a partir de uma matriz morfológica de referência (2026).

A análise morfológica demonstra que a sustentabilidade financeira e operacional da organização estudada reside na diversificação de sua captura de valor. Ao contrário de recicladoras tradicionais que dependem exclusivamente da *commodity* do material reciclado, a principal receita da empresa advém da prestação de serviços de gestão de resíduos para o segmento comercial (B2B).

Esse modelo atende diretamente a estabelecimentos como hotéis, restaurantes, bares, postos de combustíveis e condomínios, que terceirizam sua conformidade ecológica. Complementarmente, o ecossistema é abastecido por pontos de entrega voluntária (PEVs), nos quais cidadãos e empresas depositam seus resíduos espontaneamente.

O vidro, por ser um material infinitamente reciclável sem perda de propriedades mecânicas, permite o fechamento perfeito do ciclo técnico (Reike; Vermeulen; Witjes, 2018). Contudo, a destinação final dos resíduos vítreos beneficiados para indústrias vidreiras enfrenta desafios de escala e distância geográfica, o que valida a estratégia da empresa de focar o coração do seu negócio na prestação do serviço de gestão de resíduos através da logística reversa. Essa configuração reforça o papel indutor da legislação nacional (PNRS), uma vez que os geradores comerciais recorrem à contratação da microempresa para mitigar seus riscos regulatórios. Assim, a configuração morfológica apresentada consolida-se como

um *framework* realista para descrever o sucesso de microempresas circulares no cenário brasileiro.

Essa engrenagem mercadológica e operacional ganha contornos ainda mais nítidos ao ser analisada sob as especificidades do município avaliado. Sendo a região um polo de referência mundial em turismo, a geração de resíduos vítreos pós-consumo é massiva e descentralizada, concentrando-se fortemente na cadeia de hotelaria e gastronomia local. Ademais, a cidade abriga importantes projetos-piloto voltados ao desenvolvimento de cidades inteligentes, como um programa pioneiro considerado o primeiro bairro inteligente do país em regime de *sandbox* em parceria com um parque tecnológico local, as diretrizes de programas federais de destinos turísticos inteligentes e plataformas municipais de governança digital.

A inserção nesses ecossistemas de inovação aberta atua como um vetor de fomento institucional e de engajamento comunitário para negócios circulares nativos. Entretanto, as discussões locais sobre *smart cities* historicamente priorizam eixos como segurança pública, conectividade e mobilidade urbana, registrando lacunas no tratamento da dimensão ecológica e da gestão de resíduos sólidos urbanos.

A atuação da iniciativa privada em questão preenche exatamente esse hiato prático. Ao alinhar a infraestrutura de logística reversa local às metas de cidades sustentáveis da Agenda 2030, a matriz morfológica resultante do *framework* de referência valida-se não apenas como um constructo teórico, mas como um roteiro analítico replicável para outros destinos turísticos e cidades inteligentes em transição ecológica.

4 CONCLUSÃO

Este estudo cumpre com o objetivo proposto ao evidenciar os mecanismos operacionais que viabilizam a transição prática para a circularidade no nível micro das organizações. A trajetória da organização estudada valida a viabilidade técnica, ecológica e comercial de negócios circulares nativos focados na cadeia do vidro, demonstrando que o sucesso desses empreendimentos está diretamente atrelado à prestação de serviços de logística reversa especializados em mercados corporativos de alta demanda, como o polo turístico do município avaliado.

Como limitação da pesquisa, aponta-se a natureza de estudo de caso único, o que impede a generalização estatística dos dados para outros setores produtivos. Para perspectivas futuras, recomenda-se a aplicação do perfil morfológico e do *framework* de referência em empresas de médio e grande porte inseridas em ecossistemas de cidades inteligentes. Essa validação expandida permitirá testar a robustez da matriz como ferramenta indutora de políticas públicas urbanas voltadas ao fechamento de ciclos de materiais em destinos turísticos sustentáveis.

REFERÊNCIAS

BOCKEN, N. et al. Antecedents and barriers to circular business model innovation. **Journal of Cleaner Production**, v. 235, p. 1-15, 2019.

REIKE, D.; VERMEULEN, W. J. V.; WITJES, S. The circular economy: New or refurbished as CE 3.0? Exploring controversies and concepts, with a focus on waste management in the 10Rs hierarchy. **Resources, Conservation and Recycling,** v. 135, p. 246-264, 2018.

ROVANTO, N.; BASK, A. Market orientation in circular economy business models. **Business Strategy and the Environment**, v. 30, n. 5, p. 2541-2557, 2021.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86127

VALVE, H.; LAZAREVIC, D.; HUMALISTO, A. Relational business models: Operationalizing circular economy. **Ecological Economics**, v. 185, p. 107052, 2021.

VENCE, X.; PEREIRA, Á. Eco-innovation and Circular Economy in the European Union. **Environmental Sciences Europe**, v. 30, n. 1, p. 1-13, 2018.

WETTMAN, O. **Impactos da cadeia de suprimentos e o Antropoceno**. São Paulo: Editora Sustentável, 2019.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86127

POLÍTICAS DE INOVAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE: DELIMITANDO OS CONCEITOS DE TRANSFORMATIVE INNOVATION POLICY (TIP) E MISSION-ORIENTED INNOVATION POLICY (MOIP)

FLAVIA MASSUGA; CARLA CRISTIANE SOKULSKI

RESUMO

As políticas de inovação para a sustentabilidade têm recebido crescente atenção em razão da necessidade de enfrentar grandes desafios sociais e ambientais. Nesse contexto, destacam-se as Políticas de Inovação Transformadoras (*Transformative Innovation Policy* – TIP) e as Políticas de Inovação Orientadas por Missões (*Mission-Oriented Innovation Policy* – MOIP). Entretanto, a literatura ainda apresenta divergências quanto à relação entre essas abordagens que correspondem a terceira geração de políticas, sendo frequentemente tratadas como equivalentes, complementares ou mesmo como subconjuntos uma da outra. Diante disso, este estudo teve como objetivo analisar as aproximações, distinções e sobreposições entre as TIP e as MOIP visando contribuir para a delimitação conceitual dessas abordagens no campo das políticas de inovação para a sustentabilidade. Metodologicamente, caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, de natureza descritiva e bibliográfica, fundamentada na análise da literatura sobre ambas as abordagens. Os resultados evidenciam que, embora as TIP e as MOIP compartilhem princípios comuns, como o enfrentamento de grandes desafios sociais, a direcionalidade da inovação, a atuação de múltiplos atores e a coordenação governamental, diferem quanto aos seus fundamentos teóricos, unidade de análise, foco e mecanismos de atuação. Enquanto as TIP fundamentam-se na literatura das transições para a sustentabilidade e priorizam a transformação dos sistemas sociotécnicos por meio da experimentação e da aprendizagem, as MOIP concentram-se no direcionamento estratégico da inovação mediante a definição de missões pelo Estado, de cima para baixo, capazes de mobilizar atores e instrumentos de política para o alcance de objetivos específicos. Conclui-se que as duas abordagens devem ser compreendidas como conceitos articulados e complementares, porém conceitualmente distintos.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável; Sistemas de Inovação; Desafios Sociais.

1 INTRODUÇÃO

A sociedade enfrenta, em escala global, diversos desafios ambientais e sociais expressos nos Objetivos do desenvolvimento Sustentável (ODS), que integram questões como segurança alimentar e energética, pobreza, desigualdades e emergência climática (Al-Jayyousi, 2023). A complexidade desses desafios exige mudanças estruturais na sociedade e demanda novas formas de formulação e implementação de políticas de inovação capazes de promover transformações em direção ao desenvolvimento sustentável (Ghosh *et al.,* 2021).

Ao longo das últimas décadas, as políticas de inovação passaram por importantes transformações em seus objetivos. A primeira geração dessas políticas, consolidada no período pós-Segunda Guerra Mundial, concentrou-se no incentivo à Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), fundamentando-se na premissa de que o investimento em ciência e tecnologia impulsionaria o crescimento econômico. Posteriormente, a partir da década de 1980, emergiu a perspectiva de sistemas de inovação com vistas a promoção de competividade a partir de sistemas nacionais de inovação para a difusão e comercialização de conhecimento (Schot; Steinmueller, 2018; Diercks; Larsen; Steward, 2019).

DOI: 10.51189/vii-coninters/86139

Entretanto, embora essas abordagens tenham contribuído para o avanço científico, tecnológico e econômico, elas se mostraram insuficientes para responder à natureza sistêmica e multidimensional dos desafios contemporâneos relacionados à sustentabilidade (Schot; Steinmueller, 2018). Nesse contexto, a política de inovação passou a incorporar uma perspectiva mais orientada para o enfrentamento de problemas sociais e ambientais complexos, reconhecendo que o crescimento econômico, por si só, não constitui justificativa suficiente para orientar o desenvolvimento tecnológico (Wanzenböck *et al*., 2020; Ghosh *et al.,* 2021).

Surge então, nesse contexto, uma terceira geração de políticas de inovação que reconhece a importância de abordar problemas sociais e ambientais, direcionando os processos inovativos para solução de grandes desafios. Entre as principais abordagens destacam-se as Políticas de Inovação Orientadas para Desafios, ou também chamada de Políticas de Inovação Orientada por Missões (*mission-oriented innovation policies* [*MOIPs*]), e uma estrutura de política de inovação para mudanças transformadoras, denominada de Políticas de Inovação Transformadoras (*Transformative innovation policy* [*TIP*]) (Diercks; Larsen; Steward, 2019; Hekkert *et al*., 2020). Embora ambas compartilhem o entendimento de que a política de inovação deve contribuir para promover mudanças sociais e ambientais, além do crescimento econômico e da competitividade, seus fundamentos teóricos, objetivos e mecanismos de atuação ainda são frequentemente apresentados de forma sobreposta na literatura, o que dificulta a compreensão dos limites e especificidades de cada abordagem.

Com a finalidade de superar essa lacuna este estudo tem como objetivo analisar as aproximações, distinções e sobreposições entre as Políticas de Inovação Transformadoras (TIP) e as Políticas de Inovação Orientadas por Missões (MOIP), contribuindo para a delimitação conceitual dessas abordagens no campo das políticas de inovação para a sustentabilidade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa adota uma abordagem qualitativa, pois busca compreender e interpretar fundamentos teóricos presentes na literatura, privilegiando a análise crítica e interpretativa dos referenciais sobre TIP e MOIP, sem recorrer a procedimentos estatísticos (Creswell, 2010).

Quando aos objetivos, caracteriza-se como descritiva, uma vez que busca descrever e delimitar conceitualmente as abordagens teóricas de TIP e MOIP, identificando suas aproximações, distinções e sobreposições. De acordo com Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa descritiva tem como finalidade descrever, comparar, classificar e sistematizar características de determinado fenômeno ou construto.

Quanto aos procedimentos técnicos, trata-se de uma pesquisa bibliográfica de caráter teórico, desenvolvida a partir da análise de artigos científicos sobre políticas de inovação para a sustentabilidade. A pesquisa bibliográfica fundamenta-se na análise de produções científicas previamente publicadas, permitindo ao pesquisador desenvolver suas interpretações com base nas contribuições teóricas existentes sobre o tema (Severino, 2013).

A análise concentrou-se em publicações relacionadas às TIP e às MOIP, buscando identificar seus fundamentos, evolução histórica, objetivos, princípios e características. Com base nessa análise, realizou-se uma discussão integrada das duas abordagens, indicando pontos de convergência e distinção, visando à delimitação conceitual proposta pelo estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Políticas de Inovação Transformadoras (TIP)

O conceito de TIP foi discutido por Schot e Steinmueller (2018) como uma terceira abordagem das políticas de inovação. Os autores argumentam que os dois enquadramentos anteriores, centrado na Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) e na perspectiva dos Sistemas de Inovação, apresentam limitações para enfrentar os desafios contemporâneos relacionados à

sustentabilidade. Enquanto o primeiro prioriza a produção de conhecimento científico e tecnológico para promover o crescimento econômico, o segundo concentra-se no fortalecimento das interações entre os atores dos sistemas de inovação e no aumento da competitividade (Schot; Steinmueller, 2018; Diercks; Larsen; Steward, 2019).

Diante dessas limitações, a TIP emerge como uma abordagem voltada à promoção de mudanças estruturais nos sistemas sociotécnicos, orientando a inovação para a resolução de desafios sociais e ambientais complexos. Diferentemente das abordagens anteriores, a TIP enfatiza processos de experimentação, aprendizagem, direcionamento da inovação e participação de múltiplos atores, buscando transformar sistemas como energia, alimentação, mobilidade, educação e saúde em direção à sustentabilidade (Schot; Steinmueller, 2018; Ghosh *et al.,* 2025). Assim, a TIP propõe utilizar as políticas de inovação como instrumentos de transformação dos sistemas sociotécnicos, vinculando-se à literatura sobre transições para a sustentabilidade (Ghosh *et al*., 2025).

No entanto, apesar da consolidação da TIP como um novo enquadramento das políticas de inovação, alguns autores defendem que essa abordagem não deve substituir os modelos anteriores. Lundvall (2024), por exemplo, argumenta que políticas transformadoras dependem da combinação entre investimentos em pesquisa e desenvolvimento, fortalecimento dos sistemas de inovação e estratégias voltadas à transformação dos sistemas sociotécnicos. Na mesma linha, Fagerberg (2018) indica que os conhecimentos acumulados nos estudos sobre inovação permanecem relevantes para apoiar a transição rumo à sustentabilidade. Nessa perspectiva, a TIP não abandona os investimentos em P&D nem a construção de sistemas de inovação, mas incorpora esses elementos dentro de uma lógica mais ampla, orientada para mudanças transformadoras (Ghosh *et al*., 2025).

Como a TIP está fundamentada na literatura sobre transições para a sustentabilidade, diversos autores buscaram operacionalizar o conceito por meio de estruturas que orientem a formulação, implementação e avaliação de políticas. Nesse contexto, Ghosh *et al.* (2021) propõem resultados transformadores, organizados em três macroprocessos: (i) construção e desenvolvimento de nichos; (ii) expansão e integração de nichos; e (iii) abertura e desbloqueio de regimes. Como complemento a esses resultados, Molas-Gallart *et al*. (2021) apresentam uma abordagem operacional para monitoramento e avaliação das TIP, baseada em uma avaliação formativa, participativa, adaptável e orientada pela teoria da mudança, enfatizando a aprendizagem contínua ao longo do processo de transformação.

Observa-se, portanto, que a literatura sobre TIP constitui o terceiro enquadramento das políticas de inovação, emergindo como resposta às limitações das abordagens anteriores para enfrentar os desafios da sustentabilidade. Desde sua proposição, a literatura sobre TIP vem evoluindo, ampliando sua aplicação em diferentes contextos voltada à transformação dos sistemas sociotécnicos. Contudo, por se tratar de uma abordagem relativamente recente, ainda se encontra em processo de amadurecimento teórico e prático (Ghosh *et al.,* 2025).

3.2 Políticas de Inovação Orientadas por Missões (MOIP)

Historicamente, as MOIP evoluíram ao longo do tempo, tendo sua primeira geração entre o final do século XIX e início do século XX associada à modernização e o Estado Desenvolvimentista visando promover a construção de capacidades institucionais e industriais. Na segunda geração ela emerge mais notavelmente como uma política tecnológica para apoiar os projetos militares e espaciais nos EUA entre as décadas de 1940 e 1960, se constituindo de modo concomitante a agenda de política de inovação em ciência e tecnologia (Haddad *et al*., 2022). Nos últimos anos, entretanto, seu enfoque se ampliou para os desafios sociais e de sustentabilidade, comprometendo-se, além de aspectos tecnológicos, com dimensões ambientais, sociais e econômicas, fornecendo direção estratégica para financiamentos e atividades inovadoras (Mazzucato, 2018; Uyarra *et al.,* 2025). Nesse sentido, o debate sobre

essas políticas altera seu foco de quantidade ou taxa de inovação para qualidade e direção das mudanças promovidas (Kattel; Mazzucato, 2018).

Como destacam Hekkert *et al.* (2020), mais do que fortalecer os sistemas de inovação, essas políticas buscam enfrentar os grandes desafios sociais por meio de transformações nos sistemas socioeconômicos, a partir de missões concretas, como a meta de alcançar uma economia circular de 50% até 2030. Contudo, essas missões são muito mais complexas e não estruturadas, uma vez que apresentam indefinições quanto aos caminhos prováveis e às questões regulatórias e comportamentais no nível dos sistemas sociais (Mazzucato, 2018; Wanzenböck *et al.*, 2020).

Uma missão pode ser definida como uma visão para a ação na sociedade considerando os grandes desafios estruturais (Kirchherr; Hartley; Tukker, 2023). Já uma missão baseada em desafio social refere-se a um objetivo estratégico urgente, que exige transformações profundas nos sistemas socioeconômicos para superar problemas complexos (Hekkert *et al*., 2020). A MOIP, por sua vez, refere-se a uma política direcional que parte de um problema social e busca a formulação e implementação de estratégias orientada a objetivos (Wanzenböck *et al.,* 2020).

Diferentemente de políticas tradicionais, as MOIP conferem direção estratégica à inovação, definindo transformações desejadas para a sociedade e mobilizando o setor público, o setor privado e a sociedade civil para atingi-las (Mazzucato, 2018). Em linhas gerais, essas políticas se apoiam em dois pilares principais: 1. Definir um propósito para os investimentos públicos; e 2. Criar condições para novos mercados (Kattel; Mazzucato, 2018).

De acordo com Mazzucato (2018), os projetos orientados para missões apresentam como características a definição da missão a partir de soluções técnica e economicamente viáveis, a influência de múltiplos atores na direção da mudança, a ênfase no desenvolvimento de inovações tanto radicais quanto incrementais, a formulação de políticas complementares em coerência com os objetivos estabelecidos e a difusão dos resultados obtidos. Para que sejam eficazes, as missões devem ser suficientemente bem delimitadas a fim de permitir a definição de metas intermediárias, o monitoramento e a avaliação de resultados, mas, ao mesmo tempo, amplas o bastante para envolver o público e atrair investimentos. Além disso, não se restringem a um único projeto ou inovação, pois demandam investimentos distribuídos em diferentes setores e a criação de uma agenda pública de longo prazo voltada a atender demandas sociais (Mazzucato; Penna, 2016; Mazzucato, 2018).

Apesar do seu potencial, a literatura também aponta limitações e desafios associados à abordagem. Kirchherr, Hartley e Tukker (2023), por exemplo, apresentam cinco críticas principais às missões voltadas à sustentabilidade. A primeira refere-se ao seu viés normativo, ao assumir determinados objetivos como consensuais. A segunda diz respeito ao otimismo em relação à governança, ao pressupor elevada capacidade de coordenação estatal e cima para baixo. A terceira critica a subestimação do papel de atores não governamentais, como empresas, organizações da sociedade civil e comunidades locais. A quarta relaciona-se ao risco de escolha de vencedores, decorrente da priorização de determinados setores ou tecnologias. Por fim, os autores destacam os efeitos não intencionais das missões, uma vez que processos de transformação envolvem elevada complexidade e imprevisibilidade.

Observa-se, portanto, que as MOIP também representam uma evolução das políticas de inovação ao direcionarem seus esforços para a solução de grandes desafios sociais, por meio da coordenação de diferentes atores e instrumentos de política orientados a objetivos específicos.

3.3 Delimitação conceitual entre TIP e MOIP

Apesar do crescente interesse pelas Políticas de Inovação voltadas à sustentabilidade, a literatura ainda não apresenta consenso quanto à delimitação conceitual entre essas abordagens. Enquanto alguns autores as compreendem como abordagens equivalentes ou pertencentes ao mesmo paradigma (Diercks; Larsen; Steward, 2019; Haddad *et al*., 2022), outros as consideram

complementares (Ghosh *et al.,* 2025) ou entendem as missões como instrumentos para a implementação das políticas transformadoras (Hekkert *et al*., 2020). Diante desse cenário, torna-se pertinente identificar os elementos de convergência e distinção entre essas abordagens, buscando contribuir para sua delimitação conceitual.

Inicialmente, observa-se que ambas as abordagens compartilham importantes características. Segundo Haddad *et al.* (2022), TIP e MOIP emergem como respostas às limitações das gerações anteriores das políticas de inovação, constituindo o terceiro enquadramento voltado ao enfrentamento dos desafios contemporâneos, conforme também destacado por Diercks, Larsen e Steward (2019) e Hekkert *et al*., (2020).

Além disso, ambas direcionam seus esforços para o enfrentamento de grandes desafios sociais, ambientais e econômicos caracterizados por elevada complexidade, natureza sistêmica e interdependência. Para tanto, requerem direcionalidade, utilização combinada de múltiplos instrumentos de política, participação de diferentes atores e estruturas de governança multinível (Wanzenböck *et al.,* 2020; Haddad *et al*., 2022). Em razão da natureza global desses desafios, as duas abordagens também pressupõem processos colaborativos que ultrapassam fronteiras nacionais (Diercks; Larsen; Steward, 2019).

Entretando, apesar dessas convergências, diferenças quanto aos fundamentos teóricos e focos analíticos também são observadas. As TIP decorrem de estudos de Schot e Steinmueller (2018), fundamentam-se na literatura sobre transições para a sustentabilidade e concentram-se na transformação dos sistemas sociotécnicos, compreendendo que os desafios contemporâneos exigem mudanças além de avanços tecnológicos, incluindo alterações comportamentais e sociais (Haddad *et al*., 2022). Nessa perspectiva, a transformação ocorre por meio da experimentação, da aprendizagem, da criação e fortalecimento de nichos, da desestabilização de regimes estabelecidos e da construção de novas instituições capazes de sustentar processos de mudança sistêmica (Wanzenböck *et al.,* 2020). Além disso, a abordagem enfatiza processos participativos, valorizando a diversidade de atores e a construção coletiva de soluções com a direcionalidade sendo definida em um processo de baixo para cima (Haddad *et al.,* 2022).

Segundo Ghosh *et al*. (2025), o principal elemento distintivo das TIP reside justamente na ênfase atribuída à transformação dos sistemas sociotécnicos por meio da influência sobre as interações entre nichos e regimes e da identificação de múltiplas trajetórias de transição. Embora possam incorporar missões como instrumento de direcionamento, as TIP priorizam a experimentação, a aprendizagem contínua, a avaliação formativa, o fortalecimento das capacidades dos atores, a produção compartilhada de conhecimento e o empoderamento das comunidades, avaliando seu sucesso a partir do potencial transformador alcançado nos sistemas (Ghosh *et al.,* 2025).

Por sua vez, as MOIP possuem trajetória histórica mais longa, evoluindo desde as políticas associadas ao Estado Desenvolvimentista e às missões militares até sua atual orientação para grandes desafios sociais e de sustentabilidade (Haddad *et al*., 2022). Diferentemente das TIP, sua fundamentação encontra-se na literatura das políticas orientadas por missões (Mazzucato, 2018) e concentra-se na definição de objetivos estratégicos claramente estabelecidos, capazes de direcionar investimentos, coordenar atores e mobilizar diferentes instrumentos de política pública.

Nesse sentido, as MOIP caracterizam-se por um processo de direcionamento mais explícito das políticas públicas, no qual o governo exerce papel central na definição das missões e na coordenação dos esforços necessários para seu alcance, sendo as missões definidas de cima para baixo (Haddad *et al.,* 2022; Ghosh *et al.,* 2025). As missões partem de desafios sociais amplos, mas procuram desdobrá-los em metas concretas e gerenciáveis, mobilizando posteriormente os diferentes atores para o desenvolvimento de múltiplas soluções tecnológicas, institucionais e organizacionais (Wanzenböck *et al.,* 2020). No Quadro 1 estão apresentadas as principais diferenças observadas entre TIP e MOIP.

Quadro 1 – Divergências entre TIP e MOIP

Dimensão	TIP	MOIP
Base Teórica	Transição para a sustentabilidade	Políticas Orientadas por missões
Unidade de Análise	Sistemas Sociotécnicos	Missões
Foco	Transformação sistêmica, múltiplas trajetórias de transição.	Direcionamento estratégico para alcance de objetivos específicos.
Mecanismo de atuação	Nichos, experimentação, aprendizagem, desestabilização de regimes e mudanças institucionais e comportamentais.	Missões, coordenação, metas, investimentos e instrumentos de política.
Direcionalidade	Construída de forma participativa (de baixo para cima) com processos deliberativos de múltiplos atores.	Definida estrategicamente pelo Estado (de cima para baixo) e mobilização posterior dos atores para implementação da missão.

Fonte: Elaboração própria com base na bibliografia consultada.

Nesse sentido, a análise demonstra que, embora as TIP e as MOIP compartilhem princípios comuns, elas diferem quanto aos seus fundamentos teóricos, unidade de análise, foco, mecanismos de atuação e direcionalidade, permitindo compreendê-las como abordagens articuladas e complementares, porém conceitualmente distintas.

4 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo analisar as aproximações, distinções e sobreposições entre as Políticas de Inovação Transformadoras (TIP) e as Políticas de Inovação Orientadas por Missões (MOIP). Os resultados evidenciaram que ainda não existe consenso acerca da relação entre essas abordagens. Enquanto parte dos estudos as compreende como pertencentes ao mesmo paradigma ou como conceitos equivalentes, outros autores as consideram complementares ou entendem as missões como instrumentos para a implementação das políticas transformadoras.

No entanto, a análise demonstra que, embora as TIP e MOIP compartilhem princípios comuns, como a emergência em resposta às limitações das gerações anteriores de políticas de inovação, a orientação para o enfrentamento de grandes desafios sociais, a existência de direcionalidade, a atuação de múltiplos atores e a necessidade de coordenação governamental, elas diferem quanto aos seus fundamentos teóricos, unidade de análise, foco, mecanismos de atuação e forma da construção da direcionalidade. Enquanto as TIP decorrem da literatura de transições para a sustentabilidade, concentram-se na transformação dos sistemas sociotécnicos por meio da experimentação, da aprendizagem e da construção de novas trajetórias de transição, as MOIP fundamentam-se na literatura das políticas orientadas por missões e priorizam o direcionamento estratégico da inovação por meio da definição de missões capazes de mobilizar atores e instrumentos de política para o alcance de objetivos estabelecidos. Além disso, nas TIP a direcionalidade é construída de maneira participativa de baixo para cima, enquanto nas MOIP, a direção é definida pelo Estado com mobilização posterior dos diferentes atores.

O estudo contribuiu para o avanço da literatura ao sistematizar e comparar os principais fundamentos das duas abordagens, propondo uma delimitação conceitual no campo das políticas de inovação para a sustentabilidade, podendo fornecer subsídios para novas investigações.

Como limitação, destaca-se que o estudo possui natureza exclusivamente teórica e está fundamentado na literatura que ainda se encontra em processo de consolidação. Assim, a delimitação proposta representa uma contribuição inicial para esse debate, não esgotando as diferentes interpretações existentes. Recomenda-se que pesquisas futuras aprofundem essa discussão por meio de estudos empíricos que investiguem a aplicação conjunta ou isolada dessas abordagens em diferentes contextos e políticas de inovação, bem como avaliem seus resultados no enfrentamento dos desafios da sustentabilidade.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86139

REFERÊNCIAS

AL-JAYYOUSI, O; AMIN, H.; AL-SAUDI, H. A.; ALJASSAS, A.; TOK, E. Mission-Oriented Innovation Policy for Sustainable Development: A Systematic Literature Review. **Sustainability**, v. 15, n. 17, art. 13101, 2023.

CRESELL, J. W. **Projeto de pesquisa**: métodos qualitativo, quantitativo e misto. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DIERCKS, G.; LARSEN, H.; STEWARD, F. Transformative innovation policy: Addressing variety in an emerging policy paradigm. **Research Policy**, v. 48, n. 4, p. 880-894, 2019.

FAGERBERG, J. Mobilizing innovation for sustainability transitions: A comment on transformative innovation policy. **Research Policy**, v. 47, n. 9, p. 1568-1576, 2018.

GHOSH, B.; KIVIMAA, P.; RAMIREZ, M.; SCHOT, J. TORRENS, J. Transformative outcomes: Assessing and reorienting experimentation with transformative innovation policy. **Science and Public Policy**, v. 48, n. 5, p. 739-756, 2021.

GHOSH, B.; VELASCO, D.; CHAKRABORTY, K.; MGUNI, P.; YUANA, S. L. Transformative innovation policy: An analytical review of key methods and challenges. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 50, n. 1, p. 593-623, 2025.

HADDAD, C. R.; NAKIĆ, V.; BERGEK, A.; HELLSMARK, H. Transformative innovation policy: A systematic review. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 43, p. 14-40, 2022.

HEKKERT, M. P.; JANSSEN, M. J.; WESSELING, J. H.; NEGRO, S. O. Mission-oriented innovation systems. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 34, p. 76-79, 2020.

KATTEL, R.; MAZZUCATO, M. Mission-oriented innovation policy and dynamic capabilities in the public sector. **Industrial and Corporate Change**, v. 27, n. 5, p. 787-801, 2018.

KIRCHHERR, J.; HARTLEY, K.; TUKKER, A. Missions and mission-oriented innovation policy for sustainability: A review and critical reflection. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 47, art. 100721, 2023.

LUNDVALL, B. Transformative innovation policy: lessons from the innovation system literature. **Innovation and Development**, v. 14, n. 2, p. 297-314, 2023.

MAZZUCATO, M.; PENNA, C. **The Brazilian innovation system: a mission-oriented policy proposal**. University of Sussex. Report. 2016. Disponível em: https://hdl.handle.net/10779/uos.23431877.v1 Acesso em: 17 jul., 2026.

MAZZUCATO, M. Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities. **Industrial and Corporate Change**, v. 27, n. 5, p. 803-815, out. 2018.

MOLAS-GALLART, J.; BONI, A.; GIACHI, S.; SCHOT, J. A formative approach to the evaluation of Transformative Innovation Policies. **Research Evaluation**, v. 30, n. 4, p. 431-442, 2021.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SCHOT, J.; STEINMUELLER, W. E. Three frames for innovation policy: R&D, systems of innovation and transformative change. **Research Policy**, v. 47, n. 9, p. 1554-1567, 2018.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. São Paulo: Cortez, 2013.

UYARRA, E.; BUGGE, M. M.; COENEN, L.; FLANAGAN, K.; WANZENBÖCK, I. Geographies of mission-oriented innovation policy. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 56, art. 100970, 2025.

WANZENBÖCK, J. H.; WESSELING, K.; FRENKEN, M. P.; HEKKERT, K. M.; WEBER. A framework for mission-oriented innovation policy: alternative pathways through the problem–solution space. **Sci. Public Policy**, v. 47, n. 4, p. 474-489, 2020.

USO DOMICILIAR DE TIRZEPATIDA E GESTÃO DE RESÍDUOS PERFUROCORTANTES: DESAFIOS DA LOGÍSTICA REVERSA EM MARINGÁ-PR

EUDES CRISTIANO VARGAS; LUCIANA CRISTINA SOTO HEREK

RESUMO

A expansão do uso domiciliar de medicamentos injetáveis destinados ao tratamento do diabetes mellitus tipo 2 e da obesidade amplia a importância da gestão adequada dos dispositivos utilizados na aplicação, como agulhas, seringas e componentes perfurantes de canetas aplicadoras. Este estudo analisa os desafios normativos e operacionais relacionados ao gerenciamento desses resíduos no município de Maringá, Paraná, com foco na articulação entre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a regulamentação sanitária dos resíduos de serviços de saúde e o sistema de logística reversa de medicamentos domiciliares. Foi realizada pesquisa qualitativa, de caráter exploratório e documental, mediante análise da Lei nº 12.305/2010, do Decreto nº 10.388/2020, da Resolução CONAMA nº 358/2005 e da RDC ANVISA nº 222/2018, relacionando suas disposições aos desafios da gestão municipal de resíduos em Maringá-PR. Os resultados indicam que o ordenamento jurídico brasileiro estabelece princípios e obrigações relevantes para a redução dos impactos ambientais e sanitários, mas não apresenta, de forma suficientemente detalhada, um fluxo nacional específico para a devolução, o acondicionamento, o transporte e a destinação de dispositivos perfurocortantes utilizados por pacientes em ambiente domiciliar. Também se observa que a logística reversa de medicamentos vencidos ou em desuso não se confunde integralmente com o gerenciamento de agulhas e outros componentes perfurantes após a aplicação. A análise evidencia a necessidade de maior integração entre fabricantes, distribuidores, farmácias, serviços de saúde, órgãos de vigilância sanitária e poder público municipal. Conclui-se que Maringá pode aprimorar suas políticas locais por meio de ações de orientação aos usuários, definição de pontos de recebimento, estabelecimento de procedimentos para acondicionamento seguro e produção de indicadores sobre esse fluxo de resíduos, sem transferir integralmente ao sistema de limpeza urbana os custos e riscos decorrentes do descarte inadequado.

Palavras-chave: Responsabilidade pós-consumo; Saúde ambiental; Vigilância sanitária.

1 INTRODUÇÃO

O uso domiciliar de medicamentos injetáveis modificou a relação entre o cuidado em saúde e o espaço de geração dos resíduos. Tratamentos anteriormente realizados predominantemente em estabelecimentos de saúde passaram a ser administrados, em determinadas situações, pelo próprio paciente ou por seus familiares. Esse processo pode ampliar a geração doméstica de agulhas, seringas, lancetas, dispositivos aplicadores e outros componentes perfurantes.

A tirzepatida integra o grupo de medicamentos utilizados em terapias metabólicas e sua aplicação pode ocorrer por meio de dispositivos específicos. Independentemente do medicamento utilizado, o descarte dos componentes perfurantes após a aplicação exige cuidados para prevenir acidentes, contaminações e exposição ocupacional de trabalhadores da

DOI: 10.51189/vii-coninters/86160

limpeza urbana, profissionais de unidades de triagem e demais pessoas que possam entrar em contato com os resíduos.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabelece o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Esse princípio distribui atribuições entre fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos (Brasil, 2010). Entretanto, a existência de responsabilidade compartilhada não significa que todos os agentes possuam exatamente as mesmas obrigações, sendo necessário identificar o papel de cada integrante da cadeia.

O Decreto nº 10.388/2020 regulamentou a logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso e de suas embalagens após o descarte pelos consumidores. A norma representa avanço importante, mas não resolve, necessariamente, todas as questões relacionadas aos dispositivos perfurantes utilizados na administração dos medicamentos. Medicamento vencido, embalagem e agulha utilizada são materiais distintos e podem exigir procedimentos próprios de acondicionamento, coleta, transporte e destinação.

A RDC ANVISA nº 222/2018 estabelece que os materiais perfurocortantes ou escarificantes integram o Grupo E dos resíduos de serviços de saúde. Contudo, a norma é direcionada aos geradores de resíduos de serviços de saúde e não estabelece, de maneira completa, um sistema específico para todos os pacientes que utilizam medicamentos injetáveis em suas residências (Brasil, 2018).

Diante desse contexto, o objetivo geral deste estudo é analisar os desafios normativos e operacionais relacionados ao gerenciamento dos resíduos perfurocortantes gerados pelo uso domiciliar de medicamentos injetáveis, com atenção à realidade de Maringá-PR. Busca-se, especificamente, discutir a aplicação da responsabilidade compartilhada, diferenciar a logística reversa de medicamentos da gestão dos dispositivos perfurantes e identificar possibilidades de aperfeiçoamento das políticas públicas locais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizada pesquisa qualitativa, exploratória e documental, com abordagem normativa. O estudo foi desenvolvido em três etapas.

Na primeira etapa, foram examinados os principais instrumentos federais relacionados ao tema: a Lei nº 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; o Decreto nº 10.388/2020, que regulamenta a logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso; a Resolução CONAMA nº 358/2005, que dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde; e a RDC ANVISA nº 222/2018, que regulamenta as boas práticas de gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde.

Na segunda etapa, foi realizada a delimitação conceitual dos materiais envolvidos no descarte domiciliar. Foram diferenciados: o medicamento não utilizado ou vencido; as embalagens primárias e secundárias; as agulhas; as seringas; os componentes perfurantes de canetas aplicadoras; e os demais materiais potencialmente contaminados. Essa distinção foi necessária para evitar que todos os materiais fossem tratados como se estivessem submetidos ao mesmo regime jurídico e operacional.

Na terceira etapa, foram discutidas as possíveis implicações da problemática para a gestão municipal de resíduos sólidos em Maringá-PR, utilizada como recorte territorial do estudo, considerando a necessidade de articulação entre o planejamento municipal, os serviços de saúde, as farmácias, os distribuidores, os usuários e os trabalhadores responsáveis pela coleta e triagem dos resíduos.

Embora Maringá-PR seja utilizada como recorte territorial, não foi realizado levantamento de campo nem coleta de dados primários junto a farmácias, usuários, trabalhadores da limpeza urbana ou órgãos públicos. Assim, as referências ao município são

DOI: 10.51189/vii-coninters/86160

apresentadas como delimitação contextual, e não como diagnóstico quantitativo da geração ou da destinação desses resíduos.

A análise foi organizada a partir de quatro categorias: responsabilidade compartilhada; classificação e risco dos resíduos perfurocortantes; logística reversa de medicamentos; e gestão municipal e proteção dos trabalhadores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Responsabilidade compartilhada e geração domiciliar de resíduos

A Lei nº 12.305/2010 estabelece que a responsabilidade pelo ciclo de vida dos produtos deve ser exercida de forma encadeada. Fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e poder público possuem atribuições próprias, voltadas à redução da geração de resíduos e dos impactos à saúde humana e ao meio ambiente (Brasil, 2010).

No caso dos medicamentos injetáveis utilizados em domicílio, a responsabilidade compartilhada envolve mais do que a destinação do medicamento vencido. O fluxo também inclui a orientação do usuário, o fornecimento de informações sobre o descarte, a definição de recipientes seguros, a indicação de pontos de recebimento e o encaminhamento dos resíduos para tratamento e destinação ambientalmente adequada.

O consumidor possui papel relevante, especialmente quanto à segregação do resíduo no local de geração e à utilização de recipientes apropriados. Entretanto, não se mostra adequado transferir ao paciente, de maneira isolada, a responsabilidade por todas as etapas posteriores. O usuário doméstico geralmente não dispõe de conhecimento técnico, estrutura de armazenamento ou meios de transporte compatíveis com resíduos perfurocortantes.

Por outro lado, a existência de responsabilidade compartilhada não autoriza concluir automaticamente que toda farmácia seja obrigada, pela legislação federal atualmente analisada, a receber qualquer tipo de agulha ou seringa utilizada em domicílio. Essa obrigação deve ser fundamentada em norma específica, contrato, programa de logística reversa, exigência municipal ou orientação da autoridade sanitária competente. A ausência de uma regra geral detalhada constitui uma dificuldade operacional que pode ser enfrentada por políticas locais e acordos entre os agentes da cadeia.

3.2 Classificação dos perfurocortantes e limites da RDC ANVISA nº 222/2018

A RDC ANVISA nº 222/2018 classifica como Grupo E os materiais perfurocortantes ou escarificantes, incluindo agulhas, lâminas, lancetas, ampolas de vidro e materiais similares (Brasil, 2018). A classificação decorre principalmente do risco mecânico de corte ou perfuração, não significando que todo dispositivo utilizado por paciente em domicílio seja necessariamente um resíduo infectante.

Uma agulha utilizada em aplicação domiciliar apresenta risco perfurocortante e deve ser acondicionada de forma a prevenir perfurações e acidentes, ainda que o enquadramento jurídico e operacional do resíduo domiciliar não seja necessariamente idêntico ao dos resíduos gerados em estabelecimentos de saúde. Contudo, não se deve afirmar automaticamente que ela possui natureza infectante sem comprovação ou fundamento técnico relacionado à presença de agente biológico. O risco central, nesse caso, é a possibilidade de perfuração, contato com material biológico e exposição ocupacional.

A RDC nº 222/2018 fornece parâmetros técnicos relevantes, mas sua aplicação direta está relacionada aos geradores de resíduos de serviços de saúde. O paciente que realiza uma aplicação em sua residência não se confunde necessariamente com um estabelecimento gerador de resíduos de serviços de saúde. Essa diferença, entretanto, não elimina a necessidade de orientação e de um fluxo seguro para o descarte.

O problema identificado, portanto, não deve ser descrito como inexistência absoluta de norma. O que se verifica é uma insuficiência de detalhamento quanto à operacionalização do

DOI: 10.51189/vii-coninters/86160

descarte domiciliar, principalmente em relação a quem deve receber o material, como deve ser feita a custódia temporária e qual agente deve financiar o transporte e a destinação final.

3.3 Diferença entre logística reversa de medicamentos e devolução de dispositivos perfurantes

O Decreto nº 10.388/2020 institui o sistema de logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso, de uso humano, industrializados e manipulados, e de suas embalagens após o descarte pelos consumidores. Essa política busca retirar do lixo comum produtos que podem apresentar riscos ambientais e sanitários.

Entretanto, o medicamento vencido e o dispositivo utilizado na aplicação não são necessariamente o mesmo tipo de resíduo. A embalagem externa pode ser encaminhada por uma via; o medicamento não utilizado pode exigir outra; e a agulha, a seringa ou o componente perfurante devem ser acondicionados de forma a impedir acidentes.

A análise demonstra que a logística reversa de medicamentos não deve ser interpretada como solução automática para todos os resíduos produzidos durante o tratamento. É necessário estabelecer procedimentos complementares para os materiais perfurocortantes, especialmente quando o tratamento é realizado no domicílio.

A ausência de fluxos claramente divulgados pode levar o usuário a adotar soluções inadequadas, como descartar agulhas em sacos plásticos, misturá-las ao lixo reciclável ou depositá-las em recipientes sem resistência suficiente. Essas práticas aumentam o risco para trabalhadores da coleta convencional, equipes de limpeza, cooperativas de triagem e demais pessoas que manuseiam os resíduos.

No caso de Maringá, a questão deve ser enfrentada por meio da integração entre os órgãos municipais, os serviços de saúde, as farmácias e os estabelecimentos que comercializam ou orientam o uso de medicamentos injetáveis. A criação de pontos de recebimento, desde que tecnicamente regulamentada, pode facilitar a entrega segura pelos usuários e reduzir a possibilidade de descarte no lixo comum.

3.4 Implicações para a gestão municipal em Maringá

O município exerce atribuições relevantes na proteção da saúde pública e na organização dos serviços de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos. Contudo, a responsabilidade municipal não deve ser compreendida como obrigação de absorver indistintamente todos os custos e riscos gerados por produtos comercializados na cadeia privada.

A gestão municipal poderia contribuir para o enfrentamento do problema por meio de campanhas educativas, orientação aos usuários, articulação com unidades básicas de saúde, definição de procedimentos de recebimento e estabelecimento de indicadores. Também pode avaliar a inclusão do tema em documentos de planejamento e em ações de vigilância ambiental e sanitária.

Uma política local eficiente deveria esclarecer, pelo menos, os seguintes pontos:

- quais recipientes podem ser utilizados para o acondicionamento temporário;
- onde o usuário deve entregar agulhas, seringas e dispositivos perfurantes;
- quais estabelecimentos podem funcionar como pontos de recebimento;
- quem é responsável pelo transporte;
- qual tratamento deve ser aplicado;
- qual destinação final é ambientalmente adequada;

DOI: 10.51189/vii-coninters/86160

- como serão protegidos os trabalhadores envolvidos na coleta e na triagem.

Essas medidas podem ser estruturadas por protocolos administrativos, campanhas educativas, acordos de cooperação e normas municipais, desde que respeitadas as competências dos órgãos sanitários e ambientais.

A pesquisa também identificou uma limitação importante: não foram utilizados dados quantitativos sobre o número de usuários de tirzepatida, a quantidade de dispositivos descartados, o número de farmácias que recebem perfurocortantes ou a ocorrência de acidentes ocupacionais em Maringá. Por isso, não é possível afirmar que exista aumento exponencial do consumo, sobrecarga comprovada do sistema municipal ou resistência generalizada do setor farmacêutico. Tais questões devem ser objeto de estudos empíricos posteriores.

4 CONCLUSÃO

A análise documental e normativa indicou que o uso domiciliar de medicamentos injetáveis apresenta desafios específicos para a gestão de resíduos perfurocortantes. A legislação brasileira contém princípios e instrumentos importantes, como a responsabilidade compartilhada prevista na Política Nacional de Resíduos Sólidos e a logística reversa de medicamentos domiciliares regulamentada pelo Decreto nº 10.388/2020.

Entretanto, permanece uma insuficiência operacional quanto ao fluxo dos dispositivos utilizados na aplicação, especialmente agulhas, seringas e componentes perfurantes de canetas. Esses materiais não devem ser tratados como resíduos domiciliares comuns, mas também não podem ser automaticamente enquadrados em todas as regras aplicáveis aos estabelecimentos de saúde.

Conclui-se que o principal problema não é a ausência completa de normas, mas a falta de integração entre os instrumentos existentes e a realidade do paciente que realiza o tratamento em casa. No contexto de Maringá, o enfrentamento da questão poderia envolver orientação aos usuários, definição de pontos de recebimento, procedimentos seguros de acondicionamento, capacitação dos trabalhadores e produção de dados municipais.

O estudo apresenta como limitação a ausência de levantamento de campo e de dados quantitativos sobre o consumo de tirzepatida e a geração de resíduos perfurocortantes. Recomenda-se que pesquisas futuras realizem entrevistas com usuários, farmácias, serviços de saúde, trabalhadores da limpeza urbana e cooperativas de reciclagem, além de mapear os pontos de recebimento existentes no município.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Decreto nº 10.388, de 5 de junho de 2020**. Regulamenta o § 1º do caput do art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e institui o sistema de logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso. Brasília, DF: Presidência da República, 2020. Disponível em: Planalto.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: Planalto.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 222, de 28 de março de 2018**. Regulamenta as boas práticas de gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF: ANVISA, 2018.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA nº 358, de 29 de abril de 2005**. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde. Brasília, DF: CONAMA, 2005. Disponível em: Ministério do Meio Ambiente.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86160

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ATIVIDADE BIOHERBICIDA DE ÓLEOS ESSENCIAIS PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL DE PLANTAS DANINHAS

NATÁLIA VALLE HOLANDA DOS SANTOS ANDRADE; LEONARDO FERNANDES FRACETO

Introdução: O aumento da resistência de plantas daninhas aos herbicidas sintéticos tem estimulado a busca por outras formas de controle, entre elas o uso de óleos essenciais. Esses produtos podem reduzir a germinação e o crescimento vegetal, mas sua atividade varia conforme o óleo, a concentração e a espécie avaliada, o que dificulta a comparação entre os estudos. **Objetivo:** Avaliar como a composição do óleo, a concentração aplicada e a espécie-alvo influenciam a atividade bioherbicida. **Metodologia:** Entre os trabalhos localizados em ScienceDirect, SpringerLink, PubMed, MDPI e Nature Portfolio, foram incluídos nove artigos experimentais, publicados entre 2024 e 2026, que avaliaram óleos essenciais em plantas daninhas e espécies não-alvo e apresentaram dados de concentração e de resposta vegetal. A comparação considerou a composição, a concentração, a espécie-alvo, a germinação, o crescimento, a mortalidade, os efeitos fisiológicos, a seletividade e os testes de campo. **Resultados:** Apesar das diferenças, a supressão das plantas daninhas geralmente aumentou com a concentração, embora variasse entre óleos e espécies. Em caruru (*Amaranthus retroflexus*), o óleo de *Echinophora cinerea* impediu a germinação a partir de 1 µL/mL. O óleo de *Pimenta* a 3% causou 85,14% de mortalidade em tiririca (*Cyperus rotundus*) e reduziu a germinação dos rizomas para 32,50%. Em azevém (*Lolium multiflorum*), o óleo de *Hesperozygis ringens* inibiu a germinação nas concentrações de 0,01 e 0,02%. Nos testes com tomilho, *A. retroflexus* foi mais sensível no pós-emergência, enquanto *L. perenne* resistiu mais aos mesmos tratamentos. Já o óleo de canela provocou perda de água, estresse oxidativo e alterações nas membranas. Poucos estudos avaliaram espécies não-alvo e apenas um incluiu uma etapa de campo. Por isso, os resultados ainda não permitem afirmar com segurança se há seletividade e se os efeitos se mantêm em condições agrícolas. **Conclusão:** Os trabalhos analisados mostram que os óleos essenciais podem reduzir a germinação e o crescimento e, em alguns casos, causar mortalidade de plantas daninhas. Esses resultados reforçam seu potencial como ferramentas complementares no manejo integrado, ajudando a diversificar as formas de controle. Porém, ainda é necessário confirmar esses efeitos em campo e definir doses eficazes e seletivas.

Palavras-chave: **AGRICULTURA SUSTENTÁVEL; FITOTOXICIDADE; PRODUTOS NATURAIS**

DOI: 10.51189/vii-coninters/86207

DISTRITO VERDE DE SANTA MARIA: CRIAÇÃO DE UM POLO DE INOVAÇÃO ECOLÓGICA E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL COMO MODELO TERRITORIAL INTEGRADO

GREICE DE BEM NORO; GIVAGO RIBEIRO

RESUMO

O presente trabalho relata a criação do Distrito Verde de Santa Maria, polo de inovação ecológica e desenvolvimento sustentável instituído na região do bairro Campestre do Menino Deus, município de Santa Maria, Rio Grande do Sul. A iniciativa converte vulnerabilidades socioambientais históricas, como precariedade de saneamento, baixo desenvolvimento humano e exposição a desastres climáticos, em oportunidades de desenvolvimento territorial integrado, valendo-se de um capital natural composto pelo Parque Natural Municipal dos Morros, pela Barragem do DNOS, pela nascente do Rio Vacacaí e por remanescentes de Mata Atlântica. O objetivo geral deste estudo é descrever e analisar o processo de concepção, estruturação legal e implementação inicial do Distrito Verde, examinando seus seis alicerces estratégicos: (1) arcabouço jurídico-normativo; (2) identidade visual e marca territorial; (3) educação socioambiental e empreendedora; (4) economia criativa e circular; (5) turismo regenerativo, ecológico, rural e criativo; e (6) atração de negócios sustentáveis. A metodologia adotada configura-se como um relato de experiência baseado em pesquisa documental, observação participante e registro sistemático das etapas de implementação ocorridas entre outubro de 2025 e julho de 2026. Os resultados alcançados incluem a aprovação do Projeto de Lei Municipal que institui o Distrito Verde, a estruturação da governança colaborativa por meio da Associação dos Amigos do Campestre, a conclusão da identidade visual e do branding territorial, o lançamento de dois projetos submetidos e aprovados em editais de fomento (Aldir Blanc e Fundação Antônio Meneghetti), a formalização de parcerias com a Universidade Federal de Santa Maria e a Universidade Franciscana, além da captação de investimentos públicos superiores a R$ 16 milhões em infraestrutura. Conclui-se que o modelo de distrito verde, ancorado na governança de Quádrupla Hélice e no alinhamento aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, demonstra viabilidade prática e potencial de replicabilidade para outros territórios com características similares.

Palavras-chave: Economia criativa; Governança colaborativa; Resiliência comunitária.

1 INTRODUÇÃO

A urgência de modelos de desenvolvimento que articulem conservação ambiental, justiça social e inovação econômica tem sido amplamente reconhecida tanto na literatura acadêmica quanto em instâncias internacionais de política pública. A Agenda 2030 das Nações Unidas, ao estabelecer dezessete Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), reafirmou que a sustentabilidade não pode ser tratada como variável isolada, mas sim como resultado de estratégias integrais que considerem as dimensões ambiental, social e econômica de forma interdependente (*United Nations*, 2015). Nesse contexto, a criação de distritos verdes, que são territórios delimitados que concentram políticas, incentivos e atividades

DOI: 10.51189/vii-coninters/86219

voltados à sustentabilidade, tem se consolidado como uma abordagem promissora para a transformação territorial em nível local (Sachs, 2015).

No Brasil, experiências como Bonito (MS), Urubici (SC) e Visconde de Mauá (RJ/MG) demonstraram que a valorização estratégica de ativos naturais e culturais pode converter vulnerabilidades socioeconômicas em vetores de prosperidade. Bonito, por exemplo, atrai cerca de 250 mil turistas anualmente e reinveste mais de 80% da receita turística na conservação de seus ecossistemas, gerando mais de dois mil empregos diretos e indiretos (Brasil, 2023). Esses casos evidenciam que o planejamento integrado, quando aliado à participação comunitária e a marcos regulatórios consistentes, produz resultados concretos e duradouros. Contudo, a maioria dessas iniciativas desenvolveu-se de forma orgânica e gradual, sem um projeto estratégico integrado desde a sua concepção.

A região do Campestre do Menino Deus, em Santa Maria, RS, apresenta um cenário de acentuada dualidade. De um lado, exibe vulnerabilidades socioambientais crônicas: infraestrutura precária de saneamento, baixos indicadores de desenvolvimento educacional, altas taxas de evasão escolar e exposição recorrente a eventos climáticos extremos, como as enchentes que causaram perdas materiais e interrupção de atividades econômicas. De outro, possui um capital natural extraordinário, o Parque Natural Municipal dos Morros, a Barragem do DNOS, a nascente do Rio Vacacaí e remanescentes de Mata Atlântica, além de um rico patrimônio cultural materializado em narrativas, lendas locais e manifestações tradicionais. Essa justaposição entre fragilidade e potencial configurou o terreno fértil para a concepção do Distrito Verde como polo de inovação ecológica.

Frente a esse contexto, o presente trabalho tem como objetivo geral descrever e analisar o processo de criação e implementação inicial do Distrito Verde de Santa Maria, examinando sua estruturação jurídica, sua governança colaborativa, suas estratégias de economia criativa e circular e seus resultados concretos no período de outubro de 2025 a julho de 2026. Especificamente, buscou-se identificar os mecanismos legais e institucionais que viabilizaram a iniciativa, mapear os alicerces estratégicos adotados e avaliar os primeiros resultados alcançados em termos de investimentos, parcerias e engajamento comunitário.

2 RELATO DE CASO/EXPERIÊNCIA

A experiência do Distrito Verde de Santa Maria teve início em outubro de 2025, quando foi realizado um diagnóstico territorial participativo na região do Campestre do Menino Deus. Esse levantamento identificou as principais vulnerabilidades, deficiências crônicas de saneamento básico, baixo desenvolvimento humano e econômico, indicadores educacionais críticos e conflitos sociais e, simultaneamente, mapeou os ativos estratégicos do território, incluindo áreas de preservação permanente, corpos hídricos, propriedades rurais familiares com potencial para turismo de experiência e um ecossistema de organizações locais (Vinícola Velho Amâncio, Casa Círculo, Fundação MOA, Clube do Professor Gaúcho, ASENA, CTG Poncho Branco, dentre outros) que demonstravam disposição para a colaboração. A partir desse diagnóstico, foi elaborado um Projeto Estratégico Integrado que concebeu o Distrito Verde como Polo de Inovação Ecológica e Desenvolvimento Sustentável, estruturado em seis alicerces interdependentes.

O primeiro alicerce, de mapeamento e alinhamento dos requisitos legais e estruturais, resultou na elaboração e aprovação de um Projeto de Lei Municipal, de autoria de Givago Ribeiro, que instituiu formalmente o Distrito Verde nas Zonas 17d e 15 do município. O referido projeto de lei definiu os limites territoriais, os objetivos do polo, os mecanismos de incentivos fiscais e não fiscais para empresas e empreendimentos da economia verde e criativa, e a estrutura de governança colaborativa. A aprovação legislativa representou um marco institucional, pois conferiu ao Distrito Verde legitimidade jurídica e condições para

DOI: 10.51189/vii-coninters/86219

acessar editais de fomento e linhas de financiamento público. Paralelamente, foi constituída a governança multissetorial, tendo a Associação dos Amigos do Campestre (GAC) como órgão central. Em 26 de junho de 2026, realizou-se a eleição da nova diretoria do GAC, com edital publicado em 08 de junho de 2026, seguida da reestruturação do estatuto social para alinhar suas disposições aos objetivos do Distrito Verde e da composição de um Conselho Consultor multissetorial com representação do Poder Público, do setor privado, da academia e da sociedade civil.

O segundo alicerce, de identidade visual e imagem de marca, foi concluído com a criação de logomarca, paleta de cores, tipografia e elementos gráficos saturados de referências culturais e naturais da região, além de um manual de marca (brand book) para aplicação consistente. Foi criado o mascote "Lobisominho Guardião", personagem que funde a lenda do "Lobisomem do Campestre" à temática ambiental, conferindo ao Distrito Verde uma narrativa cultural autêntica. O website institucional (distritoverde.com.br) e perfis em redes sociais (Instagram, YouTube, LinkedIn) foram implementados como canais de comunicação e divulgação, integrando estratégias de marketing digital voltadas ao posicionamento do pólo e à promoção de seus produtos e experiências.

O terceiro alicerce, de educação socioambiental e empreendedora, teve como epicentro a EMEF Professora Hylda Vasconcellos, escola pública municipal situada no território do Distrito Verde. A partir de outubro de 2025, foi elaborado um Planejamento Estratégico que reposicionou a escola como "Coração do Distrito Verde", integrando educação socioambiental e empreendedorismo criativo como diferenciais pedagógicos. Foi idealizado o projeto do livro "Caminhos do Campestre", configurado como projeto pedagógico de pesquisa etnográfica e histórica, conduzido com professores, alunos e a comunidade escolar, sob a coordenação do historiador Carlos Roberto Gomide, autor do livro "A estrelinha na Terra de Imembuí". Esse projeto foi submetido e aprovado em dois editais: o da Fundação Antônio Meneghetti (apoio financeiro de R$ 11.000,00) e o Edital Ymembui da UFSM, por meio do Curso de Produção Editorial (apoio técnico e intelectual), com execução prevista de março a novembro de 2026. O site da escola (escolahylda.com.br) e uma plataforma de gestão de projetos também foram criados para dar visibilidade às ações realizadas.

O quarto alicerce, de economia criativa e circular, materializou-se com a criação do Grupo Mulheres Empreendedoras do Campestre, iniciativa do GAC focada no fortalecimento da economia criativa e na geração de renda por meio do empreendedorismo feminino. O grupo estruturou três eixos de atuação: a Cozinha Comunitária Criativa, a ser instalada no Clube do Professor Gaúcho para funcionar como centro de qualificação e produção de bens gastronômicos; o catering cultural "Comida do Campestre", voltado ao atendimento de eventos em uma rede descentralizada de parceiros (Casa Círculo, CTG, ASENA, Vinícola Velho Amâncio e EMEF Hylda Vasconcellos) e o programa de marca-certificação com *storytelling*, sob consultoria de Eduarda Senna, que confere a cada produto uma narrativa de origem e território. Essa iniciativa foi submetida ao Edital Aldir Blanc do Município com proposta orçada em R$ 71.704,00. Adicionalmente, foi formalizada parceria com o Programa RS Social Baita Empreendedor, do Governo do Rio Grande do Sul, que oferece capacitação gratuita, mentorias de noventa dias e capital semente de R$ 520,00 para estruturação de negócios, contemplando trinta mulheres da comunidade.

O quinto alicerce, de turismo regenerativo, ecológico, rural e criativo, foi impulsionado pela aprovação de projeto junto ao Edital Ymembui da UFSM, com a destinação de professores e bolsistas do Curso de Turismo para o desenvolvimento de roteiros e experiências turísticas. O mapeamento do potencial turístico identificou ativos como o Parque Natural Municipal dos Morros, a Barragem do DNOS, a Estrada do Perau requalificada, propriedades rurais com vocação para turismo de experiência e o patrimônio cultural material e imaterial da região. Estão em desenvolvimento circuitos de ecoturismo

(caminhadas, ciclismo, cavalgadas, canoagem, dentre outros), roteiros de turismo de experiência em propriedades rurais, turismo cultural baseado nas lendas locais e um programa de turismo pedagógico articulado com a EMEF Hylda Vasconcellos. Um cronograma de eventos turísticos piloto foi elaborado para testagem e avaliação do potencial junto aos públicos-alvo, incluindo atividades junto ao parceiro "PM na Trilha". Parcerias com a Secretaria de Turismo de Santa Maria, Sebrae e SENAC estão em articulação para a capacitação de condutores locais e a formalização de empreendimentos turísticos.

O sexto alicerce, de atração e desenvolvimento de negócios sustentáveis, está estruturado em torno de um Programa de Incentivos Fiscais e Não Fiscais para empresas que operem nos setores de energias renováveis, gestão de água e resíduos, construção sustentável, turismo sustentável, agricultura orgânica, tecnologia verde e educação ambiental. O projeto definiu uma Comissão de Avaliação do Distrito Verde, responsável por gerenciar a concessão de selos verdes e o monitoramento do cumprimento das metas de sustentabilidade. A estratégia de atratividade inclui a desburocratização de processos de abertura de empresas sustentáveis, o marketing direcionado a nichos específicos e a articulação com entidades como ADESM, Sebrae, SICREDI e universidades para a criação de um hub de inovação verde.

No que se refere a investimentos públicos em infraestrutura já concretizados ou em execução no território, registram-se: a pavimentação da Rua Garibaldi Luiz Schimitz, que eliminou problemas crônicos de poeira e lama; a construção da Unidade Básica de Saúde (UBS) do Campestre, com investimento de quase R$ 2 milhões e previsão de entrega em dez meses, contemplando vinte salas entre consultórios, sala de vacinas e procedimentos odontológicos; o Parque da Barragem, com investimento de aproximadamente R$ 14 milhões, incluindo pistas de caminhada, ciclovia, quadras esportivas, parquinhos infantis e áreas de contemplação, com entrega prevista para 2028; e a revitalização dos Mirantes do Perau, com investimento de cerca de R$ 500 mil, incluindo calçadas acessíveis, bicicletários e áreas de descanso. Esses investimentos totalizam mais de R$ 16 milhões e configuram pontos de alavancagem para a transformação socioeconômica da região.

3 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no período analisado permitem uma análise em três dimensões centrais. A primeira refere-se à viabilidade institucional do modelo. A aprovação do Projeto de Lei Municipal que instituiu o Distrito Verde demonstrou que é possível traduzir a agenda da sustentabilidade em marcos regulatórios concretos em nível local, conferindo-lhes força vinculante e capacidade de atração de investimentos. Esse resultado se alinha com as proposições de Sachs (2015) sobre a importância de enraizar os ODS em políticas públicas subnacionais, superando a distância frequente entre compromissos globais e ações locais efetivas. A estruturação da governança de Quádrupla Hélice, articulando Poder Público, academia, setor privado e sociedade civil, representou um fator crítico de sucesso, na medida em que distribuiu responsabilidades, ampliou as bases de legitimidade e evitou a dependência de um único ator institucional, conforme preconizado por Carayannis e Campbell (2012) no modelo de inovação quadruple helix.

A segunda dimensão de análise refere-se ao papel catalisador da educação socioambiental. O reposicionamento da EMEF Hylda Vasconcellos como epicentro do Distrito Verde revelou que a escola pública pode funcionar como vetor de transformação territorial quando seu projeto pedagógico se articula com as dinâmicas comunitárias. A criação do livro "Caminhos do Campestre", ao integrar pesquisa etnográfica, produção editorial e protagonismo infantil, transcende a função convencional da escola e passou a alimentar outros alicerces do projeto, economia criativa (produtos identitários), turismo

DOI: 10.51189/vii-coninters/86219

(roteiros culturais) e identidade de marca (*storytelling*). Essa articulação entre educação, cultura e desenvolvimento econômico ecoa as reflexões de Freire (1996) sobre educação como prática de liberdade e de Guimarães (2011) sobre a economia criativa como estratégia de desenvolvimento baseada em ativos culturais endógenos.

A terceira dimensão concerne ao potencial de replicabilidade do modelo. A abordagem metodológica criada pela sua Gestora Executiva, Greice de Bem Noro, com base no diagnóstico participativo, na elaboração de projeto estratégico integrado, na estruturação legal, na criação de governança colaborativa e implementação por alicerces, constitui um framework transferível para outros territórios que compartilhem características similares de vulnerabilidade socioambiental e potencial natural subaproveitado. Os casos de referência nacionais, como Bonito e Urubici, desenvolveram-se predominantemente em torno do turismo, já o Distrito Verde, ao contrário, propõe um modelo mais abrangente, em que o turismo se articula com economia criativa e circular, educação empreendedora e atração de negócios verdes, configurando uma estratégia de desenvolvimento territorial multifacetada. Os investimentos públicos já captados, superiores a R$ 16 milhões e a aprovação em editais competitivos (Aldir Blanc, Fundação Antônio Meneghetti, Ymembui/UFSM, RS Social) atestam a credibilidade institucional alcançada pelo projeto em sua fase inicial. Cabe reconhecer como limitação que o período de análise não permite a avaliação de impactos socioeconômicos de médio e longo prazos, sendo necessários estudos longitudinais futuros.

4 CONCLUSÃO

A experiência do Distrito Verde de Santa Maria demonstra que a criação de um polo de inovação ecológica e desenvolvimento sustentável, quando fundamentada em projeto estratégico integrado, em arcabouço jurídico próprio e em governança colaborativa, produz resultados concretos já em sua fase inicial de implementação. A aprovação legislativa, a estruturação institucional, a captação de investimentos e a aprovação em editais de fomento confirmam a viabilidade do modelo proposto.

Os seis alicerces estratégicos implementados, arcabouço legal, identidade de marca, educação socioambiental, economia criativa e circular, turismo regenerativo e atração de negócios sustentáveis, operam de forma sinérgica, de modo que cada um potencializa os demais. A escola, ao funcionar como epicentro do processo, irriga todos os pilares com protagonismo infantil e conhecimento local, enquanto a economia criativa transforma o patrimônio cultural em valor econômico e o turismo regenerativo conecta o território a mercados regionais e nacionais.

Como perspectivas futuras, aponta-se a necessidade de acompanhamento sistemático dos indicadores de sustentabilidade definidos no Projeto de Lei, a ampliação das parcerias acadêmicas para pesquisas aplicadas, a formalização do Programa de Incentivos Fiscais e a consolidação dos produtos e serviços turísticos em operação. O Distrito Verde de Santa Maria constitui, assim, um modelo em construção cujos aprendizados poderão inspirar a replicação em outros territórios do Rio Grande do Sul e do Brasil que buscam conciliar conservação ambiental, desenvolvimento socioeconômico e valorização da identidade cultural local.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Turismo. **Estudo de competitividade dos 65 destinos indutores do desenvolvimento turístico regional**: roteiros turísticos. Brasília: Ministério do Turismo, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/turismo. Acesso em: 20 jul. 2026.

CARAYANNIS, E. G.; CAMPBELL, D. F. J. Mode 3 **knowledge production in quadruple helix innovation systems.** Springer, 2012.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GUIMARÃES, C. A economia criativa no Brasil: primeiros diagnósticos e perspectivas. In: Encontro de Economia da Cultura e Indústrias Criativas, 1., 2011, Rio de Janeiro. **Anais** [...]. Rio de Janeiro: FGV, 2011.

SACHS, J. D. **The age of sustainable development.** New York: Columbia University Press, 2015.

SANTA MARIA. **Projeto de Lei que institui o Distrito Verde de Santa Maria como Polo de Preservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável.** Santa Maria: Câmara Municipal, 2026. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1HWpBDyo1wBfyP_VmSY5rVE1CWZ-ROuA9/view. Acesso em: 20 jul. 2026.

UNITED NATIONS. **Transforming our world:** the 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations, 2015. Disponível em: https://sdgs.un.org/2030agenda. Acesso em: 18 jul. 2026.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86219

ENTRE O CAMPO E A CIDADE: DESAFIOS DA EDUCAÇÃO CONTEXTUALIZADA PARA JOVENS RURAIS NO ENSINO MÉDIO DE PENAFORTE-CE

ÁDILLA KATARINNE GONÇALVES E SÁ; MORGANA MATEUS SANTOS; LUAMA SORAIA COELHO LINS; KALLINE FLÁVIA SILVA DE LIRA; MARIA HERBÊNIA LIMA CRUZ SANTOS

RESUMO

A educação no semiárido brasileiro enfrenta desafios históricos ligados à descontextualização curricular, que frequentemente ignora os saberes, práticas culturais e realidades dos jovens rurais, mesmo quando estudam em escolas urbanas. Essa desconexão contribui para a evasão escolar, o êxodo rural e a desvalorização cultural, comprometendo o desenvolvimento sustentável regional. A ausência de uma proposta pedagógica que valorize o conhecimento tradicional prejudica a formação de sujeitos críticos e comprometidos com seus territórios, dificultando a permanência dos jovens no campo e promoção de alternativas sustentáveis de vida no semiárido. Esta pesquisa, parte de uma tese de doutorado em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial e, analisa as práticas de educação contextualizada na escola de ensino médio do município de Penaforte-CE, focando na valorização do território e no fortalecimento da identidade dos estudantes rurais. A pesquisa qualitativa, baseada em análise documental do Projeto Político-Pedagógico (PPP) da escola, dados censitários e projetos escolares, identifica a diversidade socioeconômica e étnico-racial dos alunos, bem como as limitações e avanços institucionais na incorporação dos saberes locais e temas ligados à convivência com o semiárido. Embora o PPP demonstre intenção de alinhamento com a educação contextualizada, observa-se falta de sistematização curricular e fragilidade na articulação pedagógica da sustentabilidade, bem como na participação comunitária estruturada. Recomenda-se o desenvolvimento de políticas institucionais que sistematizem o currículo contextualizado, capacitação docente continuada e fortalecimento de espaços de participação comunitária. Assim, a escola pode contribuir para a construção de uma educação territorialmente enraizada, que promova o desenvolvimento sustentável e valorize a identidade dos jovens do semiárido, superando as distâncias entre campo e cidade.

Palavras-chave: educação do campo; desenvolvimento sustentável; saberes locais.

1 INTRODUÇÃO

A educação no semiárido brasileiro tem sido historicamente marcada por desafios estruturais e pedagógicos que comprometem sua eficácia diante das realidades locais. Um dos principais entraves reside na descontextualização dos currículos escolares, que tendem a ignorar os saberes, as práticas culturais e os modos de vida das populações rurais, perpetuando uma lógica urbana e homogênea de ensino.

Mesmo em instituições situadas na zona urbana é comum que a maioria dos estudantes seja oriunda de comunidades rurais, cujas vivências e territorialidades não encontram espaço nas práticas pedagógicas desenvolvidas. Essa desconexão entre o espaço escolar e o território de origem dos estudantes pode contribuir para a evasão escolar, o fortalecimento do êxodo rural

DOI: 10.51189/vii-coninters/86266

e a desvalorização da cultura camponesa, contrariando princípios fundamentais de sustentabilidade e etnodesenvolvimento.

A ausência de uma proposta pedagógica que valorize o conhecimento tradicional e promova o desenvolvimento endógeno compromete a formação de sujeitos críticos e comprometidos com seus territórios. Partindo dessa problemática, este artigo tem como objetivo identificar as práticas de educação contextualizada da Escola de Ensino Médio de Tempo Integral Simão Ângelo, localizada no município de Penaforte – CE, que contribuem para o desenvolvimento sustentável e valorização do território. Para isso, são traçados como objetivos específicos a caracterização sociodemográfica dos discentes, bem como a análise do Projeto Político Pedagógico da escola e de projetos de ações e pesquisas realizadas no âmbito escolar, à luz dos princípios da educação contextualizada.

A escolha deste tema se justifica pela urgência em repensar a educação rural a partir de uma perspectiva que vá além da localização física da escola. Incorporar os saberes populares, a agroecologia e as práticas culturais locais ao currículo escolar é fundamental para construir uma proposta educativa que favoreça a permanência dos jovens no campo e promova alternativas sustentáveis de vida no semiárido.

Autores como Alves *et al*. (2020), Arroyo (2004), Sachs (2004), Caldart (2000) e Santos (2000), defende-se que o desenvolvimento sustentável, para além de uma dimensão técnica e econômica, deve considerar a diversidade cultural e o protagonismo das comunidades. Nesse sentido, a educação contextualizada se apresenta como uma ferramenta estratégica de etnodesenvolvimento, capaz de construir pontes entre o campo e a cidade e de promover uma formação cidadã, crítica e comprometida com a transformação social.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa adota uma abordagem qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, centrando-se na realidade educacional do município de Penaforte, localizado no sul do Ceará, pertencente a macrorregião da Chapada do Araripe e microrregião de Brejo Santo (Nascimento *et al*., 2022).

Com uma população de aproximadamente 8.972 habitantes, distribuída em uma área de 150,536 km², o município caracteriza-se por um clima semiárido, com chuvas concentradas no outono e uma economia majoritariamente voltada à agropecuária de subsistência, em que 97,1% da população economicamente ativa atua nesse setor (IBGE, 2022; Jatobá et al., 2020). Nesse contexto, a educação assume papel estratégico no fortalecimento do desenvolvimento territorial e agroecológico, especialmente entre os jovens oriundos do meio rural.

O estudo configura-se como um estudo de caso, tendo como foco a única escola pública de ensino médio situada no município, localizada na zona urbana, mas que atende uma parcela significativa de estudantes provenientes da zona rural. Essa configuração institucional abre espaço para a análise crítica sobre a presença ou ausência de práticas de educação contextualizada voltadas à valorização dos saberes locais, à convivência com o semiárido e ao desenvolvimento sustentável.

A coleta de dados foi realizada por meio da análise de fontes documentais e secundárias. Entre os documentos analisados, destaca-se o Projeto Político-Pedagógico (PPP) da escola, o qual será examinado à luz dos princípios da educação contextualizada. Foram também consultados, dados secundários provenientes do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), do Censo Escolar e do acadêmico adotado pelo estado do Ceará (SIGE Escola) com o objetivo de identificar a origem territorial dos estudantes e suas principais características socioeconômicas. Além disso, analisou-se relatórios e registros escolares dos projetos “Jovens de Futuro” e “Escola Espaço de Reflexão”, como trabalhos de pesquisa desenvolvidos por alunos e professores e, apresentados no “Ceará Científico” e

"Seminário Docentes" que tratam de temas como meio ambiente, cultura local, agricultura familiar e sustentabilidade, desenvolvidos nos últimos três anos.

A análise dos dados foi guiada por categorias previamente definidas, a saber: reconhecimento do território no currículo; valorização dos saberes locais; ações voltadas à convivência com o semiárido; e participação da comunidade na vida escolar. Essas categorias foram operacionalizadas mediante leitura sistemática e análise de conteúdo (Bardin, 2016), dos documentos selecionados, buscando-se identificar recorrências, lacunas e articulações com os princípios da educação contextualizada.

No que se refere aos aspectos éticos, a pesquisa não envolve a coleta direta de dados junto a seres humanos, como entrevistas, questionários ou intervenções, estando, portanto, dispensada da submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa, conforme os critérios estabelecidos pela Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados sociodemográficos dos discentes da Escola de Ensino Médio em Tempo Integral (EEMTI) Simão Ângelo, situada em Penaforte – CE, evidencia um perfil marcado pela diversidade étnico-racial, predominando estudantes autodeclarados pardos (77%), seguidos por brancos (10%) e negros (9%). Esse quadro corrobora estudos sobre a composição racial em contextos semiáridos nordestinos, onde a população apresenta forte heterogeneidade e vínculos culturais específicos (Santos; Oliveira; Silva, 2017; Silva; Almeida, 2018). A maioria reside em núcleos familiares compostos por pais e irmãos (82%), o que ressalta a importância dos vínculos comunitários e intergeracionais como elementos estruturantes no processo educativo (Oliveira; Pereira, 2020).

Quanto à escolaridade dos responsáveis, observa-se baixa escolarização formal, com apenas 20% dos pais tendo concluído o ensino médio, e 35% dos alunos desconhecendo a escolaridade dos seus genitores. Essa fragilidade nas informações pode indicar desarticulações comunicacionais e desafios no suporte familiar à trajetória educacional, conforme apontam estudos recentes que relacionam escolaridade parental e desempenho escolar no semiárido (Costa; Lima; Freitas, 2019). Apesar disso, 67% dos alunos relatam diálogo familiar sobre questões escolares e 40% mencionam participação dos pais em reuniões, revelando um engajamento moderado que pode ser potencializado para melhorar o desempenho e a permanência dos estudantes (Menezes; Rocha, 2021).

Em termos de infraestrutura domiciliar, embora a maior parte das residências disponha de água tratada (80%) e energia elétrica (68%), a presença de eletrodomésticos como geladeira (96%), tablet (91%) e televisão (75%) sugere avanços na inclusão digital e conforto doméstico. Esses indicadores refletem uma transição socioterritorial típica do semiárido, que influencia as práticas educativas e o acesso a recursos tecnológicos (Barboza; Silva; Lima, 2020). Ademais, a quase totalidade dos alunos (99%) frequentam a educação básica em escolas públicas, com elevado índice de reprovação (96%) em pelo menos um ano de escolaridade, mas notável permanência escolar (92%), evidenciando resiliência em contextos de vulnerabilidade educacional, o que reforça a importância de políticas integradas entre educação e desenvolvimento local (Santos; Lima, 2022).

A análise qualitativa do Projeto Político Pedagógico (PPP) da escola demonstra uma preocupação institucional com o reconhecimento do território e dos saberes locais como eixos do currículo. O documento destaca a intenção de alinhar conteúdos à realidade sociocultural dos estudantes e valorizar as experiências informais, em consonância com os princípios da educação contextualizada (Freitas; Carvalho, 2017). No entanto, lacunas importantes foram identificadas na operacionalização dessas diretrizes, como a ausência de um plano pedagógico sistematizado que incorpore de forma articulada os saberes do semiárido e do bioma Caatinga ao cotidiano escolar (Medeiros; Santos; Oliveira, 2020). Essa defasagem compromete a

efetividade da proposta de formação contextualizada, que, segundo Moura, Santos e Silva (2018), é fundamental para promover o protagonismo juvenil e a valorização territorial em áreas rurais.

Ainda na perspectiva da valorização dos saberes locais, o PPP reconhece a diversidade cultural e os conhecimentos tradicionais, destacando a importância de práticas inclusivas e interdisciplinares. Contudo, a prática pedagógica ainda depende fortemente de iniciativas pontuais de docentes e projetos extracurriculares, sem políticas institucionais amplas que garantam a integração contínua desses saberes ao currículo formal (Alves; Santos, 2019). Tal situação é similar ao constatado em pesquisas que apontam a dificuldade das escolas públicas no semiárido em consolidar práticas pedagógicas que dialoguem sistematicamente com as tradições locais e as demandas do território (Nogueira; Farias, 2021).

No que tange às ações voltadas à convivência com o semiárido, o estudo revela um reconhecimento conceitual dos desafios ambientais, sociais e econômicos da região, expresso no PPP e em projetos como "Jovens de Futuro" e "Ceará Científico". Entretanto, tais ações são ainda incipientes e fragmentadas, sem um enfoque pedagógico consistente que aborde a sustentabilidade, a gestão hídrica, a agroecologia ou a valorização do bioma Caatinga de forma integrada (Silva; Fernandes; Costa, 2016; Costa; Oliveira; Souza, 2017). A literatura indica que a incorporação dessas temáticas é crucial para fortalecer a resiliência comunitária e fomentar práticas educativas voltadas para o desenvolvimento sustentável no semiárido (Pereira; Gomes, 2019).

A participação da comunidade escolar constitui um dos pontos mais expressivos da análise, com ações que envolvem seminários, rodas de conversa, oficinas e projetos interdisciplinares com a presença ativa de docentes, gestores, alunos e, ocasionalmente, familiares e membros da comunidade local. Essas práticas são consonantes com modelos de gestão democrática que valorizam a co-construção do conhecimento e o engajamento social (Ferreira; Almeida, 2020). No entanto, a ausência de mecanismos estruturados e contínuos para ampliar a participação de pais, lideranças comunitárias e instituições locais revela uma limitação significativa, comprometendo a consolidação de uma cultura participativa e a efetiva gestão compartilhada da escola (Lima; Souza, 2018).

Em síntese, os resultados apontam para um perfil estudantil caracterizado pela diversidade cultural e por condições socioeconômicas que demandam uma educação fortemente contextualizada e territorializada. Apesar da existência de elementos e intenções no PPP da instituição que dialogam com os princípios da educação contextualizada, persistem lacunas importantes na sistematização curricular, na articulação prática dos saberes locais e na abordagem pedagógica da sustentabilidade no semiárido. A superação desses desafios exige investimentos em formação docente, planejamento interdisciplinar e políticas institucionais que ampliem a participação comunitária, consolidando assim a escola como espaço de valorização do território e desenvolvimento sustentável (Souza; Lima; Ferreira, 2021; Andrade; Ferreira, 2023).

4 CONCLUSÃO

A análise dos dados revelou avanços significativos na incorporação dos princípios da educação contextualizada, especialmente na valorização dos saberes locais e na participação da comunidade escolar. Contudo, persistem lacunas importantes, tais como a falta de sistematização curricular das práticas territoriais, a insuficiente articulação pedagógica sobre a convivência com o semiárido e a limitada participação estruturada dos familiares e lideranças comunitárias. Esses desafios são particularmente evidentes diante da realidade dos estudantes, em sua maioria provenientes da zona rural, que frequentam uma escola situada na zona urbana, o que acentua a necessidade de uma aproximação mais sensível e integrada entre os espaços rural e urbano no processo educativo.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86266

Nesse contexto, a Educação do Campo emerge como uma abordagem fundamental para amenizar tais lacunas, uma vez que propõe um currículo e práticas pedagógicas que dialogam diretamente com as especificidades culturais, sociais, econômicas e ambientais das comunidades rurais. Incorporar os princípios da Educação do Campo na escola urbana que atende alunos rurais implica promover uma interseção entre os conhecimentos escolares formais e os saberes tradicionais, valorizando as experiências vividas no território rural e fortalecendo a identidade territorial dos estudantes. Além disso, a Educação do Campo enfatiza a gestão participativa da escola, envolvendo pais, lideranças e comunidades locais, o que pode ampliar o engajamento e a corresponsabilidade na construção do projeto pedagógico contextualizado.

Assim, propõe-se que a escola implemente uma política institucional que sistematize o currículo contextualizado, integrando conteúdos relacionados à agroecologia, sustentabilidade do semiárido, cultura e história locais, articulados com as demandas e saberes das comunidades rurais dos estudantes. É imprescindível também o investimento em formação continuada dos docentes, capacitando-os para atuarem de forma crítica e contextualizada, e o fortalecimento de espaços participativos permanentes que garantam o envolvimento efetivo da comunidade rural na vida escolar. Essas medidas contribuem para a construção de uma educação territorialmente enraizada, que promova o desenvolvimento sustentável e a valorização da identidade dos jovens do semiárido, facilitando a superação das distâncias físicas e simbólicas entre o rural e o urbano no âmbito escolar.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. R.; SANTOS, M. P. Educação contextualizada e saberes locais: desafios para escolas públicas do semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Educação**, v. 24, 2019.

ANDRADE, L. S.; FERREIRA, T. C. Participação comunitária e gestão democrática na escola pública: perspectivas e desafios no semiárido. **Cadernos de Educação e Desenvolvimento**, v. 15, n. 2, p. 45–60, 2023.

BARBOSA, F. A.; SILVA, R. C.; LIMA, G. M. Inclusão digital e desigualdades no semiárido brasileiro: um estudo de caso. **Revista Tecnologia & Sociedade**, v. 16, n. 3, p. 105–120, 2020.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 1. ed. Lisboa: Edições 70, 2016.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (Ideb)**. 2025. Disponível em: https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/ideb. Acesso em 03 jun. 2025.

COSTA, P. S.; OLIVEIRA, A. F.; SOUZA, R. L. Agroecologia e educação contextualizada no semiárido: potencialidades e desafios. **Educação em Revista**, v. 33, n. 1, p. 55–72, 2017.

COSTA, R. T.; LIMA, V. M.; FREITAS, D. M. Escolaridade parental e desempenho escolar no semiárido: análise dos fatores de vulnerabilidade. **Revista de Psicologia Escolar e Educacional**, v. 23, 2019.

FERREIRA, M. R.; ALMEIDA, V. S. Gestão democrática e participação comunitária: experiências em escolas públicas do Nordeste. **Educação e Sociedade**, v. 41, n. 148, e230243, 2020.

FREITAS, T. B.; CARVALHO, S. A. Educação contextualizada e formação crítica: uma análise em escolas do semiárido nordestino. **Revista de Educação do Semiárido**, v. 6, n. 1, p. 30–45, 2017.

GOVERNO DO ESTADO DO CEARÁ. **Estrada que liga Jardim a Penaforte é concluída.** 2023. Disponível em: https://www.ceara.gov.br/2023/03/21/estrada-que-liga-jardim-a-penaforte-e-concluida/. Acesso em: 09 jun. 2025.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Panorama do município de Penaforte**. 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/penaforte/panorama. Acesso em: 20 jun. 2024.

JATOBÁ, L., & SILVA, A. F. (Orgs.) **Tópicos especiais de climatologia**. Ananindeua: Editora Itacaiúnas, 2020. DOI: 10.36599/itac-ed1.028

LIMA, R. F.; SOUZA, J. P. Participação social na escola: um estudo sobre mecanismos de gestão democrática no semiárido. **Cadernos de Gestão Escolar**, v. 10, n. 2, p. 75–90, 2018.

MEDEIROS, L. C.; SANTOS, P. M.; OLIVEIRA, F. R. Desafios da educação contextualizada em escolas públicas do semiárido: um estudo de caso. **Revista Brasileira de Educação**, v. 25, e250008, 2020.

MENEZES, D. R.; ROCHA, A. M. Envolvimento familiar e permanência escolar em contextos vulneráveis. **Revista de Educação e Cultura**, v. 27, n. 1, p. 89–105, 2021.

MOURA, J. P.; SANTOS, A. L.; SILVA, R. M. Educação contextualizada e protagonismo juvenil no semiárido nordestino. **Cadernos de Pesquisa**, v. 48, n. 168, p. 176–192, 2018.

NASCIMENTO, R. L. X. Et al. **Caderno de caracterização: estado do Ceará**. Brasília, DF: Codevasf, 2022.

NOGUEIRA, E. S.; FARIAS, M. A. Saberes tradicionais e educação pública: desafios para a valorização cultural no semiárido. **Revista Educação & Realidade**, v. 46, e85125, 2021.

PEREIRA, F. H.; GOMES, L. R. Sustentabilidade e educação ambiental no semiárido: perspectivas pedagógicas. **Revista de Educação Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 123–137, 2019.

QEdu. **Penaforte: Censo Escolar**. 2025. Disponível em: https://qedu.org.br/municipio/2310605-penaforte/censo-escolar/.Acesso em: 04 jun. 2025.

SANTOS, C. M.; LIMA, D. A. Permanência escolar e políticas públicas no semiárido: uma análise sociopedagógica. **Revista Educação e Desenvolvimento**, v. 7, n. 1, p. 66–79, 2022.

SANTOS, L. R.; OLIVEIRA, P. M.; SILVA, J. F. Diversidade étnico-racial e educação no Nordeste brasileiro: desafios e perspectivas. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, v. 32, n. 93, e329302, 2017.

SILVA, E. J.; ALMEIDA, T. S. Educação, território e identidade cultural no semiárido nordestino. **Revista Estudos Sociais**, v. 21, n. 2, p. 50–67, 2018.

SILVA, G. A.; FERNANDES, H. M.; COSTA, M. F. Educação contextualizada e sustentabilidade: experiências no semiárido nordestino. **Revista Científica de Educação**, v. 12, n. 1, p. 44–59, 2016.

SOUZA, R. P.; LIMA, V. R.; FERREIRA, L. A. Formação docente e educação contextualizada no semiárido: desafios e perspectivas. **Educação em Revista**, v. 37, e24337, 2021.

DESENVOLVIMENTO DE CARVÃO ATIVADO MAGNÉTICO PARA REMOÇÃO DE VIOLETA GENCIANA EM MEIO AQUOSO

DAYANE SATURNINO DE SANTANA; JOSE MANOEL MARCONCINI

RESUMO

A presença de corantes sintéticos em águas residuárias representa um problema ambiental devido à elevada estabilidade química e à baixa biodegradabilidade desses compostos, o que tem impulsionado a busca por materiais adsorventes eficientes para o tratamento de efluentes. Neste estudo, objetivou-se produzir e caracterizar um carvão ativado magnético e avaliar seu potencial para a remoção do corante violeta genciana em meio aquoso. O material foi obtido pela precipitação in situ de óxidos de ferro sobre o carvão ativado e caracterizado por espectroscopia Raman. A remoção do corante foi avaliada utilizando-se massas de 5, 15, 25 e 45 mg do adsorvente, além de um sistema controle, e a absorbância residual foi determinada por espectrofotometria UV-Vis na faixa de 400 a 800 nm. Os espectros Raman evidenciaram bandas compatíveis com a presença de óxidos de ferro, com possível formação de magnetita, além de alterações no perfil estrutural da matriz carbonácea após a incorporação das espécies de ferro. Na análise por UV-vis, observou-se redução progressiva da absorbância máxima da violeta genciana, próxima de 590 nm, com o aumento da massa de carvão ativado magnético. A menor absorbância residual foi obtida no tratamento com 45 mg, indicando maior remoção aparente do corante nas condições avaliadas. Os resultados indicam o potencial preliminar do carvão ativado magnético como adsorvente magneticamente separável. Entretanto, estudos complementares de cinética, equilíbrio, estabilidade e reutilização são necessários para avaliar sua aplicação em sistemas de tratamento de efluentes. A proposta apresenta relação com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 6 (Água Potável e Saneamento), 9 (Indústria, Inovação e Infraestrutura) e 12 (Consumo e Produção Responsáveis), por contribuir para o desenvolvimento de uma alternativa destinada à remoção de contaminantes em águas residuárias.

Palavras-chave: Adsorção; magnetita; espectrofotometria UV-Vis.

1 INTRODUÇÃO

A crescente geração de efluentes industriais contendo corantes sintéticos tem intensificado os impactos sobre os recursos hídricos, constituindo uma relevante preocupação ambiental. Esses compostos podem apresentar elevada estabilidade química e baixa biodegradabilidade, dificultando sua remoção por sistemas convencionais de tratamento. Entre eles, a violeta genciana destaca-se por sua aplicação em diferentes setores e por sua persistência quando descartada inadequadamente. Nesse contexto, a adsorção tem sido estudada como alternativa para a remoção de corantes presentes em soluções aquosas (Bertolini; Fungaro, 2011).

O carvão ativado é amplamente empregado como adsorvente devido à sua estrutura porosa e à disponibilidade de sítios superficiais capazes de interagir com diferentes contaminantes. Entretanto, a recuperação do material após o processo de adsorção pode representar uma limitação operacional. A incorporação de óxidos de ferro à matriz carbonácea

DOI: 10.51189/vii-coninters/86288

permite a obtenção de materiais com propriedades magnéticas, facilitando sua separação do meio aquoso mediante a aplicação de um campo magnético. Compósitos carbonáceos magnéticos têm apresentado resultados promissores na remoção de corantes catiônicos e outros contaminantes orgânicos presentes em água (Madrakian et al., 2011; Duman et al., 2016). A caracterização estrutural desses materiais é fundamental para avaliar as modificações ocasionadas pela incorporação das espécies de ferro. A espectroscopia Raman permite identificar bandas relacionadas à organização e aos defeitos da estrutura carbonácea, contribuindo para a avaliação das alterações promovidas durante a magnetização do carvão ativado (Adar, 2022).

Além disso, essa técnica pode fornecer informações sobre a presença de diferentes óxidos de ferro, embora análises complementares sejam necessárias para a identificação inequívoca das fases formadas (Faria; Silva; Oliveira, 1997). Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo produzir e caracterizar um carvão ativado magnético, obtido pela incorporação de óxidos de ferro à matriz carbonácea, e avaliar seu potencial para a remoção da violeta genciana em solução aquosa.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Síntese do carvão ativado magnético

O carvão ativado magnético foi produzido por precipitação química in situ de óxidos de ferro sobre a matriz carbonácea, com adaptações do método descrito por Toma, Silva e Condomitti (2016). Inicialmente, 6,5 g de carvão ativado foram dispersos em 221,4 mL de água destilada, sob agitação magnética e aquecimento entre 85 e 90 °C. Após a homogeneização, adicionou-se sulfato de ferro (II) hepta-hidratado ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$), na concentração de 46 mmol L^{-1}.

Separadamente, preparou-se uma solução alcalina contendo NaOH a 1,62 mol L^{-1} e $NaNO_3$ a 0,23 mol L^{-1}, dissolvidos em 24,6 mL de água destilada. Essa solução foi adicionada lentamente à suspensão aquecida, que permaneceu sob agitação por 30 minutos. Ao final da reação, o material foi separado com auxílio de um ímã, lavado sucessivamente com água destilada e seco em estufa a 60 °C até massa constante.

2.2 Caracterização por espectroscopia Raman

A caracterização estrutural foi realizada por espectroscopia Raman, utilizando-se um sistema acoplado a um microscópio óptico equipado com objetiva de 10×. As amostras foram depositadas sobre lâminas porta amostras e analisadas na faixa espectral de 200 a 1800 cm^{-1}.

Os espectros foram empregados para avaliar alterações na estrutura da matriz carbonácea após a incorporação das espécies de ferro, bem como identificar bandas compatíveis com óxidos de ferro e possíveis fases associadas à magnetita (Fe_3O_4).

2.3 Avaliação da remoção da violeta genciana

A solução de trabalho foi preparada pela diluição de uma solução estoque de violeta genciana a 2% em água destilada. Alíquotas de 20 mL foram distribuídas em cinco béqueres, constituindo um sistema controle, sem adsorvente, e quatro tratamentos contendo 5, 15, 25 e 45 mg de carvão ativado magnético.

Após o contato entre o adsorvente e a solução do corante, os sistemas foram posicionados sobre um ímã até a separação do carvão magnético. Os sobrenadantes foram cuidadosamente removidos e transferidos para cubetas de quartzo, evitando-se o arraste de partículas do adsorvente.

2.4 Avaliação por espectrofotometria UV-Vis

A solução controle e os sobrenadantes dos tratamentos foram analisados por espectrofotometria UV-Vis, utilizando-se água destilada como branco. As análises foram realizadas por varredura espectral entre 400 e 800 nm.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86288

A absorbância máxima da violeta genciana, observada próxima de 590 nm, foi utilizada para comparar a quantidade residual do corante nos diferentes tratamentos. A redução da absorbância em relação ao controle foi considerada indicativa da remoção aparente da violeta genciana pelo carvão ativado magnético.

2.5 Regeneração do carvão ativado magnético

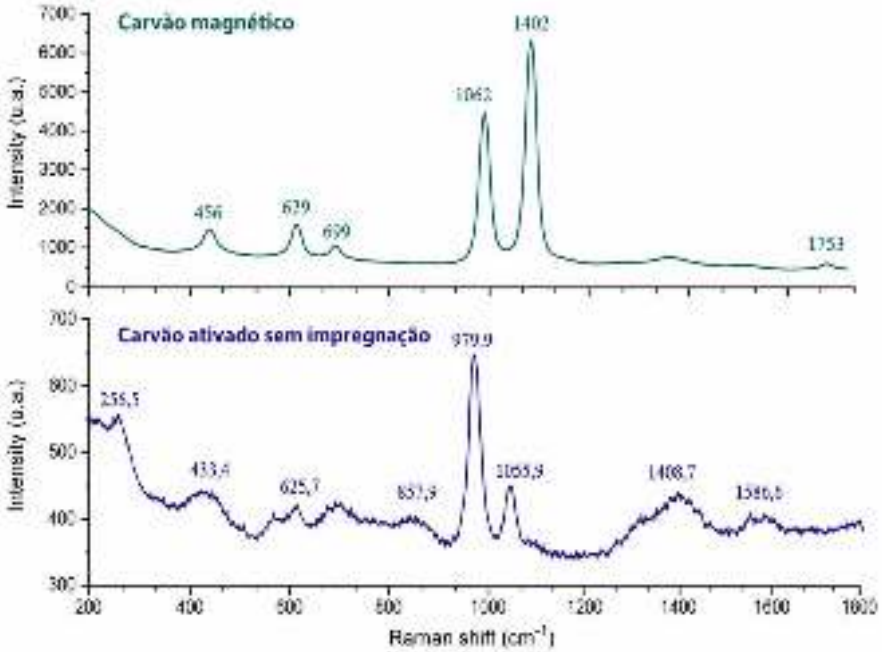
Após as análises, foram adicionados 14 mL de etanol ao carvão magnético com a finalidade de promover a dessorção da violeta genciana. Os sistemas foram novamente submetidos à separação magnética, e o sobrenadante contendo o corante dessorvido foi removido. Posteriormente, o adsorvente foi seco em estufa a 60 °C e reservado para possíveis avaliações de reutilização.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise por espectroscopia Raman, apresentada na Figura 1, evidenciou bandas entre 456 e 699 cm^{-1}, compatíveis com modos vibracionais de óxidos de ferro. A banda próxima de 699 cm^{-1} sugere a presença de uma fase com estrutura do tipo espinélio, possivelmente associada à magnetita (Fe_3O_4), conforme atribuições descritas para óxidos de ferro na literatura (Faria; Silva; Oliveira, 1997).

Entretanto, a identificação definitiva das fases cristalinas requer o emprego de técnicas complementares, como a difração de raios X. Em regiões de maior número de onda, foram observadas bandas próximas de 1062 e 1400 cm^{-1}, indicando alterações no perfil estrutural da matriz carbonácea após a incorporação das espécies de ferro. Essas modificações podem estar relacionadas à presença de defeitos e a diferentes níveis de organização do carbono, aspectos que podem ser avaliados por espectroscopia Raman (Adar, 2022).

A incorporação de espécies de ferro à matriz carbonácea pode contribuir para a separação do adsorvente do meio aquoso mediante a aplicação de um campo magnético. Materiais carbonáceos magneticamente modificados têm apresentado resultados promissores na remoção de corantes catiônicos e outros contaminantes orgânicos em soluções aquosas (Madrakian et al., 2011; Duman et al., 2016). Dessa forma, os resultados indicam que o processo de síntese promoveu alterações estruturais no carvão ativado e a incorporação de espécies de ferro potencialmente associadas ao comportamento magnético do material.



DOI: 10.51189/vii-coninters/86288

Figura 1– Espectros Raman do carvão magnético e do carvão ativado sem impregnação.

Na análise por espectrofotometria UV-Vis, apresentada na Figura 2, observou-se redução progressiva da absorbância máxima da violeta genciana, próxima de 590 nm, com o aumento da massa de carvão ativado magnético. A menor absorbância residual foi registrada no tratamento com 45 mg, indicando maior remoção aparente do corante entre as condições avaliadas. Esse comportamento pode estar relacionado ao aumento da disponibilidade de sítios de interação com as moléculas de violeta genciana à medida que a massa do adsorvente foi elevada.

Tendência semelhante foi observada por Bertolini e Fungaro (2011) na adsorção de cristal violeta por materiais zeolíticos. Além disso, a remoção de corantes catiônicos por materiais carbonáceos magneticamente modificados também foi relatada por Madrakian et al. (2011) e Duman et al. (2016), reforçando o potencial desses materiais para aplicações ambientais.

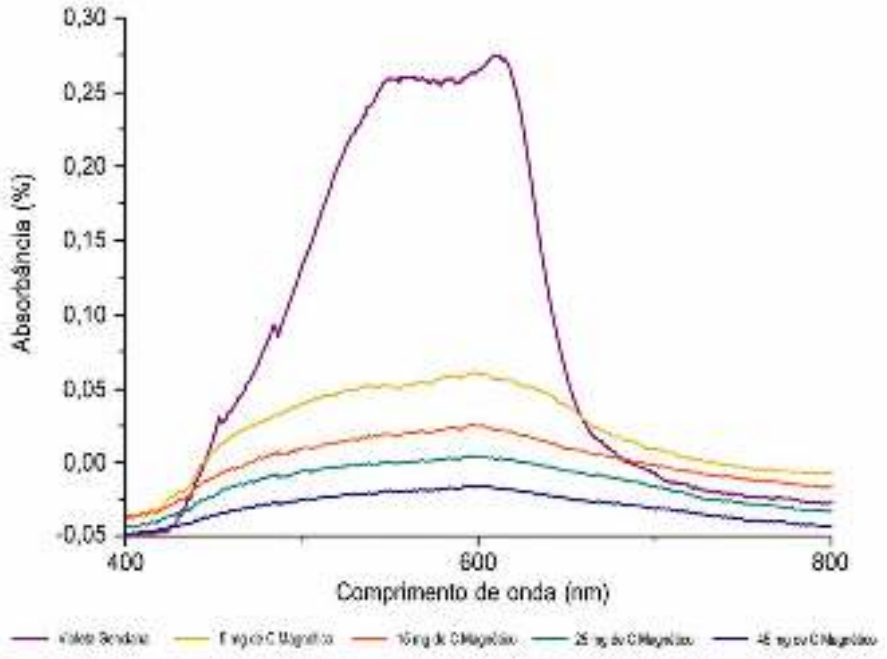


Figura 2- Espectros de absorbância da violeta genciana obtidos por espectrofotometria UV Vis em diferentes concentrações de carvão magnético.

De modo geral, o material sintetizado apresentou potencial preliminar para a remoção de corantes em solução aquosa. Entretanto, estudos complementares de cinética e equilíbrio de adsorção, capacidade máxima de remoção, estabilidade, reutilização e viabilidade econômica são necessários para avaliar sua aplicação em sistemas de tratamento de efluentes.

4 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do carvão magnético por precipitação química in situ de óxidos de ferro sobre o carvão ativado possibilitou a obtenção de um material com características estruturais potencialmente favoráveis à remoção da violeta genciana em solução aquosa. A espectroscopia Raman evidenciou bandas compatíveis com a presença de óxidos de ferro e alterações no perfil estrutural da matriz carbonácea após a incorporação dos compostos de ferro.

As análises por espectrofotometria UV-Vis demonstraram redução progressiva da absorbância residual da violeta genciana com o aumento da massa de carvão magnético. Entre

DOI: 10.51189/vii-coninters/86288

as condições avaliadas, o tratamento com 45 mg de adsorvente apresentou a menor absorbância residual e, consequentemente, o melhor desempenho aparente na remoção do corante.

Dessa forma, o carvão magnético apresenta potencial preliminar como material adsorvente para a remoção de corantes em meio aquoso. Entretanto, estudos complementares envolvendo cinética e equilíbrio de adsorção, capacidade máxima de remoção, estabilidade, reutilização em ciclos sucessivos e avaliação de custos são necessários para determinar sua viabilidade em sistemas de tratamento de efluentes.

REFERÊNCIAS

ADAR, F. Use of Raman spectroscopy to qualify carbon materials. *Spectroscopy*, [S. l.], v. 37, n. 6, p. 11–15, 50, 2022. DOI: 10.56530/spectroscopy.wx3481u2.

BERTOLINI, T. C. R.; FUNGARO, D. A. Estudos de equilíbrio e modelagem cinética da adsorção do corante cristal violeta sobre zeólitas de cinzas leve e pesada de carvão. In: INTERNATIONAL WORKSHOP: ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 3., 2011, São Paulo. *Anais [...]*. São Paulo: Universidade Paulista, 2011. p. 1–10.

DUMAN, O.; TUNÇ, S.; BOZOĞLAN, B. K.; POLAT, T. G. Removal of triphenylmethane and reactive azo dyes from aqueous solution by magnetic carbon nanotube κ-carrageenan Fe_3O_4 nanocomposite. *Journal of Alloys and Compounds*, [S. l.], v. 687, p. 370–383, 2016. DOI: 10.1016/j.jallcom.2016.06.160.

FARIA, D. L. A. de; SILVA, S. V.; OLIVEIRA, M. T. de. Raman microspectroscopy of some iron oxides and oxyhydroxides. *Journal of Raman Spectroscopy*, [S. l.], v. 28, n. 11, p. 873-878, 1997. DOI: 10.1002/(SICI)1097-4555(199711)28:11<873::AID-JRS177>3.0.CO;2-B.

MADRAKIAN, T.; AFKHAMI, A.; AHMADI, M.; BAGHERI, H. Removal of some cationic dyes from aqueous solutions using magnetic-modified multi-walled carbon nanotubes. *Journal of Hazardous Materials*, [S. l.], v. 196, p. 109–114, 2011. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2011.08.078.

TOMA, H. E.; SILVA, D. G. da; CONDOMITTI, U. *Nanotecnologia experimental*. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2016. 167 p.

O SOLO COMO REGULADOR CLIMÁTICO: UMA REVISÃO INTEGRATIVA SOBRE USO DA TERRA, BIODIVERSIDADE MICROBIANA, CARBONO E GASES DE EFEITO ESTUFA

RAÍSSA OCHÔA GOLIN; NÁDIA AWAD SCARIOT

RESUMO

As mudanças no uso da terra constituem um dos principais fatores capazes de alterar a dinâmica dos ecossistemas terrestres e os processos relacionados ao armazenamento de carbono e às emissões de gases de efeito estufa. Nesse contexto, o solo desempenha papel estratégico na regulação climática, atuando como importante reservatório de carbono e como ambiente de intensa atividade microbiana associada aos ciclos biogeoquímicos. O presente estudo teve como objetivo analisar o papel do solo como componente estratégico da regulação climática, considerando as relações entre diferentes usos da terra, biodiversidade microbiana, dinâmica do carbono e emissões de gases de efeito estufa, com especial atenção ao Pampa Gaúcho. Foi realizada uma revisão integrativa da literatura, de abordagem qualitativa e caráter exploratório, mediante buscas nas bases Web of Science, Scopus, ScienceDirect, PubMed e SciELO, utilizando descritores relacionados a solo, mudanças climáticas, carbono, biodiversidade microbiana, gases de efeito estufa e uso da terra. Foram priorizados estudos publicados entre 2010 e 2026, sem exclusão de trabalhos anteriores considerados relevantes para a fundamentação teórica. A análise evidenciou que as alterações no uso da terra modificam a estrutura e a atividade das comunidades microbianas, influenciando processos relacionados à ciclagem de nutrientes, ao armazenamento de carbono e aos fluxos de CO_2, CH_4 e N_2O. Os estudos também demonstraram que a manutenção da cobertura vegetal e de condições favoráveis à atividade biológica do solo pode contribuir para a conservação do carbono e para a regulação dos gases de efeito estufa. Evidências recentes indicam ainda que a conversão de áreas naturais para sistemas agrícolas pode reduzir a capacidade dos solos de consumir metano atmosférico. Conclui-se que a conservação dos solos e dos campos nativos do Pampa, associada à adoção de práticas de manejo sustentáveis, constitui estratégia relevante para a manutenção dos serviços ecossistêmicos e para o enfrentamento das mudanças climáticas. Ressalta-se, contudo, a necessidade de ampliar estudos integrados que relacionem biodiversidade microbiana, estoques de carbono e fluxos de gases de efeito estufa em diferentes sistemas de uso da terra.

Palavras-chave: Mudanças climáticas; Microbioma do solo; Serviços ecossistêmicos.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas constituem um dos principais desafios ambientais contemporâneos, com impactos sobre os ecossistemas, a produção de alimentos e a sustentabilidade dos sistemas produtivos. Nesse contexto, o solo desempenha papel estratégico na dinâmica climática, uma vez que participa ativamente dos ciclos biogeoquímicos e constitui um importante reservatório de carbono nos ecossistemas terrestres. A forma como os solos são utilizados e manejados pode influenciar tanto o armazenamento de carbono quanto os fluxos de gases de efeito estufa, como dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O) (IPCC, 2022).

DOI: 10.51189/vii-coninters/86327

A relação entre solo e clima é complexa e bidirecional. Enquanto as mudanças climáticas podem alterar a temperatura, a umidade e os processos biológicos do solo, as mudanças no uso da terra e as práticas de manejo podem modificar sua capacidade de armazenar carbono e influenciar as emissões de gases de efeito estufa. O manejo do carbono orgânico do solo, portanto, apresenta potencial para contribuir com estratégias de mitigação climática, embora seus efeitos dependam das características ambientais e da permanência do carbono armazenado (IPCC, 2022). A conservação do carbono orgânico também está relacionada à manutenção da qualidade do solo, à fertilidade, à retenção de água e à prestação de serviços ecossistêmicos essenciais (FAO, [s.d.]).

Além da dinâmica do carbono, a biodiversidade microbiana constitui um componente fundamental para compreender a funcionalidade dos solos. As comunidades microbianas participam da decomposição da matéria orgânica e dos ciclos do carbono e do nitrogênio, estando diretamente envolvidas em processos que influenciam os fluxos de gases de efeito estufa. Alterações no uso da terra podem modificar a estrutura dessas comunidades e, consequentemente, os processos biogeoquímicos do solo. No bioma Pampa, estudos demonstram que a substituição da vegetação nativa está associada a alterações na estrutura das comunidades microbianas, evidenciando a sensibilidade desses organismos às transformações ambientais decorrentes do uso da terra (SULEIMAN; PYLRO; ROESCH, 2017).

O Pampa Gaúcho apresenta especial relevância para essa discussão por reunir extensas áreas de campos naturais e sistemas produtivos associados à agricultura e à pecuária. Nesse território, compreender as relações entre uso da terra, biodiversidade microbiana, armazenamento de carbono e emissões de gases de efeito estufa é fundamental para avaliar os impactos ambientais dos diferentes sistemas e subsidiar estratégias de manejo mais sustentáveis. Dessa forma, investigar o solo sob uma perspectiva integrada permite superar sua compreensão exclusiva como suporte à produção agropecuária e reconhecê-lo como componente ativo dos processos relacionados à regulação climática.

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo geral analisar o papel do solo como componente estratégico da regulação climática, investigando as relações entre diferentes usos da terra, biodiversidade microbiana, dinâmica do carbono e emissões de gases de efeito estufa no Pampa Gaúcho.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, de abordagem qualitativa e caráter exploratório, desenvolvida com o objetivo de reunir e sintetizar evidências científicas acerca do papel do solo na regulação climática, considerando as relações entre uso da terra, biodiversidade microbiana, armazenamento de carbono e emissões de gases de efeito estufa.

A revisão foi conduzida a partir da definição da questão norteadora: qual é o papel do solo na regulação climática e de que maneira as diferentes formas de uso da terra e as alterações na biodiversidade microbiana influenciam a dinâmica do carbono e as emissões de gases de efeito estufa?

As buscas bibliográficas foram realizadas nas bases de dados Web of Science, Scopus, ScienceDirect, PubMed e SciELO, utilizando combinações dos seguintes descritores e palavras-chave, em português e inglês: solo (soil), mudanças climáticas (climate change), carbono do solo (soil carbon), carbono orgânico do solo (soil organic carbon), biodiversidade microbiana (microbial biodiversity), microbioma do solo (soil microbiome), gases de efeito estufa (greenhouse gases), uso da terra (land use), agricultura (agriculture) e Pampa (Pampa biome).

DOI: 10.51189/vii-coninters/86327

Foram considerados como critérios de inclusão artigos científicos disponíveis na íntegra, publicados em periódicos científicos e relacionados à temática investigada. Foram priorizados estudos publicados entre 2010 e 2026, sem excluir trabalhos anteriores considerados relevantes para a fundamentação conceitual e científica do tema. Foram excluídos trabalhos duplicados, estudos sem relação direta com a questão norteadora e publicações que não apresentassem informações pertinentes aos objetivos da revisão.

Após a realização das buscas, os estudos identificados foram submetidos à triagem por meio da leitura dos títulos e resumos. Posteriormente, os trabalhos potencialmente relevantes foram avaliados mediante leitura integral, considerando sua pertinência em relação aos objetivos estabelecidos. As informações extraídas dos estudos selecionados foram organizadas e analisadas de forma qualitativa, considerando aspectos relacionados à dinâmica do carbono no solo, à biodiversidade e atividade microbiana, às alterações decorrentes do uso da terra e aos fluxos de gases de efeito estufa.

A síntese dos resultados foi organizada de maneira temática, buscando identificar convergências e divergências entre os estudos analisados e compreender as principais relações entre a funcionalidade dos solos e a dinâmica climática. A análise permitiu discutir o solo como um componente ativo dos ecossistemas terrestres e como elemento estratégico para a mitigação e adaptação às mudanças climáticas, com especial atenção aos sistemas de uso da terra presentes no bioma Pampa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura evidencia que o solo exerce papel central na regulação climática por meio da interação entre processos biológicos, químicos e físicos que determinam a dinâmica do carbono e dos gases de efeito estufa. As alterações no uso da terra podem modificar características físicas e químicas do solo, a disponibilidade de matéria orgânica e a estrutura das comunidades microbianas, influenciando os processos de decomposição, ciclagem de nutrientes e fluxos de carbono e nitrogênio. Dessa forma, a capacidade do solo de atuar como reservatório de carbono e regulador dos gases de efeito estufa está diretamente relacionada às características ambientais e às práticas de manejo adotadas (PILLAR; TORNQUIST; BAYER, 2012; IPCC, 2022).

3.1 Uso da terra e biodiversidade microbiana do solo

A biodiversidade microbiana constitui um dos principais componentes da funcionalidade dos ecossistemas edáficos, uma vez que os microrganismos participam de processos fundamentais, como decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, formação e estabilização da matéria orgânica do solo e transformação de compostos de carbono e nitrogênio. Consequentemente, alterações na cobertura vegetal e no uso da terra podem modificar a composição e a estrutura das comunidades microbianas, produzindo efeitos sobre os processos biogeoquímicos e sobre a capacidade do solo de armazenar carbono e regular as emissões de gases de efeito estufa (LOUISSON et al., 2023).

No bioma Pampa, Suleiman, Pylro e Roesch (2017) demonstraram que a substituição da vegetação nativa promove alterações na estrutura das comunidades microbianas do solo. Esse resultado evidencia que a conversão de ambientes naturais para sistemas de uso antrópico não representa apenas uma mudança na cobertura vegetal, mas também uma transformação na estrutura biológica do solo. As comunidades microbianas respondem às modificações na disponibilidade de substratos orgânicos, na composição da vegetação, na umidade, na temperatura e nas características físico-químicas do solo, podendo alterar a intensidade dos processos de decomposição e ciclagem de nutrientes.

Resultados obtidos em diferentes sistemas de uso da terra no Sul do Brasil também reforçam essa relação. Bröring et al. (2023), ao avaliarem o carbono da biomassa microbiana e

a atividade microbiana em diferentes sistemas de uso da terra em Santa Catarina, observaram diferenças associadas ao uso e às características ambientais. Os autores identificaram maiores valores de carbono orgânico total e particulado em áreas florestais, enquanto áreas de campo apresentaram elevada biomassa e atividade microbiana, evidenciando que a cobertura vegetal e o manejo influenciam diretamente a dinâmica do carbono microbiano.

A relação entre biodiversidade microbiana e funcionamento do solo apresenta, portanto, implicações para a dinâmica climática. As comunidades microbianas são responsáveis por processos metabólicos que controlam parte significativa da transformação da matéria orgânica e dos nutrientes, podendo influenciar tanto a estabilização do carbono quanto a produção ou consumo de gases de efeito estufa. Entretanto, a diversidade taxonômica, isoladamente, não determina necessariamente a magnitude desses processos, uma vez que a funcionalidade microbiana também depende da composição das comunidades, da atividade metabólica e das condições ambientais (LOUISSON et al., 2023).

A microbiota do solo pode ser considerada um indicador sensível das alterações provocadas pelo uso da terra e um componente relevante para a avaliação da sustentabilidade dos sistemas produtivos. No contexto do Pampa, essa abordagem é particularmente importante devido à presença de extensas áreas de campos naturais e à crescente utilização da paisagem para atividades agrícolas e pecuárias. A conservação da vegetação natural e a adoção de práticas de manejo que preservem a estrutura e a atividade biológica do solo podem contribuir para a manutenção de funções ecossistêmicas relacionadas à ciclagem de nutrientes e ao armazenamento de carbono (SULEIMAN; PYLRO; ROESCH, 2017; PILLAR; TORNQUIST; BAYER, 2012).

3.2 Carbono orgânico do solo e potencial de sequestro de carbono

O carbono orgânico do solo representa um dos principais estoques de carbono dos ecossistemas terrestres e desempenha funções relacionadas à fertilidade, estrutura, agregação e retenção de água. A dinâmica desse estoque resulta do equilíbrio entre a entrada de carbono no sistema, principalmente por meio da produção de biomassa vegetal, deposição de resíduos e crescimento radicular, e as perdas decorrentes da decomposição da matéria orgânica e dos fluxos de carbono para a atmosfera (IPCC, 2022).

As mudanças no uso da terra podem alterar significativamente esse equilíbrio. A conversão de ecossistemas naturais, a remoção da cobertura vegetal e o revolvimento frequente do solo podem favorecer perdas de carbono, especialmente quando associados à redução da entrada de resíduos orgânicos. Por outro lado, sistemas que mantêm cobertura vegetal permanente, aumentam a produção de biomassa e reduzem a perturbação física do solo apresentam potencial para conservar ou ampliar os estoques de carbono orgânico.

No Sul do Brasil, Bröring et al. (2023) verificaram diferenças nos estoques de carbono orgânico entre sistemas de uso da terra, destacando a influência da cobertura vegetal e das características físico-químicas do solo sobre a dinâmica do carbono. Esses resultados reforçam que a capacidade de armazenamento de carbono não depende exclusivamente do tipo de uso da terra, mas da interação entre manejo, condições ambientais e propriedades do solo.

No Pampa, a importância dos estoques de carbono é particularmente relevante. Pillar, Tornquist e Bayer (2012) destacam que os campos sulinos apresentam expressivos estoques de carbono no solo e desempenham importantes funções ambientais, embora ainda existam lacunas de conhecimento sobre os processos biogeoquímicos que determinam esses estoques. Os autores ressaltam que a conversão dos campos naturais pode comprometer serviços ecossistêmicos associados ao armazenamento de carbono e à regulação climática.

Dados específicos de campo nativo do Pampa também demonstram a relevância do solo como componente do balanço de gases de efeito estufa. Volk, Trindade e Genro (2020) avaliaram o estoque de carbono orgânico e as emissões de gases de efeito estufa em área de

DOI: 10.51189/vii-coninters/86327

campo nativo do bioma, contribuindo para a caracterização dos fatores de emissão e remoção relacionados aos sistemas pecuários brasileiros.

Entretanto, o potencial de sequestro de carbono pelos solos não deve ser interpretado como um processo uniforme ou permanente. A quantidade de carbono acumulada depende das características do solo, do clima, da vegetação, do histórico de uso e das práticas de manejo. Além disso, parte do carbono armazenado pode retornar à atmosfera quando ocorrem mudanças nas condições ambientais ou no manejo. Dessa forma, o aumento dos estoques de carbono deve ser analisado considerando sua estabilidade e permanência ao longo do tempo, bem como possíveis alterações nos fluxos de outros gases de efeito estufa (IPCC, 2022).

Assim, a conservação dos campos nativos do Pampa deve ser considerada não apenas sob a perspectiva da biodiversidade vegetal, mas também em relação aos estoques de carbono e aos processos biológicos que ocorrem no ambiente edáfico. A manutenção da cobertura vegetal e a adoção de estratégias de manejo adequadas podem contribuir para preservar funções ecológicas relacionadas à fertilidade, à ciclagem de nutrientes e à regulação climática.

3.3 Emissões de CO_2, CH_4 e N_2O nos diferentes sistemas de uso da terra

Os solos constituem importantes fontes e sumidouros de gases de efeito estufa, especialmente dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O). A magnitude desses fluxos resulta da interação entre fatores climáticos, características físicas e químicas do solo, disponibilidade de carbono e nitrogênio e atividade microbiana. Dessa forma, modificações no uso da terra podem produzir respostas distintas para cada gás, tornando necessária uma avaliação integrada dos diferentes fluxos (IPCC, 2022; TULIO et al., 2023).

O CO_2 está diretamente relacionado à respiração do solo, que inclui a atividade das raízes e dos organismos decompositores. A alteração da cobertura vegetal e da quantidade de matéria orgânica disponível pode modificar esses fluxos. Entretanto, maiores fluxos de CO_2 do solo não representam necessariamente perda líquida de carbono do ecossistema, pois é necessário considerar simultaneamente a entrada de carbono por meio da produção vegetal e o estoque de carbono acumulado no solo.

O CH_4 apresenta comportamento distinto. Em ambientes aerados, determinados microrganismos podem consumir metano atmosférico por meio da oxidação microbiana, enquanto condições de saturação hídrica e baixa disponibilidade de oxigênio favorecem a produção desse gás por microrganismos metanogênicos. Estudo recente realizado em solos de diferentes biomas brasileiros demonstrou que solos naturais apresentaram maior capacidade de consumir CH_4 atmosférico em comparação com áreas agrícolas, incluindo diferenças observadas no bioma Pampa. Os resultados também indicaram maior abundância de bactérias metanotróficas nos solos naturais, evidenciando que a mudança de uso da terra pode comprometer a função do solo como sumidouro biológico de metano (LAND USE CHANGE AFFECTS, 2026).

O N_2O, por sua vez, está associado principalmente às transformações microbianas do nitrogênio, especialmente aos processos de nitrificação e desnitrificação. Sua emissão é influenciada pela disponibilidade de nitrogênio, umidade, temperatura, pH e condições de aeração do solo. Dessa forma, práticas agrícolas que envolvem o uso de fertilizantes nitrogenados podem alterar significativamente os fluxos desse gás, reforçando a necessidade de estratégias de manejo que conciliem produtividade e eficiência no uso de nutrientes (IPCC, 2022).

Estudos realizados no Sul do Brasil demonstram que os atributos físicos, químicos e microbiológicos do solo podem influenciar diretamente os fluxos de CO_2, CH_4 e N_2O. Tulio et al. (2023), ao investigarem diferentes ambientes florestais no Sul do Brasil, evidenciaram que os atributos do solo relacionados à biomassa e à atividade dos microrganismos interferem na dinâmica dos gases de efeito estufa. Esses resultados reforçam a importância de considerar

simultaneamente as propriedades do solo e a atividade microbiana na interpretação dos fluxos de gases.

Essa complexidade demonstra que a avaliação da contribuição dos diferentes sistemas de uso da terra para as mudanças climáticas não pode ser baseada exclusivamente em um único indicador. Um sistema pode apresentar maior armazenamento de carbono, mas também modificar os fluxos de N_2O ou CH_4, dependendo das condições ambientais e das práticas de manejo. Por essa razão, análises integradas de estoques de carbono e emissões de gases de efeito estufa são fundamentais para estimar o balanço climático dos sistemas produtivos.

3.4 O solo do Pampa como componente estratégico da regulação climática

A síntese dos estudos analisados indica que o solo deve ser compreendido como um componente ativo da regulação climática e não apenas como substrato para a produção agropecuária. Sua capacidade de armazenar carbono, sustentar comunidades microbianas e controlar fluxos de gases de efeito estufa estabelece uma conexão direta entre conservação do solo, biodiversidade e mitigação das mudanças climáticas (PILLAR; TORNQUIST; BAYER, 2012; IPCC, 2022).

No contexto do Pampa Gaúcho, essa perspectiva é especialmente relevante. A substituição da vegetação nativa por diferentes usos da terra pode provocar alterações na biodiversidade microbiana e nos processos associados à ciclagem de carbono e nutrientes (SULEIMAN; PYLRO; ROESCH, 2017). Ao mesmo tempo, os resultados mais recentes indicam que a mudança de uso da terra pode afetar a capacidade dos solos naturais de consumir metano atmosférico, acrescentando uma dimensão importante à discussão sobre os impactos climáticos da conversão dos ambientes naturais (LAND USE CHANGE AFFECTS, 2026).

Os resultados da revisão reforçam, portanto, a importância de estratégias de manejo que conciliem produção agropecuária e conservação das funções ecológicas do solo. A manutenção da cobertura vegetal, a redução de perturbações físicas excessivas, a adoção de práticas conservacionistas e a valorização dos campos nativos constituem estratégias com potencial para favorecer a conservação do carbono e a funcionalidade biológica dos solos.

Apesar dos avanços científicos, permanecem lacunas relacionadas à compreensão integrada das relações entre diversidade microbiana, estoques de carbono e fluxos simultâneos de CO_2, CH_4 e N_2O em diferentes sistemas de uso da terra no Pampa. A literatura apresenta diferenças metodológicas entre estudos, dificultando comparações diretas entre áreas e sistemas. Nesse sentido, pesquisas que combinem análises de diversidade e funcionalidade microbiana com avaliações de carbono do solo e monitoramento contínuo dos gases de efeito estufa podem contribuir para uma compreensão mais abrangente dos mecanismos envolvidos.

4 CONCLUSÃO

A presente revisão integrativa permitiu evidenciar que o solo constitui um componente estratégico da regulação climática, desempenhando funções que ultrapassam seu papel como suporte à produção agropecuária. A literatura analisada demonstra que a dinâmica do carbono, a biodiversidade microbiana e os fluxos de gases de efeito estufa estão diretamente relacionados às características ambientais e às formas de uso e manejo da terra.

Os resultados indicam que a conversão de ambientes naturais pode modificar a estrutura e a atividade das comunidades microbianas, alterar os estoques de carbono e interferir nos processos responsáveis pelos fluxos de CO_2, CH_4 e N_2O. No contexto do Pampa, essas alterações assumem especial relevância devido à importância dos campos nativos para a conservação da biodiversidade e para a manutenção de processos ecológicos associados ao solo. Evidências recentes também apontam que a mudança de uso da terra pode comprometer a capacidade dos solos naturais de atuar como sumidouros biológicos de metano atmosférico,

DOI: 10.51189/vii-coninters/86327

ampliando a compreensão sobre os efeitos climáticos da conversão de áreas naturais para sistemas agrícolas.

Conclui-se que a conservação do solo e dos ecossistemas campestres do Pampa, associada à adoção de práticas de manejo sustentáveis, representa uma estratégia relevante para a manutenção dos serviços ecossistêmicos e para a mitigação das mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

BRÖRING, Janaina Mattge et al. Soil microbial carbon and activity along with land use and geographic gradients. **Soil Science Society of America Journal**, v. 87, n. 4, p. 856-867, 2023. DOI: https://doi.org/10.1002/saj2.20545

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Soil organic carbon**. Rome: FAO, [s.d.].

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate change 2022: mitigation of climate change: contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. DOI: 10.1017/9781009157926.

LOUISSON, Z. et al. Land use modification causes slow, but predictable, change in soil microbial community composition and functional potential. **Environmental Microbiome**, v. 18, art. 30, 2023. DOI: https://doi.org/10.1186/s40793-023-00485-x

PILLAR, Valério De Patta; TORNQUIST, Carlos Gustavo; BAYER, Cimélio. The southern Brazilian grassland biome: soil carbon stocks, fluxes of greenhouse gases and some options for mitigation. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, n. 4, p. 1105-1116, 2012. DOI: https://doi.org/10.1590/S1519-69842012000400006

PITOMBO, Leonardo Machado et al. Land use change affects soil methane sink capacity of Brazilian biomes. **Discover Soil**, v. 3, art. 8, 2026. DOI: https://doi.org/10.1007/s44378-026-00164-6

SULEIMAN, A. K. A.; PYLRO, V. S.; ROESCH, L. F. W. Replacement of native vegetation alters the soil microbial structure in the Pampa biome. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 74, n. 1, p. 77-84, 2017. DOI: 10.1590/1678-992x-2015-0494.

TULIO, Rafael Hennel et al. Physical, chemical and microbiological soil attributes influence soil greenhouse gases fluxes in Atlantic Forest and pine (Pinus taeda) plantations in Brazil. **Soil Use and Management**, v. 39, n. 1, p. 183-197, 2023. DOI: https://doi.org/10.1111/sum.12864

VOLK, Leila Bandeira da Silveira; TRINDADE, José Pedro Pereira; GENRO, Tânia Cristina Moraes. Estoque de carbono orgânico e emissão de gases de efeito estufa do solo em área de campo nativo do bioma Pampa. In: SOTTA, E. D.; SAMPAIO, F. G.; GUADALUPE GALLARDO, J. V. (org.). **Coletânea dos fatores de emissão e remoção de gases de efeito estufa da agricultura brasileira**. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, 2020. p. 134-135.

GESTÃO DA QUALIDADE: CERTIFICAÇÃO DOS PRODUTORES NA FEIRA DE ORGÂNICO DA AREIA BRANCA EM PETROLINA-PE

LUAMA SORAIA COELHO LINS; FRANCIELLE RODRIGUES SANTOS; MICHELY CORREIA DINIZ

RESUMO

No Brasil, a produção e a comercialização de produtos orgânicos são regulamentadas pela Lei Federal nº 10.831/2003. A partir dessa legislação, foi criado o Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade Orgânica (SisOrg), coordenado pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Atualmente, a avaliação da conformidade orgânica é realizada por organismos e organizações credenciados junto ao MAPA, por meio da certificação por auditoria, do Sistema Participativo de Garantia (SPG) ou da Organização de Controle Social (OCS). E os mecanismos de controle são estabelecidos por meio das certificações por auditoria, sistema participativo de garantia (SPG), e a organização de controle social (OCS). O objetivo do estudo foi analisar se os requisitos de gestão da qualidade associados às diferentes formas de regularização dos produtores orgânicos contribuem para garantir a conformidade da produção comercializada na Feira de Orgânicos em Petrolina-PE no bairro Areia Branca. A pesquisa foi motivada pela qualificação do projeto de doutorado, que evidenciou a necessidade de aprofundar a compreensão das articulações entre os diferentes atores da cadeia da produção orgânica. A metodologia teve abordagem qualitativa, a partir da técnica de observação participante, análise documental e conversas informais com alguns feirantes, e complementarmente, foi utilizada a pesquisa bibliográfica nas plataformas *Scielo* e *Google* Acadêmico, através das palavras-chave: orgânicos, agricultura familiar, Petrolina e mercado de orgânicos. Os resultados demonstraram que os requisitos de gestão da qualidade associados à certificação por auditoria contribuem para assegurar a conformidade da produção comercializada na feira. Verificou-se que a organização coletiva das inspeções reduz os custos do processo de certificação, enquanto as organizações de produtores fortalecem o acesso à assistência técnica, à certificação e aos canais de comercialização, favorecendo a manutenção da regularização dos empreendimentos.

Palavras-chave: Produção Orgânica; Comercialização; Regularização.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o setor de orgânicos tem experimentado um crescimento significativo no Brasil. O marco regulatório do setor orgânico veio em 2003 com a criação da Lei nº 10.831, que definiu critérios para a produção e certificação dos produtos orgânicos, regulamentada pelo Decreto 6.323/2007 (MAPA, 2024). Políticas públicas, como o Plano Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PLANAPO) de 2012, consolidaram o apoio à agricultura familiar, estimulando o crescimento do setor.

No Brasil, a certificação de produtos orgânicos é regulamentada pela Lei Federal nº 10.831 e pode ser obtida por meio de auditorias realizadas por certificadoras credenciadas, sistemas participativos de garantia (SPG) ou por meio de Organizações Participativas de Avaliação da Conformidade Orgânica (OPAC) e Organizações de Controle Social (OCS),

DOI: 10.51189/vii-coninters/86410

conforme estipulado pelo Decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007 (BRASIL, 2021; Souza *et al.*, 2019 *apud* Silva; Firme, 2024). Abaixo, figura 1 que discrimina os mecanismos de controle e Selos Formais.

Figura 1: Mecanismos de Controle e Selos Formais

Fonte: Elaborado pelas autoras com apoio do ChatGPT-4 (2026).

Atualmente, o processo de certificação é realizado por meio de instituições e organizações credenciadas junto ao Ministério da Agricultura e Pecuária - MAPA. Desta forma, torna o processo mais seguro, contudo a obtenção da certificação pelos agricultores em situação de vulnerabilidade e com baixo acesso à informação em função das normas e procedimentos necessários para a sua aquisição (Neto *et a*l., 2023).

O custo de aquisição da certificação por auditoria é maior do que os demais mecanismos, dificultando que pequenos agricultores familiares consigam se credenciar. Já nas certificações por SPG e OCS, o custo do credenciamento é diluído entre os integrantes do mecanismo facilitando o processo por meio da colaboração, aumentando a confiabilidade e o controle da produção (Santos *et al*., 2022).

O SPG é o segundo mecanismo de certificação mais utilizado pelos produtores orgânicos da Feira de Orgânicos da Areia Branca - PE, com 31 produtores participantes, quanto ao OCS é representado por 17 produtores. Dentre a baixa adesão dos produtores da região estão a burocracia, engajamento dos associados, recursos financeiros, recursos técnicos, credibilidade e o reconhecimento da população e dos próprios produtores.

Os produtores certificados por Auditoria e SPG podem utilizar o selo Sisorg na embalagem dos produtos, aumentando a confiabilidade dos consumidores nos itens comercializados na feira. Já as OCS, exclusiva para agricultores familiares, que não possuem selo próprio para ser exibido nas embalagens dos seus produtos e, desta forma, necessitam apresentar fisicamente o documento da certificação no local de venda (José Rover *et al*., 2021).

Para a exportação de produtos orgânicos, no entanto, a certificação deve ser realizada por certificados habilitados por órgãos normativos de alcance internacional, como a Federação Internacional de Movimentos de Agricultura Orgânica (IFOAM), as quais, garantem a conformidade com os padrões globais de produção e comercialização (MAPA, 2024).

Observa-se um aumento significativo no número de produtores orgânicos registrados no Brasil nos últimos anos, com crescimento de aproximadamente 400% entre 2013 e 2023. Além disso, verifica-se uma elevada concentração desses estabelecimentos nas regiões Nordeste e Sudeste (Lucion, 2025; IBGE, 2017; MAPA, 2023). Entretanto, esse crescimento não se restringe à oferta de produtos orgânicos, estendendo-se também à demanda dos consumidores. De acordo com pesquisa realizada pela Associação de Promoção dos Orgânicos (Organis), a proporção de consumidores de produtos orgânicos apresentou trajetória ascendente, passando de 15% em 2017 para 36% em 2023. Esse aumento representa um crescimento de aproximadamente 140% no período de seis anos (Organis, 2023).

A predominância de produtos vegetais nas feiras livres está diretamente ligada à crescente demanda dos consumidores por alimentos frescos e livres de agrotóxicos (Marini *et al*., 2016). Diante desse cenário de crescimento, os espaços de comercialização direta destacam-se como importantes mecanismos de aproximação entre produtores e consumidores. Entre esses espaços, destaca-se o Mercado Municipal Orgânico de Petrolina, considerado o segundo mercado voltado à comercialização de produtos orgânicos do Brasil e o primeiro das regiões Norte e Nordeste (Sampaio Neto *et al.*, 2022). Os produtos comercializados nesse mercado possuem Certificação Orgânica credenciada pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA), reforçando sua credibilidade junto aos consumidores (Sousa *et a*l., 2026).

O objetivo do trabalho foi analisar se os requisitos de gestão da qualidade associados às diferentes formas de regularização dos produtores orgânicos contribuem para garantir a conformidade da produção comercializada na Feira de Orgânicos em Petrolina-PE no bairro Areia Branca.

2 EXPERIÊNCIA

A presente experiência foi desenvolvida no contexto da qualificação do projeto de pesquisa do Doutorado em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial, do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial (PPGADT/UNEB). O estudo surgiu da necessidade de aprofundar a compreensão sobre as articulações que estruturam a comercialização de produtos orgânicos, buscando compreender as relações estabelecidas entre os diferentes atores envolvidos nesse processo e gerar subsídios para o desenvolvimento da pesquisa de doutorado.

Inaugurado em 16 de junho de 2019, por meio de uma parceria entre a Prefeitura de Petrolina-PE e a Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (Codevasf), o Mercado Municipal de Produtos Orgânicos, localizado no bairro Areia Branca, foi o primeiro mercado público do Nordeste destinado exclusivamente à comercialização de produtos orgânicos e o segundo do Brasil. Para sua construção, foram investidos aproximadamente R$ 314 mil (Sampaio Neto *et al*., 2022). A seguir, a figura 2 apresenta o mural da Feira de Orgânicos de Petrolina, localizada no bairro Areia Branca.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86410

Figura 2: Mural no Mercado Municipal de Produtos Orgânicos

Fonte: Acervo pessoal das autoras.

Os procedimentos metodológicos foram a observação direta e a observação participante, com abordagem qualitativa. A coleta de dados ocorreu durante visita de campo ao Mercado Municipal de Produtos Orgânicos de Petrolina-PE, realizada aos domingos, durante os meses de abril e maio de 2026. Foram realizadas observações sistemáticas e conversas informais individuais com produtores presentes na feira, buscando compreender suas experiências, percepções e desafios relacionados à produção e à comercialização de produtos orgânicos.

3 DISCUSSÃO

No que se refere ao sistema de produção, observou-se que a maioria dos feirantes participam de todas as etapas da cadeia produtiva, desde o cultivo até a comercialização dos produtos, evidenciando a predominância de unidades produtivas de base familiar. Esse resultado demonstra a integração entre produção e comercialização, característica dos circuitos curtos de comercialização, que fortalece a autonomia dos produtores e aproxima consumidores e agricultores.

As conversas realizadas com os produtores evidenciaram que a certificação orgânica constitui um requisito indispensável para a comercialização dos produtos, conforme previsto na Lei nº 10.831/2003. No Mercado Municipal de Produtos Orgânicos de Petrolina-PE, verificou-se a predominância da certificação por auditoria, em detrimento dos sistemas participativos, realizada individualmente pelo Instituto Chão Vivo, na qual cada produtor é avaliado de forma independente. Existe uma parceria para programar as visitas dos fiscais das certificadoras; a organização coletiva das visitas de fiscalização possibilita a otimização dos custos da certificação. Considerando que a solicitação da inspeção anual e o pagamento da visita do fiscal são de responsabilidade dos produtores, a realização conjunta das inspeções permite o rateio das despesas, reduzindo os custos individuais de cada participante. Embora os produtores atuem de maneira articulada no espaço de comercialização, a certificação é conduzida individualmente, sem compartilhamento de responsabilidades entre os agricultores.

Em relação a escola da certificação por auditoria, segundo relatos obtidos durante a visita, essa preferência está associada à percepção de que os sistemas coletivos envolvem o compartilhamento da responsabilidade pela conformidade das unidades produtivas, de modo que eventuais irregularidades em uma propriedade podem comprometer a certificação de todo o grupo. Essa percepção evidencia que a escolha do modelo de certificação é influenciada não apenas por aspectos normativos, mas também por fatores relacionados à confiança, à

DOI: 10.51189/vii-coninters/86410

responsabilização compartilhada e à governança, os quais podem repercutir na adoção e no fortalecimento de iniciativas coletivas entre produtores orgânicos.

Quanto ao portfólio, os produtores consultados relataram cultivar simultaneamente mais de quatro espécies. A diversificação pode ampliar a variedade disponível na feira e reduzir a dependência econômica de uma única cultura; por outro lado, aumenta a complexidade do planejamento da produção, da colheita, do transporte e do armazenamento. A perecibilidade permanece como um dos principais entraves operacionais. Lopes, Ferreira e Ferreira (2024) estimaram perdas próximas de 4% nas hortaliças orgânicas comercializadas no próprio Mercado Municipal de Orgânicos de Petrolina, indicando a necessidade de aperfeiçoar práticas de pós-colheita, acondicionamento e planejamento da oferta.

Verificou-se que todos os participantes estão vinculados a associações e cooperativas de produtores de produtos orgânicos. Segundo os relatos, essas organizações favorecem o reconhecimento coletivo, o acesso a orientação técnica, o apoio à certificação, a solução compartilhada de problemas e a abertura de canais de venda. A experiência da Aprovasf também evidencia a importância da organização social para a manutenção da feira e para a inserção dos produtores no mercado regional (Sousa *et al.,* 2026). Entretanto, os próprios participantes apontaram diferenças no grau de envolvimento e no compromisso dos associados, demonstrando que os benefícios da ação coletiva dependem de regras claras, confiança, divisão de responsabilidades e participação contínua.

4 CONCLUSÃO

Os achados indicam que a certificação orgânica exerce papel central na gestão da qualidade e na credibilidade dos produtos comercializados no Mercado Municipal de Produtos Orgânicos de Petrolina. Entre os produtores consultados, predominou a certificação por auditoria individual, as organizações coletivas funcionam como estruturas de apoio à gestão, à comercialização e à resolução de problemas comuns aos produtores.

A venda direta na Feira de Orgânicos da Areia Branca permanece como o principal canal de acesso ao consumidor no município de Petrolina-PE e favorece a construção de confiança, a fidelização e a comunicação sobre a origem dos alimentos. Ao mesmo tempo, os relatos evidenciaram desafios relacionados à perecibilidade, às perdas pós-colheita, ao manejo de pragas com práticas e insumos permitidos na produção orgânica, à disponibilidade de mão de obra e à continuidade da participação coletiva.

Portanto, os requisitos de regularização contribuem para assegurar a conformidade, mas precisam ser acompanhados por assistência técnica, além de proporcionar cursos de capacitação para os agricultores, apoio à manutenção das certificações e as políticas públicas que fortaleçam as associações, cooperativas e canais de comercialização. Também são recomendadas ações de comunicação com os consumidores e estratégias para ampliar a presença da feira em diferentes segmentos do mercado local.

5 AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio ao desenvolvimento da pesquisa no Brasil; à Universidade do Estado da Bahia (UNEB), pela formação e pelo suporte institucional; e à Pró-Reitoria de Pesquisa, Ensino de Pós-Graduação e Inovação (PROGPESQ), pela concessão da bolsa de estudos, cujo apoio foi fundamental para a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos: **Painel de Indicadores**. Brasília, 2026. Disponível em: https://mapa-indicadores.agricultura.gov.br/publico/extensions/CNPO_Painel_de_Indicadores/CNPO_Painel_de_Indicadores.html. Acesso em: 04 jun. 2026.

BRASIL. Decreto nº 6.323, de 27 de dezembro de 2007. **Regulamenta a Lei nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003,** que dispõe sobre a agricultura orgânica, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 28 dez. 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/decreto/d6323.htm. Acesso em: 18 jul. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos: **Painel de Indicadores**. Brasília, 2026. Disponível em: https://mapa-indicadores.agricultura.gov.br/publico/extensions/CNPO_Painel_de_Indicadores/CNPO_Painel_de_Indicadores.html. Acesso em: 18 jul. 2026.

JOSÉ ROVER, O.; DA SILVA PUGAS, A.; CARRIERI DE SOUZA, M. Circuitos curtos de comercialização e mecanismos de controle na agricultura orgânica: analisando o potencial de formação de cinturões verdes agroecológicos. **Revista Campo-Território**, Uberlândia, v. 16, n. 43 Dez., p. 378–399, 2022. Disponível em: https://doi.org10.14393/RCT164316.Acesso em: 18 jul. 2026.

LOPES, V. M. N.; FERREIRA, L. C.; FERREIRA, C. B. Perdas pós-colheita na comercialização de hortaliças orgânicas na feira do Mercado Municipal de Orgânicos em Petrolina, Pernambuco. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.19, n. 3, p. 148-152, jul/set, 2024. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9955202. Acesso em: 04 jun. 2026.

LUCION, J. M. R. Produção orgânica no Rio Grande do Sul – uma análise a partir do Censo Agropecuário e do CNPO. **Revista de Economia e Sociologia Rura**l, Brasília, v. 63, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1806-9479.2025.282296 . Acesso em: 4 jun. 2026.

MARINI, F. S., XAVIER, L. H., SILVA, D. V, BARROS, J. R. L., BARBOSA, G. J., SILVA, F.J.A., SILVA, V. Panorama da certificação de produtos orgânicos no Brasil e dos instrumentos nacionais de garantia da conformidade: Uma análise a partir do Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos. **Gaia Scientia**, 10 (4), 2016.

NETO, L.R.B; SOUZA, A. L. de: OLIVEIRA, C. P. de; PIMENTEL, C. A. C., ALVES, R. D. P.; VASCONCELOS, R. de C. F. Análise da certificação de produtos orgânicos no estado do Pará, Brasil: Resultados e perspectivas. **Revista Macambira**, 7 (1), 1–18.(2023).DOI: https://doi.org/10.35642/rm.v7i1.935.

SANTOS, L. A. M.; OLIVEIRA, G. F.; SANTOS, L. M.; Glint, A. L.; MATOSO, A. O. Aspectos gerais dos modelos de certificação orgânica no Brasil. **Cadernos de Agroecologia**, 17 (2), 2022.

SAMPAIO NETO, A.; PACHECO, C. S. G. R.; ARAÚJO, J. L. P.; PADILHA NETO, A. S.; SANTOS, M. H. L. C.; SANTOS, E. E. F.; SANTOS, F. C.; SOBRAL, E. F. M.; VITAL JÚNIOR, S. A.; SANTOS, R. P. Mercado Municipal de Orgânicos: uma opção de aquisição de produtos orgânicos em Petrolina - Pernambuco. In; Agroecologia: produção e sustentabilidade em pesquisa. **Editora Científica Digital,** 2022. v.1. DOI 10.37885/220709333. Disponível em: https://www.editoracientifica.com.br/books/chapter/220709333 . Acesso em 04 Jun. 2026.

SILVA, D. S. U. **Sustentabilidade à mesa**: desafios e oportunidades da comunicação de alimentos orgânicos no Brasil. Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, Universidade Estadual Paulista (Unesp), Bauru, 2025. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/entities/publication/d38c27cb-09e1-47f2-9070-14f859e3b20c. Acesso em: 04 jun. 2026.

SOUSA, Gabriel *et al.* A experiência da Feira de Orgânicos da Associação de Produtoras e Produtores Orgânicos do Vale do São Francisco – APROVASF na Feira do bairro Areia Branca, Petrolina – Pernambuco. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 13., 2026. Anais [...].** Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Agroecologia, 2026. Cadernos de Agroecologia, v. 21, n. 1, 2026.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

REPRESENTAÇÕES DA MATA ATLÂNTICA E DE SUA BIODIVERSIDADE PORMEIO DOS DESENHOS COM ESCALA DE RISCO DE EXTINÇÃO PARA CONSCIENTIZAÇÃO AMBIENTAL

TATIANE SIQUEIRA

Introdução: O ensino de Ciências Naturais no ensino médio, especialmente nas áreas de Botânica e Zoologia, ainda se caracteriza por abordagens excessivamente teóricas e descontextualizadas, o que contribui para um quadro de “analfabetismo biológico” entre estudantes. Diante da crescente degradação da Mata Atlântica, torna-se essencial a adoção de metodologias ativas que promovam aprendizagem significativa, aproximando os discentes da realidade ecológica e fomentando consciência crítica sobre a conservação da biodiversidade.**Objetivo:** Nesse contexto, o presente projeto propôs o uso da representação artística por meio de desenhos como recurso pedagógico inovador, integrando pesquisa científica, criação estética e reflexão crítica. Os alunos foram orientados a investigar espécies da flora e da fauna da Mata Atlântica, representando graficamente diferentes estágios da escala de extinção (vulnerável, ameaçada, criticamente ameaçada e extinta na natureza). Cada produção artística incluiu o nome da espécie, seu status de conservação e uma análise dos fatores de risco (como perda de habitat, desmatamento, caça e poluição).**Metodologia:** A metodologia, estruturada em etapas de pesquisa investigativa, produção artística interdisciplinar e socialização reflexiva, culminou em uma exposição coletiva organizada em linha do tempo e gráficos visuais, evidenciando a condição das espécies vegetais e animais e destacando medidas de conservação possíveis. **Resultados:** Os resultados revelaram elevado engajamento discente, favorecendo a construção de sentidos e valores relacionados à preservação ambiental, além de estimular competências socioemocionais como empatia, responsabilidade e protagonismo juvenil. **Conclusão:** Conclui-se que o projeto constitui uma prática pedagógica inovadora, fundamentada em princípios de aprendizagem significativa e educação ambiental crítica, capaz de integrar arte, ciência e cidadania. Ao mobilizar os estudantes em processos criativos e reflexivos, envolvendo simultaneamente flora e fauna, reforça-se o papel da escola na formação de cidadãos conscientes e protagonistas na luta pela preservação da biodiversidade, reafirmando que “só se preserva aquilo que se conhece e se valoriza”.

Palavras-chave: **FLORA; FAUNA; MATA ATLÂNTICA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/86426

DINÂMICA TERMO-HIGROMÉTRICA NA TRANSIÇÃO CHUVOSO-SECA EM DIAMANTINO-MT

RIGOBERTO MOREIRA DE MATOS

RESUMO

A passagem do período chuvoso para o seco modifica simultaneamente a temperatura e a umidade do ar, alterando a demanda atmosférica por água e as condições em que se processam a evaporação do solo e a transpiração das culturas. Objetivou-se caracterizar a dinâmica termo-higrométrica na transição chuvoso-seca em Diamantino-MT, com ênfase em indicadores úteis ao manejo de solo, água e cultivos agrícolas. Foram analisados dados diários de janeiro a junho de 2026. Calcularam-se médias e extremos mensais de temperatura e umidade relativa, amplitude térmica, déficit de pressão de vapor (DPV), frequências de umidade relativa mínima igual ou inferior a 40% e 30% e maiores sequências consecutivas sob esses limiares. Também se compararam janeiro-abril, período que concentrou 954,0 mm de chuva, e maio-junho, com 64,8 mm. A temperatura média diminuiu de 26,3 para 23,7 °C entre os períodos, mas a amplitude térmica média aumentou de 10,4 para 12,3 °C. A umidade relativa média caiu de 81,8 para 76,6%, e a mínima média, de 53,2 para 47,9%. O DPV médio aumentou 15,5%, de 0,676 para 0,781 kPa. Dias com umidade mínima igual ou inferior a 40% passaram de 2,5% para 39,3% das observações; em junho ocorreram seis dias com mínima igual ou inferior a 30%. A maior sequência com mínima igual ou inferior a 40% durou 12 dias, de 29 de maio a 9 de junho. A amplitude térmica e o DPV apresentaram associações negativas fortes com a umidade mínima diária. Conclui-se que a transição foi marcada por temperaturas mínimas mais baixas, maior oscilação térmica, menor umidade e maior demanda atmosférica. Esses indicadores podem apoiar o planejamento hídrico agrícola, mas não substituem medições de água no solo, evapotranspiração da cultura ou balanço hídrico.

Palavras-chave: Agrometeorologia; Demanda atmosférica; Planejamento hídrico.

1 INTRODUÇÃO

Mato Grosso apresenta forte sazonalidade climática, condição que organiza o calendário das atividades agrícolas, o armazenamento de água no solo e a exposição das culturas à restrição hídrica. Em Diamantino, a climatologia histórica indica maior concentração de chuva entre outubro e abril e estiagem predominante de maio a setembro; no conjunto estadual, a distribuição espacial de chuva e temperatura também evidencia a alternância entre períodos úmidos e secos. Essa sazonalidade não se resume à redução da precipitação: a passagem entre estações modifica a umidade e a temperatura do ar e, consequentemente, o ambiente de produção agrícola (Ramos *et al.*, 2017; Rocha *et al.*, 2018).

A temperatura e a umidade relativa são variáveis interdependentes. Mantida a quantidade de vapor no ar, o aquecimento eleva a pressão de saturação e tende a reduzir a umidade relativa; o resfriamento produz efeito inverso. Para o manejo agrícola, essa relação interessa porque a diferença entre a pressão de vapor de saturação e a pressão real, expressa pelo déficit de pressão de vapor (DPV), representa um componente da demanda evaporativa

DOI: 10.51189/vii-coninters/86460

da atmosfera. O DPV participa do gradiente que sustenta a transferência de água das superfícies úmidas e das folhas para o ar, ao lado da radiação, do vento e das resistências aerodinâmica e de superfície (Allen *et al.*, 1998; Novick *et al.*, 2016).

No sistema solo-planta-atmosfera, maior demanda atmosférica pode intensificar a transpiração enquanto houver água e condutância suficientes; à medida que o suprimento se torna limitante, a regulação estomática tende a restringir a perda de água, com possíveis efeitos sobre a entrada de carbono e o crescimento. A resposta varia com espécie, genótipo, estado hídrico e condições microclimáticas. Em milho, foram identificadas diferenças entre híbridos na resposta da transpiração ao aumento do DPV, e análises em agroecossistemas destacaram o papel da demanda atmosférica na condutância estomática de milho e soja (Grossiord *et al.*, 2020; Kimm *et al.*, 2020).

A interpretação agronômica do DPV deve permanecer vinculada às propriedades hidráulicas do solo e ao estado da cultura. Textura, estrutura, porosidade, profundidade efetiva e distribuição radicular condicionam o armazenamento e o fluxo de água até a rizosfera. Por isso, dois talhões submetidos ao mesmo ar podem responder de forma diferente, e um valor atmosférico isolado não determina déficit hídrico na planta. Experimentos de campo com milho mostram que tipo de solo, regime de água e demanda atmosférica modulam conjuntamente potencial hídrico foliar, condutância estomática, transpiração e crescimento radicular (Nguyen *et al.*, 2024).

Outro sinal da transição sazonal é a amplitude térmica diária. A redução de nebulosidade e de vapor d'água favorece maior perda radiativa noturna, enquanto dias com elevada disponibilidade de energia podem conservar máximas altas. O resultado pode ser a combinação de queda da temperatura média com aumento da diferença entre máximas e mínimas. Para a agricultura, esse comportamento altera a duração de condições favoráveis à secagem do solo e de resíduos, a demanda hídrica ao longo do dia e o ambiente térmico de culturas implantadas na segunda safra. A série histórica de Diamantino já aponta temperaturas médias menores no começo do período seco, o que justifica investigar, em escala diária, como temperatura e umidade evoluíram na safra de 2026 (Rocha *et al.*, 2018).

Apesar da utilidade dos registros meteorológicos, uma série de seis meses não caracteriza o clima nem sustenta afirmações sobre mudança climática. Seu valor está em descrever uma situação observada, identificar a cronologia da transição e gerar indicadores locais que possam ser integrados a informações de solo, cultura e manejo. Nesse contexto, formulou-se a seguinte questão: como a passagem do período chuvoso para o seco alterou a temperatura, a amplitude térmica, a umidade relativa e o DPV em Diamantino-MT, e quais são as implicações agronômicas dessas alterações para o planejamento do uso da água?

Diante disso, objetivou-se caracterizar a dinâmica termo-higrométrica entre janeiro e junho de 2026 em Diamantino-MT, quantificando a variação mensal da temperatura e da umidade relativa do ar, a amplitude térmica diária, o DPV estimado e a frequência de condições de menor umidade; adicionalmente, compararam-se os meses de janeiro-abril e maio-junho e discutiram-se os resultados sob a perspectiva do contínuo solo-planta-atmosfera e do planejamento hídrico agrícola.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Realizou-se estudo quantitativo, descritivo e documental, baseado em observações meteorológicas secundárias. A área de referência foi Diamantino, município inserido na região médio-norte de Mato Grosso e com agricultura mecanizada como atividade econômica relevante. Utilizaram-se dados da estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia, situada a 14,3778° S, 56,3797° O e 317 m de altitude (INMET, 2026).

O período analisado compreendeu 1º de janeiro a 30 de junho de 2026. Foram selecionados registros diários de precipitação total, temperatura máxima, média e mínima do

ar, temperatura média do ponto de orvalho e umidade relativa média e mínima. A conferência cronológica não identificou datas duplicadas nem valores ausentes nessas variáveis; portanto, não houve imputação, interpolação ou substituição por zero. Os registros originais foram mantidos em planilha própria, e as transformações foram realizadas em uma aba separada para preservar a rastreabilidade.

A amplitude térmica diária foi calculada pela diferença entre a temperatura máxima e a mínima. Para cada mês, determinaram-se temperatura média; máximas e mínimas absolutas; amplitude térmica média; umidade relativa média; média e mínimo absoluto da umidade relativa mínima; precipitação acumulada; e DPV médio estimado. A precipitação não constituiu o desfecho principal, mas foi empregada para contextualizar a passagem sazonal e delimitar dois blocos observacionais: janeiro-abril, com maior concentração de chuva, e maio-junho, quando ocorreu redução acentuada. Essa separação é compatível com a sazonalidade histórica para Diamantino, mas representa especificamente o comportamento de 2026.

O DPV diário foi estimado pela diferença: DPV = es(Tmed) - ea(Tpo), em que es(Tmed) é a pressão de vapor de saturação calculada com a temperatura média diária e ea(Tpo) é a pressão real aproximada pela temperatura média do ponto de orvalho. Para ambas, utilizou-se a expressão $e(T) = 0{,}6108 \exp[17{,}27T/(T + 237{,}3)]$, recomendada em procedimentos agrometeorológicos da FAO (Allen *et al.*, 1998). O resultado foi interpretado como índice médio diário estimado.

Contabilizaram-se dias com umidade relativa mínima ≤ a 40% e ≤ 30% e as maiores sequências consecutivas sob esses limiares. Os valores foram adotados como critérios operacionais para descrever a intensificação do ar seco na própria série; não foram tratados como classes universais de dano às plantas. Calcularam-se ainda correlações de Spearman entre amplitude térmica e umidade mínima, DPV e umidade mínima, DPV e umidade média e precipitação e DPV. A escolha de Spearman priorizou a associação monotônica sem pressupor normalidade, e os coeficientes foram usados descritivamente, sem atribuição causal.

As médias mensais e dos dois períodos foram ponderadas pelo número de dias. Variações entre janeiro-abril e maio-junho foram expressas em diferença absoluta; para o DPV também se calculou a mudança relativa. Os resultados foram organizados em tabelas e figuras. A interpretação agronômica considerou a demanda atmosférica e suas relações potenciais com evaporação de água do solo e transpiração das culturas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Contexto pluviométrico e padrão térmico

Entre janeiro e abril foram acumulados 954,0 mm de chuva, equivalentes a 93,6% dos 1.018,8 mm registrados no semestre; maio e junho somaram 64,8 mm. A ruptura foi mais nítida em maio, com apenas 6,4 mm, após 138,0 mm em abril. Esse contraste sustenta a comparação entre os dois blocos temporais e coincide com o início climatológico da estação seca em Diamantino (Rocha *et al.*, 2018).

A temperatura média mensal permaneceu próxima de 26,0 °C de janeiro a abril e recuou para 23,7 °C em maio e 23,6 °C em junho. A queda das mínimas foi mais intensa do que a das máximas: a mínima absoluta passou de valores superiores a 20,0 °C nos quatro primeiros meses para 14,1 °C em maio e 13,2 °C em junho, enquanto as máximas absolutas permaneceram entre 34,6 e 35,8 °C. Como resultado, a amplitude térmica média aumentou, alcançando 13,1 °C em junho (Tabela 1).

Tabela 1. Indicadores termo-higrométricos mensais em Diamantino-MT, janeiro a junho de 2026.

Mês	Tmed (°C)	Tmáx (°C)	Tmín (°C)	AT méd. (°C)	URmed (%)	URmín méd. (%)	DPV méd. (kPa)
Jan.	26,4	35,5	20,9	10,9	79,7	51,4	0,758
Fev.	25,9	35,8	20,8	9,8	83,5	55,7	0,600

Mês	Tmed (°C)	Tmáx (°C)	Tmín (°C)	AT méd. (°C)	URmed (%)	URmín méd. (%)	DPV méd. (kPa)
Mar.	26,3	35,5	21,2	10,2	82,3	53,3	0,664
Abr.	26,4	35,0	21,1	10,8	82,0	52,7	0,676
Mai.	23,7	34,6	14,1	11,6	77,2	49,5	0,756
Jun.	23,6	35,3	13,2	13,1	76,0	46,2	0,807

Fonte: Elaborada pelo autor com dados do INMET (2026).

A Figura 1 torna visível esse comportamento aparentemente contraditório: embora a temperatura média tenha diminuído no começo do período seco, a oscilação diária se ampliou. De janeiro-abril para maio-junho, a média térmica caiu 2,6 °C, enquanto a amplitude aumentou 1,9 °C, elevação de 17,9%. O maior valor diário da amplitude foi 18,8 °C, em 7 de junho. A redução de nebulosidade e vapor d'água durante a transição oferece interpretação fisicamente plausível para maior resfriamento noturno, mas a série disponível não permite separar o efeito de cobertura de nuvens, advecção de ar frio e propriedades da superfície.

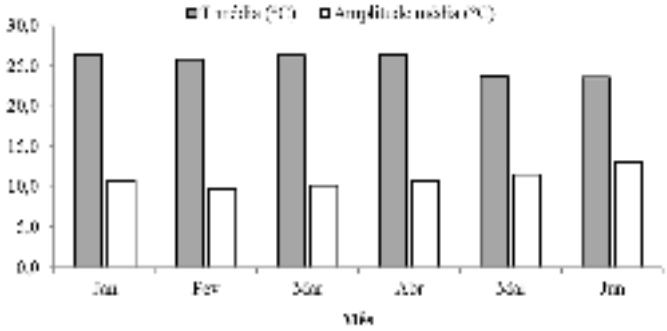


Figura 1. Temperatura e amplitude térmica médias mensais entre janeiro e junho de 2026 em Diamantino-MT.
Fonte: Elaborada pelo autor com dados do INMET (2026).

A manutenção de máximas elevadas em conjunto com mínimas menores amplia o intervalo térmico a que solo e plantas ficam expostos no mesmo dia. Em sistemas agrícolas, essa diferença interfere no aquecimento da camada superficial, no ritmo de secagem de resíduos e solo e nos gradientes de vapor ao longo do fotoperíodo. O padrão observado é compatível com a climatologia local, que registra temperaturas médias menores durante parte da estiagem, mas não autoriza generalização para outros anos porque frentes frias e massas de ar variam entre safras (Rocha *et al.*, 2018; Ramos *et al.*, 2017).

3.2 Dinâmica da umidade relativa

A umidade relativa mostrou direção oposta à amplitude térmica. A média mensal atingiu 83,5% em fevereiro e diminuiu para 77,2% em maio e 76,0% em junho. A média das mínimas diárias passou de 55,7% em fevereiro para 46,2% em junho; o mínimo absoluto foi 26% em 6 de junho. A Figura 2 evidencia que a queda foi contínua a partir de fevereiro, embora a redução mais expressiva tenha ocorrido no fim do período. Isso indica que a transição termo-higrométrica começou antes de a chuva mensal atingir seu menor total.

A relação entre temperatura e umidade ajuda a interpretar o resultado. A pressão de saturação aumenta de forma não linear com a temperatura e, quando o suprimento de vapor não acompanha essa variação, a umidade relativa diminui. Além disso, a redução da chuva limita a reposição de água nas superfícies e a evaporação que poderia umedecer a camada atmosférica próxima ao solo. Todavia, umidade relativa não representa diretamente água disponível às raízes; ela descreve o estado do ar e deve ser integrada a medidas do solo e da cultura (Allen *et al.*, 1998; Novick *et al.*, 2016).

DOI: 10.51189/vii-coninters/86460

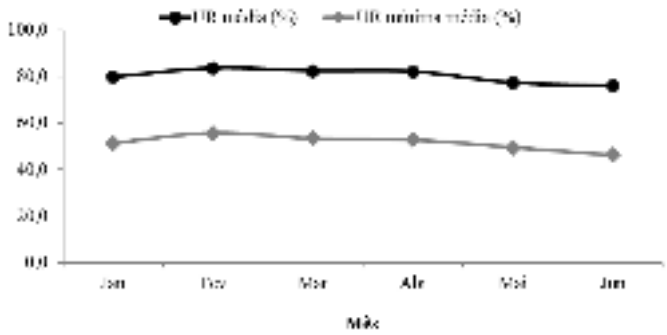


Figura 2. Umidade relativa média e média das mínimas mensais de janeiro a junho de 2026 em Diamantino-MT.
Fonte: Elaborada pelo autor com dados do INMET (2026).

A Tabela 2 apresenta a comparação dos indicadores atmosféricos entre janeiro-abril e maio-junho de 2026, evidenciando as mudanças associadas à transição chuvoso-seca.

Tabela 2. Comparação dos indicadores atmosféricos entre janeiro-abril e maio-junho de 2026.

Indicador atmosférico	Jan.–abr.	Mai.–jun.	Mudança
Precipitação acumulada (mm)	954,0	64,8	-889,2 mm
Temperatura média (°C)	26,3	23,7	-2,6 °C
Amplitude térmica média (°C)	10,4	12,3	+1,9 °C
Umidade relativa média (%)	81,8	76,6	-5,2 p.p.
Umidade relativa mínima média (%)	53,2	47,9	-5,3 p.p.
DPV médio estimado (kPa)	0,676	0,781	+15,5%
Dias com URmín ≤ 40%	3 (2,5%)	24 (39,3%)	+36,8 p.p.
Dias com URmín ≤ 30%	0 (0,0%)	6 (9,8%)	+9,8 p.p.

Fonte: Elaborada pelo autor com dados do INMET (2026). p.p.: pontos percentuais.

3.3 Demanda atmosférica e implicações agronômicas

A comparação entre os períodos (Tabela 2) mostra que a transição não foi somente térmica. A UR média diminuiu 5,2 p.p. e a média das mínimas, 5,3 p.p. Os dias com mínima ≤ a 40% passaram de três em 120 observações de janeiro-abril, ou 2,5%, para 24 em 61 observações de maio-junho, ou 39,3%. Não houve mínima ≤ a 30% no primeiro período; no segundo ocorreram seis dias, todos em junho. A maior sequência sob 40% durou 12 dias, entre 29 de maio e 9 de junho, e sob 30% durou cinco dias, de 5 a 9 de junho.

O DPV médio estimado aumentou de 0,676 kPa em janeiro-abril para 0,781 kPa em maio-junho, crescimento de 15,5%. Em escala mensal, o menor valor ocorreu em fevereiro, 0,600 kPa, e o maior em junho, 0,807 kPa (Figura 3). O máximo diário estimado foi 1,228 kPa em 10 de janeiro, demonstrando que episódios de maior demanda também ocorreram no período chuvoso. Portanto, a principal diferença sazonal não foi a existência exclusiva de altos valores na seca, mas sua combinação mais persistente com umidade mínima baixa e maior amplitude térmica.

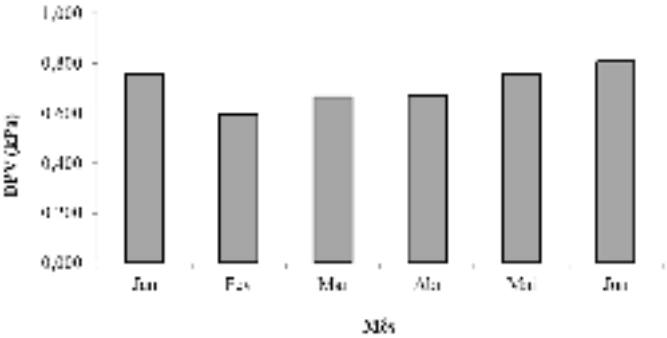


Figura 3. Déficit de pressão de vapor médio mensal estimado entre janeiro e junho de 2026 em Diamantino-MT.
Fonte: Elaborada pelo autor com dados do INMET (2026).

DOI: 10.51189/vii-coninters/86460

Esse resultado é coerente com a natureza do DPV: o índice integra o efeito da temperatura sobre a capacidade de retenção de vapor e o conteúdo efetivo de umidade do ar. O aumento do DPV eleva a força motriz atmosférica para a transpiração, mas a resposta real depende da abertura estomática e do suprimento hídrico. Sínteses fisiológicas alertam que valores crescentes podem reduzir condutância estomática e assimilação quando o sistema hídrico não sustenta a perda de água, enquanto respostas sob DPV moderado variam entre espécies e ambientes (Grossiord *et al.*, 2020; Novick *et al.*, 2016).

As associações diárias reforçaram a coerência interna dos indicadores. A amplitude térmica apresentou correlação de Spearman de -0,899 com a umidade mínima; para DPV e umidade mínima, ρ foi -0,896, e para DPV e umidade média, -0,954. A precipitação diária e o DPV mostraram associação mais moderada, ρ = -0,427. Os coeficientes não provam causalidade e incluem a autocorrelação natural da série, mas mostram que dias mais secos no ar estiveram fortemente associados a maior oscilação térmica e maior demanda de vapor.

Sob a ótica agronômica, a intensificação da demanda atmosférica no final da transição pode acelerar a perda de água por evaporação e transpiração quando há água disponível. Em lavouras de sequeiro, a persistência de ar seco torna o armazenamento no perfil e a continuidade hidráulica entre solo, raiz e parte aérea ainda mais importantes. Estudos com milho demonstram que textura e conteúdo de água do solo modificam crescimento radicular, potencial hídrico foliar, condutância e transpiração sob condições atmosféricas contrastantes; assim, o mesmo DPV pode produzir respostas distintas em solos com capacidades de retenção diferentes (Nguyen *et al.*, 2024).

Em campos de milho e soja do cinturão agrícola norte-americano, Kimm *et al.* (2020) verificaram forte contribuição do DPV para a variação da condutância estomática do dossel, acima daquela atribuída ao conteúdo de água do solo nos locais analisados. O achado não deve ser transferido quantitativamente para Mato Grosso, mas sustenta a necessidade de monitorar simultaneamente oferta de água e demanda atmosférica. Para o produtor, acompanhar apenas a chuva acumulada pode ocultar dias com grande gradiente evaporativo; acompanhar apenas o DPV, por outro lado, ignora o reservatório de água do solo e a profundidade explorada pelas raízes.

A aplicação prática dos resultados está no planejamento, não na prescrição de um manejo único. O monitoramento termo-higrométrico pode apoiar a interpretação do balanço hídrico, subsidiar a definição de horários de irrigação, a avaliação do risco de dessecação superficial e o acompanhamento de culturas de segunda safra. Entretanto, a evapotranspiração exige também radiação e vento, e a disponibilidade às raízes depende do armazenamento e da condutividade hidráulica do perfil. Esses componentes são explicitamente integrados em metodologias de evapotranspiração e balanço de água, razão pela qual o DPV isolado não deve ser convertido em lâmina de irrigação (Allen *et al.*, 1998).

4 CONCLUSÃO

A transição chuvoso-seca de 2026 em Diamantino-MT foi marcada por redução da T média, queda da UR e aumento simultâneo da AT diária e do DPV médio estimado.

Entre janeiro-abril e maio-junho, a temperatura média diminuiu 2,6 °C, enquanto a amplitude térmica aumentou 1,9 °C. A umidade relativa média caiu 5,2 pontos percentuais, a mínima média caiu 5,3 pontos e o DPV aumentou 15,5%.

A frequência de dias com umidade mínima igual ou inferior a 40% cresceu de 2,5% para 39,3%, e junho concentrou os seis registros iguais ou inferiores a 30%. A persistência de 12 dias sob o primeiro limiar confirmou a intensificação do ar seco no final da transição.

Para o planejamento agrícola, os resultados evidenciam que a redução das chuvas ocorreu junto com maior demanda atmosférica, combinação relevante para o manejo de

DOI: 10.51189/vii-coninters/86460

irrigação e o acompanhamento de culturas de segunda safra. Contudo, os indicadores atmosféricos não substituem balanço hídrico, medições no solo e avaliações de plantas.

DECLARAÇÃO DE USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A ferramenta de IA OpenAI Codex foi utilizada como apoio à organização, revisão, processamento dos dados, busca e organização de referências bibliográficas. A ferramenta não foi considerada autora, fonte teórica ou referência científica.

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. *Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements*. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1998. 300 p. (FAO Irrigation and Drainage Paper, 56). Disponível em: https://www.fao.org/4/x0490e/x0490e00.htm. Acesso em: 27 jul. 2026.

GROSSIORD, C.; BUCKLEY, T. N.; CERNUSAK, L. A.; NOVICK, K. A.; POULTER, B.; SIEGWOLF, R. T. W.; SPERRY, J. S.; MCDOWELL, N. G. Plant responses to rising vapor pressure deficit. *New Phytologist*, v. 226, n. 6, p. 1550–1566, 2020. DOI: https://doi.org/10.1111/nph.16485.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET. *Banco de Dados Meteorológicos do INMET – BDMEP: Diamantino-MT, dados diários de 1 jan. a 30 jun. 2026*. Brasília, DF: INMET, 2026. Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/servicos/bdmep-dados-historicos. Acesso em: 27 jul. 2026.

KIMM, H.; GUAN, K.; GENTINE, P.; WU, J.; BERNACCHI, C. J.; SULMAN, B. N.; GRIFFIS, T. J.; LIN, C. Redefining droughts for the U.S. Corn Belt: the dominant role of atmospheric vapor pressure deficit over soil moisture in regulating stomatal behavior of maize and soybean. *Agricultural and Forest Meteorology*, v. 287, art. 107930, 2020. DOI: https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.107930.

NGUYEN, T. H.; GAISER, T.; VANDERBORGHT, J.; SCHNEPF, A.; BAUER, F.; KLOTZSCHE, A.; LÄRM, L.; HÜGING, H.; EWERT, F. Responses of field-grown maize to different soil types, water regimes, and contrasting vapor pressure deficit. *Biogeosciences*, v. 21, p. 5495–5515, 2024. DOI: https://doi.org/10.5194/bg-21-5495-2024.

NOVICK, K. A.; FICKLIN, D. L.; STOY, P. C.; WILLIAMS, C. A.; BOHRER, G.; OISHI, A. C.; PAPUGA, S. A.; BLANKEN, P. D.; NOORMETS, A.; SULMAN, B. N.; SCOTT, R. L.; WANG, L.; PHILLIPS, R. P. The increasing importance of atmospheric demand for ecosystem water and carbon fluxes. *Nature Climate Change*, v. 6, p. 1023–1027, 2016. DOI: https://doi.org/10.1038/nclimate3114.

RAMOS, H. C.; DALLACORT, R.; NEVES, S. M. A. S.; DALCHIAVON, F. C.; SANTI, A.; VIEIRA, F. F. Precipitação e temperatura do ar para o estado de Mato Grosso utilizando krigagem ordinária. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 20, p. 211–233, 2017. DOI: https://doi.org/10.5380/abclima.v20i0.43762.

ROCHA, A. A.; NOVAIS, J. W. Z.; SOUZA, R. D.; SANTOS, A. R. C.; ALEIXES, V. F. Caracterização da variabilidade climática em Diamantino/MT – Brasil no período de 1987 a 2017. *Enciclopédia Biosfera*, v. 15, n. 27, p. 69–80, 2018. DOI: https://doi.org/10.18677/EnciBio_2018A7.

SISTEMA INTEGRADO A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA DIAGNÓSTICO FITOSSANITÁRIO: INOVAÇÃO E INCLUSÃO NA AGRICULTURA FAMILIAR

GABRIEL HIDEAKI MIURA; ANDRÉ MIKIO MIURA; DÉBORA LILIANE DE SOUZA RENÓ

RESUMO

A agricultura familiar no Brasil, embora essencial para a segurança alimentar ao responder por cerca de 80% da produção nacional, enfrenta vulnerabilidades acentuadas pela escassez crônica de assistência técnica e pelos danos devastadores causados por doenças fitossanitárias que ameaçam a subsistência rural. Diante desse cenário, este trabalho apresenta o desenvolvimento de um sistema integrado à inteligência artificial concebido para realizar o diagnóstico fitossanitário automatizado e fornecer suporte à decisão agronômica para pequenos produtores. A metodologia emprega uma arquitetura híbrida de rede neural profunda, utilizando a EfficientNetV2S como extratora de características associada a um classificador de Regressão Logística Multinomial, treinada com um conjunto de dados abrangendo oito culturas de alta relevância socioeconômica, incluindo arroz, milho, batata, mandioca, café, melancia, tomate e videira. O sistema foi implementado em uma interface web de baixo custo via biblioteca Streamlit, projetada especificamente para execução local e offline em infraestruturas padrão, garantindo independência total de conectividade e viabilizando o uso em áreas remotas ou por cooperativas locais. Os resultados alcançados demonstraram uma acurácia global ponderada de 89,05% na identificação das patologias, apresentando desempenho excepcional em culturas como arroz e melancia, embora indique a necessidade de aprimoramento em classes de maior complexidade visual como mandioca e café. Um diferencial da ferramenta é a integração do diagnóstico a uma camada de recomendação prática, que entrega diretrizes acionáveis de manejo para proteção imediata da safra. Conclui-se que a tecnologia atua como um vetor estratégico de inclusão digital e sustentabilidade social, mitigando riscos produtivos e fortalecendo a resiliência econômica das famílias agrícolas brasileiras. No entanto, aponta-se a necessidade de futuras validações com dados de campo reais para consolidar o sistema como um instrumento efetivo de justiça social no meio rural.

Palavras-chave: Digital; Fitopatologia; Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura familiar desempenha um papel central na sociedade brasileira, respondendo por cerca de 80% da produção de alimentos do país e englobando mais de 5 milhões de propriedades que geram 74% dos empregos rurais (Preiss, 2020; Da Silva Barros et al., 2021). Contudo, esse setor estratégico encontra-se inserido em um cenário de profunda vulnerabilidade social, acentuado pelo envelhecimento da população no campo e pela escassez crônica de políticas públicas direcionadas (Preiss, 2020). Essa fragilidade estrutural compromete diretamente a sustentabilidade social das comunidades agrícolas, tornando-as altamente suscetíveis a choques produtivos e econômicos que afetam o bem-estar coletivo e a estabilidade das famílias rurais.

Essa vulnerabilidade social reflete-se diretamente na alta prevalência de insegurança alimentar no meio rural brasileiro, cujos índices superam os urbanos e sofrem oscilações severas

DOI: 10.51189/vii-coninters/86469

decorrentes da descontinuidade de políticas públicas e de crises sanitárias (Trivellato et al., 2019; Salles-Costa et al., 2022). Estudos apontam que a insegurança alimentar grave, após recuar 53,6% entre 2004 e 2013, voltou a crescer 43,8% entre 2013 e 2018 (Salles-Costa et al., 2022), quadro agravado pela pandemia de COVID-19, que elevou as taxas de privação alimentar — atingindo 47,4% das famílias em inquéritos populacionais recentes —, com impacto desproporcional nas zonas rurais (Pellanda et al., 2025; De Sant Anna Ribeiro et al., 2025). Nesse contexto, os problemas fitossanitários emergem como uma ameaça crítica à segurança alimentar e à subsistência: projeções indicam que cerca de 50% dos pathosistemas em 32 culturas de importância econômica no Brasil enfrentam riscos elevados devido à favorabilidade climática — com destaque para infecções fúngicas, que respondem por 79% dos casos avaliados —, gerando quebras de safra repentinas que dizimam colheitas, reduzem a renda dos produtores e forçam o abandono da atividade agrícola em diversas regiões do país (Angelotti et al., 2024; Gudin & Da Silva, 2021).

O impacto dessas perdas produtivas é ampliado por barreiras operacionais históricas, destacando-se a ausência crônica de serviços de assistência técnica e extensão rural acessíveis à maioria dos estabelecimentos agrícolas familiares (Domingues & Rover, 2026). Situações locais demonstram que percentuais expressivos de produtores — como 94% em certas regiões — nunca tiveram acesso a suporte técnico ou desconhecem doenças devastadoras para suas lavouras (De Oliveira et al., 2021; Gudin & Da Silva, 2021), perpetuando métodos diagnósticos tradicionais baseados em observações visuais tardias ou em análises laboratoriais lentas e custosas (Raya et al., 2023). Diante da falta de alternativas viáveis e de infraestrutura, os agricultores recorrem a práticas reativas ineficientes — como a eliminação isolada de plantas sintomáticas (Pagassini et al., 2024) —, enquanto o êxodo rural de jovens reduz drasticamente a força de trabalho disponível no campo (Pagassini et al., 2024; Gudin & Da Silva, 2021). Esse isolamento técnico aprofunda as desigualdades sociais e empurra os pequenos produtores para um ciclo contínuo de vulnerabilidade socioeconômica (Da Silveira et al., 2023).

Para enfrentar este gargalo diagnóstico e mitigar os impactos sociais da insegurança alimentar decorrentes de quebras de safra na agricultura familiar, esta pesquisa introduz uma solução tecnológica baseada em visão computacional. Concebida para operar como um sistema de suporte à triagem e subsídio à decisão agronômica, a aplicação preenche a lacuna deixada pela escassez de extensão rural pública ao ir além do mero reconhecimento visual, uma vez que o sistema viabiliza o diagnóstico automatizado de fitopatias em oito culturas de alta relevância socioeconômica (Arroz, Milho, Batata, Mandioca, Café, Melancia, Tomate e Videira), integrando imediatamente a identificação da patologia a uma camada de recomendação agronômica prática. Dessa forma, a ferramenta entrega não apenas a classificação da doença, mas diretrizes acionáveis de manejo e intervenção direta na lavoura, transformando o diagnóstico digital em uma ferramenta efetiva para a proteção da safra e da sustentabilidade econômica do produtor.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O desenvolvimento foi estruturado em ambiente computacional padrão (i5, 8 GB RAM), simulando implantação em infraestrutura de apoio à agricultura familiar:

- **Inteligência Artificial**: desenvolvido em linguagem Python em framework TensorFlow, emprega arquitetura híbrida com uso da rede neural convolucional EfficientNetV2S como extratora de características acoplada a um classificador final de Regressão Logística Multinomial — adotada para viabilizar processamento em função das limitações de recursos computacionais no treinamento sobre imagens públicas e rotuladas de folhas de plantas (Sankalana, 2025);
- **Sistema:** interface web desenvolvida em linguagem Python com framework Streamlit, concebida para execução em rede local, sem a necessidade de servidores em nuvem

externos ou de conexão contínua com a internet, visto que motor de inferência e aplicação no dispositivo de uso ou em terminais locais de apoio (como postos de assistência técnica e cooperativas comunitárias). Assim, essa arquitetura elimina dependência de banda larga de alta velocidade no campo, garantindo independência de conectividade e viabilizando diagnóstico fitossanitário ágil e acessível.

Figura 1 – Fluxograma da metodologia de desenvolvimento do sistema.

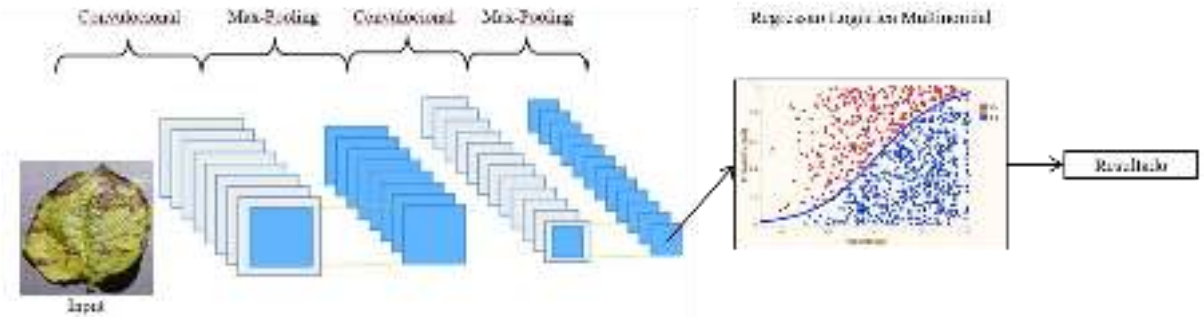


Figura 2 – Diagrama da arquitetura híbrida proposta. Inicia-se com imagem (Input) de folha de planta processada por camadas convolucionais (extração de características visuais das fitopatias) e direcionadas a um modelo de Regressão Logística Multinomial (classificador).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema desenvolvido abrange o diagnóstico de oito culturas fundamentais para a agricultura familiar integrado à camada de recomendação prática (Figuras 3 e 4), alcançando acurácia global ponderada de 89,05% na validação. A eficácia demonstrada pela arquitetura corrobora os achados de Mohanty, Hughes e Salathé (2016), que validam o uso de redes neurais profundas como abordagem robusta para identificação rápida de patógenos a partir de imagens de folhas, permitindo que o diagnóstico computacional descentralizado supere as barreiras técnicas de métodos laboratoriais tradicionais. Essa capacidade de processamento local é o que viabiliza a entrega de suporte técnico diretamente na ponta, transformando dispositivos móveis em instrumentos de precisão agronômica. Contudo, a análise detalhada da Tabela 1 revela variações de desempenho que exigem atenção crítica — enquanto culturas como arroz e melancia atingiram 100% de precisão e sensibilidade, classes com volumes amostrais reduzidos apresentaram quedas significativas, como o ácaro-vermelho no café (27%) e o crestamento-bacteriano na mandioca (39%). Segundo Barbedo (2018), o tamanho e a variedade do conjunto de dados impactam diretamente a eficácia do *Deep Learning*, sendo que bases de dados desbalanceadas dificultam a captura da variabilidade de sintomas encontrada no campo.

Sob a perspectiva da FAO (2022), a automação agrícola deve atuar como um driver de transformação que não apenas eleva a produtividade, mas protege renda e segurança alimentar de produtores vulneráveis ao democratizar o acesso a orientações técnicas de manejo, a ferramenta cumpre o papel de tecnologia scale-neutral, adaptando-se à realidade do pequeno produtor e funcionando como um vetor de inclusão social no campo. Conforme preconizado pela organização, soluções digitais que mitigam riscos produtivos e reduzem o fardo do trabalho

manual são essenciais para fortalecer a resiliência socioeconômica das comunidades rurais e garantir a sustentabilidade dos sistemas agroalimentares.

Tabela 1 – Desempenho do modelo de classificação por categoria, cultura, patógeno fitossanitário, tamanho da amostra e métrica de precisão durante avaliação/teste.

Categoria	Cultura	Patógeno fitossanitário	Amostra	Precisão	Sensibilidade
Grãos	Arroz	Mancha-parda	320	100%	100%
		Brusone	288	100%	100%
		Tungro	262	100%	100%
		Crestamento-bacteriano	317	100%	100%
	Milho	Ferrugem-comum	238	99%	98%
		Turcico	197	89%	93%
		Mancha-cinzenta	13	87%	85%
Raízes	Batata	Nematóide	14	75%	64%
		Pragas	122	75%	79%
		Vírus Enrolamento Folhas	15	100%	99%
		Pinta-preta	526	97%	97%
		Requeima	417	92%	92%
		Vírus do Mosaico	133	96%	95%
		Murcha-bacteriana	114	93%	93%
		Podridão por Phytophthora	69	88%	78%
	Mandioca	Estria Marrom	438	59%	54%
		Mosaico	2632	86%	91%
		Crestamento-bacteriano	217	47%	39%
		Mosaico-verde	477	58%	50%
Hortaliças e Fruticulturas	Café	Ácaro-vermelho	33	37%	27%
		Ferrugem	120	73%	73%
	Melancia	Míldio	76	100%	100%
		Antracnose	31	100%	100%
		Vírus do Mosaico	83	100%	100%
	Tomate	Mancha-alvo	281	89%	89%
		Mofo-fuliginoso	190	97%	92%
		Ácaro-rajado	335	91%	95%
		Mancha-bacteriana	426	96%	97%
		Pinta-preta	200	83%	85%
		Vírus Enrolamento Folhas	172	99%	99%
		Mancha-de-septoria	354	92%	93%
		Requeima	382	92%	91%
		Vírus do Mosaico	75	98%	97%
	Videira	Podridão-negra	316	99%	99%
		Crestamento foliar	295	99%	100%
		Esca (Black Measles)	534	98%	99%

DOI: 10.51189/vii-coninters/86469

Figura 3 – Captura de tela da interface do aplicativo web para diagnóstico fitossanitário, apresentando o diagnóstico de amostra foliar para **Batata – Podridão por Phytophthora** associado à respectiva diretriz de manejo agronômico. A interface exibe o painel de entrada com a imagem da folha, a indicação do resultado com as orientações de intervenção na lavoura e, ao lado, a comparação entre a imagem original e o mapa de calor gerado via *Grad-CAM*, destacando as regiões de interesse fitossanitário.

Figura 4 – Captura de tela da interface do sistema de diagnóstico fitossanitário, evidenciando o diagnóstico da doença Tomate – Pinta-preta e a apresentação automatizada das recomendações de manejo agronômico para a lavoura. O painel exibe a imagem original da folha afetada e o respectivo mapa de calor gerado via *Grad-CAM*, destacando as regiões de interesse analisadas pelo modelo.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86469

4 CONCLUSÃO

O presente estudo desenvolveu um sistema de inteligência artificial voltado ao diagnóstico fitossanitário sustentável, com foco no suporte técnico à agricultura familiar. O modelo estruturou o mapeamento de oito culturas essenciais para a segurança alimentar no Brasil. Embora os resultados globais evidenciem um panorama promissor, destacando-se uma 89,05% de acurácia global ponderada, porém tal desempenho contrasta com limitações severas observadas em classes específicas, a exemplo de quedas acentuadas na precisão para o café (37%) e para a mandioca (com variações entre 47% e 59%).

Como limitações, observou-se que patógenos com menor volume amostral ou maior complexidade visual apresentaram quedas pontuais na precisão, a exemplo de classes específicas na mandioca e no café. Ademais, índices de desempenho com acurácia de 100,00% obtidos em categorias específicas (como arroz e melancia) funcionam como um alerta metodológico, apontando para possíveis indicativos de simplificação estrutural ou sobreajuste (overfitting), frequentemente associados ao uso de conjuntos de dados compostos por fotografias de laboratório em fundo neutro e livres de ruído.

Embora a base de dados utilizada (Sankalana, 2025) viabilize o desenvolvimento inicial do modelo, sua origem predominantemente externa levanta questionamentos quanto à plena representatividade da diversidade fitossanitária e edafoclimática da agricultura familiar brasileira. Como direcionamento estratégico para futuras implementações, aponta-se a necessidade do desenvolvimento de uma base de dados própria, estruturada a partir de coletas de campo nas diferentes regiões agrícolas do país, de modo a mitigar vieses laboratoriais e elevar a precisão ecológica e a robustez do sistema frente às condições reais de cultivo. Como perspectivas futuras, aponta-se a necessidade complementar de submeter o modelo a testes robustos com variabilidade de campo real, englobando imagens obtidas por dispositivos móveis de menor resolução e sob condições adversas de iluminação e fundo. A transição de ambientes controlados para o cenário operacional cotidiano é indispensável para evitar falhas em ambiente de uso prático, visando consolidar a tecnologia como um vetor efetivo de inclusão digital, segurança alimentar e sustentabilidade social para pequenos produtores.

REFERÊNCIAS

ANGELOTTI, F.; HAMADA, E.; BETTIOL, W. A Comprehensive Review of Climate Change and Plant Diseases in Brazil. **Plants**, v. 13, n. 17, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.3390/plants13172447.

BARBEDO, J. G. A. Impact of dataset size and variety on the effectiveness of deep learning and transfer learning for plant disease classification. **Computers and Electronics in Agriculture**, v. 153, p. 46-53, 2018.

BUJA, I. et al. Advances in Plant Disease Detection and Monitoring: From Traditional Assays to In-Field Diagnostics. **Sensors**, v. 21, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3390/s21062129.

DA SILVA BARROS, M. et al. Supervised Training of a Simple Digital Assistant for a Free Crop Clinic. 2021. p. 162-176. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-3-030-91699-2_12.

DA SILVEIRA, F. et al. Farmers' perception of barriers that difficult the implementation of agriculture 4.0. **Agricultural Systems**, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.agsy.2023.103656.

DE OLIVEIRA, G. S.; FANCELLI, M.; SILVA, S. X.; CARVALHO, S. Participatory survey of citrus in the "Recôncavo Baiano region" with emphasis on the threat of huanglongbing.

Revista Brasileira de Fruticultura, v. 43, n. 4, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1590/0100-29452021168.

DE SANT ANNA RIBEIRO, E. C.; FERREIRA, A. A.; SALLES-COSTA, R. Food insecurity in urban and rural areas of Brazil during the COVID-19 pandemic. **Revista de Saúde Pública**, v. 59, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.11606/s1518-8787.2025059006453.

DOMINGUES, J. V.; ROVER, O. J. Access as an object of analysis in rural advisory services. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, 2026. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1806-9479.2026.300466en.

GUDIN, G. S.; DA SILVA, D. G. Diagnose socioeconômica e fitossanitária da fruticultura em Rolim de Moura, RO, Brasil. 2021. Disponível em: https://doi.org/10.35977/0104-1096.cct2021.v38.26754.

MAAS, N. M. et al. Food insecurity in rural families in the extreme south of Brazil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 25, n. 7, p. 2605-2614, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1413-81232020257.26402018.

MOHANTY, S. P.; HUGHES, D. P.; SALATHÉ, M. Using deep learning for image-based plant disease detection. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1419, 2016.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA (FAO). **O estado da agricultura e da alimentação 2022**: aproveitando a automação na agricultura para transformar os sistemas agroalimentares. Roma: FAO, 2022.

PAGASSINI, J. A. V.; ALMEIDA, L.; GASPAROTO, M. C. G. Perception and adoption of integrated plant disease management by family farmers in Ribeira Valley (São Paulo State, Brazil). **Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 3, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.54033/cadpedv21n3-044.

PELLANDA, L. et al. Impacts of the COVID-19 pandemic on Brazilian families: a countrywide population-based survey. **International Journal of Epidemiology**, v. 55, p. i13-i21, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1093/ije/dyaf135.

PREISS, P. V. Challenges facing the COVID-19 pandemic in Brazil: lessons from short food supply systems. **Agriculture and Human Values**, v. 37, p. 571-572, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s10460-020-10062-4.

RAYA, F. T. et al. Molecular epidemiology of sisal bole rot disease suggests a potential phytosanitary crisis in Brazilian production areas. **Frontiers in Chemical Engineering**, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3389/fceng.2023.1174689.

SALLES-COSTA, R. et al. National Trends and Disparities in Severe Food Insecurity in Brazil between 2004 and 2018. **Current Developments in Nutrition**, v. 6, n. 3, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1093/cdn/nzac034.

TRIVELLATO, P. T. et al. Food and nutritional insecurity in families in the Brazilian rural environment: a systematic review. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 3, p. 865-874, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1413-81232018243.05352017.

SANKALANA, Nirmal. **Plant Diseases Training Dataset**. Kaggle, 2025. Disponível em: https://www.kaggle.com/datasets/nirmalsankalana/plant-diseases-training-dataset.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

RESIDUOS SÓLIDOS E SEUS IMPACTOS NO AMBIENTE E NA SAÚDE PÚBLICA

TERESINHA DE JESUS ALBUQUERQUE

Introdução: A crescente geração e o descarte inadequado dos resíduos sólidos configuram-se como importantes problemas contemporâneos, afetando os sistemas naturais e sociais e comprometendo a saúde pública. O manejo incorreto contribui para a contaminação do solo, da água e do ar, para emissão de gases de efeito estufa e proliferação de vetores associados a enfermidades como dengue, chikungunya, zika, diarreia e leptospirose. Nesse contexto, destaca-se a importância da gestão sustentável dos resíduos sólidos, por meio da não geração, redução, reutilização, reciclagem, compostagem, e disposição final ambientalmente adequada, aliadas à valorização dos catadores e à efetiva coleta seletiva, conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010). A pesquisa foi motivada pelos elevados índices de infestação do *Aedes aegypti* registrados em 2024 no bairro da Várzea, Recife-PE (9,9%, superior à média de 1,9% da capital). **Objetivo:** O estudo objetivou promover a conscientização crítica sobre a gestão inadequada dos resíduos sólidos e seus impactos no ambiente e na saúde pública, incentivando práticas sustentáveis nos contextos escolar e comunitário. **Metodologia:** Trata-se de uma pesquisa-ação, desenvolvida com 40 estudantes do sétimo ano da Escola de Referência em Ensino Fundamental Professor Cândido Duarte, fundamentada no construtivismo, na aprendizagem significativa e alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): 3 (Saúde e Bem-Estar), 4 (Educação de Qualidade), 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), e 12 (Consumo e Produção Responsáveis), através de uma sequência didática com oito módulos, com interpretação de textos e imagens, produção de jogos, pesquisas, glossário, vídeos, histórias em quadrinhos, composteiras, mapa conceitual, quiz, cartazes, panfletos e entrevistas. **Resultados:** As intervenções evidenciaram a elaboração da cartilha digital interativa "Quem Cuida do Lixo Cuida da Vida: da Lixeira ao Saber" e demonstraram avanços qualitativos na percepção crítica dos alunos. **Conclusão:** Conclui-se que a escola atua como um espaço transformador capaz de mitigar realidades socioambientais adversas por meio da educação.

Palavras-chave: **RESIDUOS SÓLIDOS; SAÚDE PÚBLICA; ABORDAGEM SIGNIFICATIVA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/86470

ANÁLISE DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: UM ESTUDO SOBRE O COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIQUIRI E PARANÁ 2

JULIANA FELIZARI GNOATTO; MARCELA DE ANDRADE; MARISTELA DENISE MORESCO MEZZOMO

RESUMO

A água é um bem de valor econômico e de uso múltiplos e cada ator envolvido tem uma perspectiva de interesses. Analisando isso o presente estudo tem como objeto o Comitê de Bacia do Rio Piquiri e Paraná 2, terceira maior bacia do estado do Paraná. Este comitê, foi criado no ano de 2013 e reativado os trabalhos no ano de 2021. Passou por atualizações do Regimento Interno e posse de novos membros no ano de 2025. Diante dos avanços das discussões sobre recursos hídricos e sua gestão, o objetivo deste trabalho é analisar o Comitê de Bacia do rio Piquiri e Paraná 2 em uma abordagem qualitativa e centralizada em entender sobre os instrumentos de gestão e a participação no âmbito do Comitê de Bacia Hidrográfica em comparação à Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e assim identificar em que fase o Comitê se encontra e quais são as suas fragilidades. Utilizamos meios de pesquisas sobre o comitê disponíveis no site oficial do IAT (Instituto Água e Terra) e com isso foi elaborado Check list. Como resultado observa-se pontos de fragilidades, colocando o Comitê em fase de transição e ainda distante do ideal. Com base no diagnóstico realizado, observa-se que o comitê passou por importantes avanços após sua reativação, incluindo atualização do regimento interno, renovação da composição dos membros e discussões relacionadas à construção do Termo de Referência para contratação do Plano de Bacia. Entretanto, ainda existem fragilidades relacionadas à ausência de instrumentos consolidados de planejamento, transparência e à participação limitada de parte dos representantes nas discussões.

Palavras-chave: Instrumentos; Política; Regimento

1 INTRODUÇÃO

A escassez hídrica e os conflitos pelo uso da água são resultados da distribuição desigual do recurso, da sua utilização inadequada e da multiplicidade de interesses divergentes (Castro, 2022). Para assegurar a disponibilidade de água para o presente e o futuro, bem como solucionar as disputas, é imperativo que sejam implementados mecanismos institucionais capazes de harmonizar os diferentes objetivos e construídas soluções de forma coletiva. Embora os usos múltiplos (como abastecimento, agricultura e indústria) possam ser medidos e debatidos com precisão, é fundamental que a discussão englobe os usos ambientais da água, que são essenciais para a sustentação dos ecossistemas e possuem igual relevância. Os diversos interesses sobre a água determinam a perspectiva de cada ator envolvido (Agência Nacional de Águas, 2011).

Durante a década de noventa o Brasil promoveu uma reorganização do sistema de gestão de recursos hídricos. Este novo modelo estabelece que a água deve ser tratada como um bem com valor econômico, e defende uma gestão que seja simultaneamente descentralizada e intergovernamental, contemplando os múltiplos usos do recurso. Na política ambiental houve aumento e fortalecimento de conselhos deliberativos e consultivos a níveis federais, estaduais e municipais, com representantes dos usuários e a sociedade civil, sendo a bacia hidrográfica a unidade territorial para a tomada de decisões. Nesses espaços, os comitês de bacia hidrográfica

DOI: 10.51189/vii-coninters/86489

(CBH), como órgãos colegiados, deliberam sobre questões que afetam a quantidade e a qualidade da água em sua área de atuação. Eles também detêm a autoridade para instituir a cobrança pelo uso da água, realizada por suas agências executivas, e decidir sobre a aplicação dos recursos arrecadados (Jacobi, 2006).

O estado do Paraná é dividido em 16 bacias hidrográficas que compreende: Bacia Litorânea, Bacia do Ribeira, Bacia do Cinzas, Bacia do Iguaçu, Bacias do Paraná 1, 2 e 3, Bacia do Tibagi, Bacia do Ivaí, Bacia do Piquiri, Bacia do Pirapó, Bacia do Itararé, Bacia do Paranapanema 1, 2, 3 e 4. Bacias são regiões onde a delimitação são pontos mais altos que formam a partir de vários afluentes um curso principal. Apesar dos importantes cursos d'agua, o estado segue na lentidão quando se trata de gerenciamento de Recursos Hídricos. A lei 12.726, chamada de Política Estadual de Recursos Hídricos do Paraná, está em vigor desde 1999, mas ainda não está totalmente implementada (Gagg, 2014). No Paraná, o Decreto Estadual nº 9.130/2010 regulamenta o processo de instituição dos Comitês no estado, somando em 2025, o total de doze CBH (Paraná, s.d.).

Localização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri, em área, é a terceira maior do estado do Paraná, totalizando cerca de 24,731 km², somando-se a bacia do Paraná 2, com área de 2,825 km², totalizando a abrangência do CBH com área de drenagem de 27.219,33 km² (IAT, s.d.) composta por 73 municípios (IAT, 2025), como demonstrado na figura 01, a seguir.

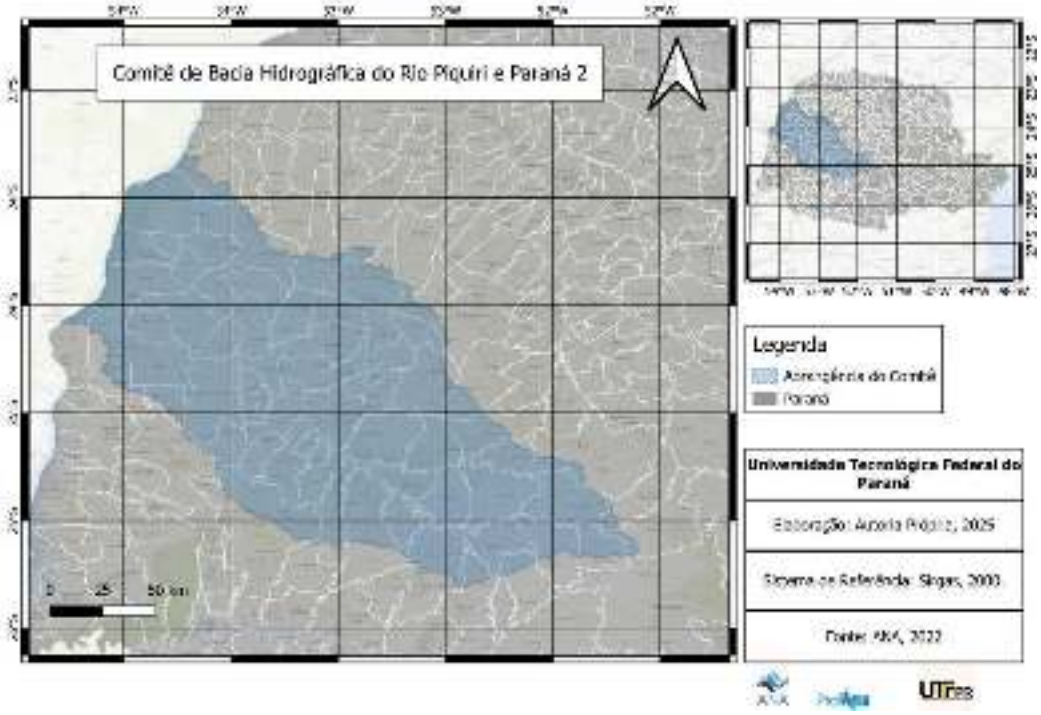


Figura 01: Localização do Comitê de Bacia do Rio Piquiri e Paraná 2.
Fonte: Autoria própria (2025)

Com seu principal curso d'água o rio Piquiri, tem suas nascentes na Serra do São João, na divisa dos municípios de Turvo e Guarapuava, em altitudes da ordem de 1.040m. Desde a nascente, o rio Piquiri percorre cerca de 660 km até sua foz no rio Paraná, na divisa dos municípios de Altônia e Terra Roxa, em altitudes da ordem de 220m (IAT, s.d.).

O CBH do Rio Piquiri e Paraná 2 foi instituído pelo Decreto Estadual nº 8.924/2013, composto inicialmente por 38 instituições como membros. (Paraná, s.d.). De acordo com o folder informativo do IAT 2024, a bacia contém uma demanda hídrica de 269.395,20 m³ por dia, divididos por 21,14% para a indústria, 32,71% para a dessedentação de animais, 34,83% para o abastecimento público e 11,32% para a agricultura, conforme a figura 02.

Figura 02: Demonstração da demanda hídrica dentro da Bacia do Rio Piquiri e Paraná 2.
Fonte: Instituto Água e Terra (2024)

Dentro do abastecimento público, as águas superficiais e subterrâneas compõem 44 e 56%, respectivamente, como demonstrado na figura 03, a seguir.

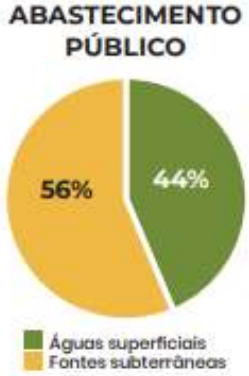


Figura 03: Proporção de disponibilidade de água de acordo com o abastecimento público.
Fonte: Instituto Água e Terra (2024)

Diante do exposto o objetivo deste trabalho é analisar o Comitê de Bacia do Piquiri e Paraná 2, em comparação à Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e assim identificar em que fase o comitê se encontra e quais são as suas fragilidades.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo baseia-se em uma abordagem qualitativa e centraliza-se em entender sobre os instrumentos de gestão e a participação no âmbito do Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH) do Rio Piquiri e Paraná 2. A gerência dos recursos hídricos é de competência estadual e os instrumentos são formas de garantir que o controle socioambiental esteja sendo realizados de forma coerente.

Para a pesquisa, foram levantados informações e dados documentais em atas de reuniões, deliberações, regimento interno e legislação que contemplem recursos hídricos que se referem ao Comitê de Bacia em questão. Essas informações foram retiradas do *site* do Instituto Água e Terra (IAT), na página do CBH. Além disso, foram assistidos vídeos gravados das reuniões antigas e, também, participou-se como ouvinte através do canal oficial e como membro diretamente no link da reunião nos meses entre outubro e novembro do ano de 2025.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86489

Utilizou-se, para mais, de contribuições teóricas de outros comitês para que uma análise sobre a gestão participativa dentro dos comitês de bacias hidrográficas entre o poder público, sociedade civil e usuários da água no estado do Paraná.

Com isso elaborou-se um checklist com perguntas (13) chave para avaliar como está o funcionamento do referido CBH, que foi dividido por (eixos). Com notas de respostas: 10 para sim, 1 para não e 5 para parcial. Ao final foram somados os resultados e enquadrado em inicial, em transição e em operação. A partir das informações coletadas, foi realizado um diagnóstico preliminar da situação da bacia, identificando desafios relacionados à governança, disponibilidade hídrica, participação social e implementação dos instrumentos de gestão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 01, disposta logo abaixo, as perguntas e respostas tinham como eixo a "estrutura administrativa". Foram atribuídas notas de 1 para respostas negativas, 5 para parciais e 10 para positivas, onde os resultados de 0 a 14 indicam que o comitê está em fase inicial; de 15 a 65 se encontra em fase de transição, e de 66 a 130 em fase de operação.

Tabela 1: Perguntas e respostas do questionário, eixo estrutura administrativa.

Questões		C. B. Piquiri, Paraná			Notas		
		Resposta			10	1	5
		SIM	Não	Parcial	SIM	Não	Parcial
Estrutura Administrativa	O Comitê conta com regimento interno atualizado? (últimos 5 anos)	X			10		
	O Comitê conta com relatório de atividades e metas?	X			10		
	O Comitê conta com secretaria executiva própria?		X			1	

Fonte: Autoria própria (2025)

A tabela 02, por sua vez, possui as perguntas e respostas voltadas ao eixo "instrumentos da política nacional de recursos hídricos", como pode ser observado a seguir. O resultado obtido pelas somatórias das notas foi de 39 pontos, colocando o Comitê de Bacia do Piquiri e Paraná II na fase de transição.

Tabela 2: Perguntas e respostas do checklist, eixo instrumentos da política nacional de recursos hídricos.

Questões			C. B. Piquiri, Paraná			Notas		
			Resposta			10	1	5
			SIM	Não	Parcial	SIM	Não	Parcial
Instrumentos da PNRH	Enquadramento	O Comitê estipula metas para a efetivação do enquadramento na bacia?		X			1	
		O Comitê possui diagnóstico da qualidade da água?		X			1	
	Sistema de informação	O Comitê tem Sistema de informação próprio?		X			1	
		O Comitê tem dados sobre disponibilidade hídrica, uso e qualidade da água acessíveis ao público?		X			1	
	Outorga	O Comitê elaborou e implementou normativas e critérios para concessão de outorga de uso?			X			5
		O Comitê monitora as outorgas e dispensas de outorgas concedidas?			X			5
	Cobrança	O Comitê estipula critérios para definir o valor da cobrança?		X			1	
		Existe um programa de aplicação dos recursos arrecadados pela cobrança?		X			1	
	Plano de BH	O Comitê acompanha a atualização do Plano de Bacia?		X			1	
		Existe integração entre o Plano de Bacia e os planos municipais (Plano Diretor, Plano de Saneamento Básico)?		X			1	

Fonte: Autoria própria (2025)

No estado do Paraná, poucas CBH possuem um avanço na construção dos instrumentos, de acordo com as pesquisas no *site* do IAT, muitos comitês de bacias hidrográficas estão em

DOI: 10.51189/vii-coninters/86489

fase de reativação e de construções de seus instrumentos, de acordo com a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH):

> Art. 5º. São instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos:
> I - Os Planos de Recursos Hídricos;
> II - O enquadramento dos corpos de água em classes, segundo os usos preponderantes da água;
> III - A outorga dos direitos de uso de recursos hídricos;
> IV - A cobrança pelo uso de recursos hídricos;
> VI - O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos. (Brasil, 1997, Art. 5º.)

Através do *site* do IAT são disponibilizados documentos e dados do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Piquiri e Paraná 2 no que se refere às informações sobre atas, deliberações e outros documentos, porém é falho em informações mais amplas. O uso como por exemplo de um *site* próprio para aumentar a transparência e acessibilidade ao público, com isso aumenta-se a comunicação e a participação social, considerando que a disponibilidade de informações é fundamental para promover uma maior integração entre gestores e usuários da água pertencentes a bacia.

No caso da Outorga, obteve-se pontuação 11, na qual se diz que o Comitê tem atuado de forma parcial nas etapas de normatização e monitoramento das outorgas, ou seja, de forma consciente em áreas com problemas críticos de escassez hídrica, sendo necessário o uso de deliberações de suspensão temporárias de emissão de outorgas e retificações de aumento de vazões de captação e lançamento de efluentes em área declarada crítica até a minimização do problema, o que permite visualizar que o comitê está no momento atuante.

Ao analisar as atas das reuniões do presente comitê foi possível verificar que foi este reativado no ano de 2021, ano em que se deu a posse para os membros do período de 2021 a 2025, e que desde então vem sendo trabalhadas as questões sobre a bacia. Na sétima reunião ordinária, foi colocada aos demais membros, sob cobrança do Ministério Público, a elaboração do Plano de Bacia que através da Minuta geral de Termo de Referência serve para todas as bacias hidrográficas que ainda não possuem plano. Para isso, realizou-se um estudo sobre as particularidades da bacia do Rio Piquiri e Paraná 2, e elaborou-se, pelo CTINS, uma nova minuta que foi aprovada pelos membros do Comitê. O seguinte termo foi trabalhado por cerca de dez meses pela CTINS, e após revisado pelo IAT, juntou-se às sugestões e contribuições para fazer o termo de referência para a contratação do Planos de bacia, é possível observar que, no Paraná, ainda existem algumas bacias hidrográficas sem esse plano.

Foi também atualizado o Regimento Interno, no qual se estabeleceu uma paridade entre os membros do comitê, sendo 33 membros e seus suplentes, que, no total, são referentes a 11 representantes do setor de usuários, 11 representantes do setor público e 11 representantes da Sociedade Civil, passo importante para uma discussão mais igualitária. Apesar disso, nota-se que nem todos os membros são participativos nas discussões e pautas do Comitê, prevalecendo sempre uma minoria atuante nas falas e questionamentos. Isso pode ser atribuído ao fato da inexperiência dos membros sobre o assunto, o que acarreta a fala de poucos entre os entes envolvidos. A questão da pouca divulgação sobre as reuniões para a população em geral, sobre a importância da participação dos entes públicos e sociedade nos comitês, as responsabilidades sociais de cada decisão e as reuniões serem totalmente online não levando em consideração a população mais vulnerável digitalmente, demonstram falha nos instrumentos.

Na pesquisa de Britto & Johnsson (2013), constatou-se que um dos aspectos positivos do Comitê Guandu (no Estado do Rio de Janeiro) é a participação e o engajamento dos atores sociais, não somente da sociedade civil, mas também dos outros integrantes. O amadurecimento do seu funcionamento é baseado no diálogo e na negociação entre os representantes dos diversos segmentos e na parceria entre os atores que representam o governo estadual e os diversos governos municipais e, já a pesquisa de Schultze et al. (2015) detectou a baixa

representatividade do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF) entre a população local e falhas na interação das instituições locais de gestão de água.

Portanto observa-se que cada comitê tem suas particularidades e que há a necessidade da participação de todos os membros nas decisões passíveis de discussões, tendo igualdade nas deliberações sobre a bacia hidrográfica.

4 CONCLUSÃO

Com base no diagnóstico realizado, observa-se que o comitê passou por importantes avanços após sua reativação, incluindo atualização do regimento interno, renovação da composição dos membros e discussões relacionadas à construção do Termo de Referência para contratação do Plano de Bacia. Entretanto, ainda existem fragilidades relacionadas à ausência de instrumentos consolidados de planejamento, transparência e à participação limitada de parte dos representantes nas discussões.

Ao analisar o checklist, entende-se que o Comitê apresenta um cenário de transição em comparação com a política Nacional de Recursos Hídricos, porém vêm cada vez mais atuando de forma integrada e articulada, apesar disso ainda demanda de tempo para que todos os instrumentos estejam em pleno funcionamento.

De modo geral, o CBH possui ainda fragilidades, pode-se afirmar que o Comitê apresenta avanços importantes na organização administrativa interna, mas espera-se que futuramente ocorra avanços principalmente na participação dos demais membros para uma efetiva articulação institucional, mais transparência das prestações de conta, acesso facilitado aos documentos e reuniões e secretaria executiva própria.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **O Comitê de Bacia Hidrográfica: o que é e o que faz?** Brasília: SAG, 2011.

BRASIL. **Lei n.º 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências**.** Diário Oficial da União: Brasília, DF, 8 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 19 nov. 2025.

Britto, A. L.; Johnsson, R. M. F. Gestão Participativa e Integrada das Águas na Região Metropolitana do Rio de Janeiro: Uma Análise do Funcionamento dos Comitês de Bacia Hidrográfica. In: **VIII Congresso Iberico sobre Gestion e Planification del Agua**, 2013. Disponível em: http:// revistas.lis.ulusiada.pt/index.php/8cigpa/article/view/332/0.

GAGG, M. **Descentralização ou re-centralização? Uma análise do processo de implementação dos comitês de bacias hidrográficas do Paraná.** Orientador: Prof. Dr. Benilson Borinelli. 2014. 121 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Sustentabilidade) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, 2014.

CASTRO, C. N de. **Água, Problemas Complexos e o Plano Nacional de Segurança Hídrica.** Instituto de pesquisa econômica aplicada -governo federal, 2002. Disponível em < http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/11115> acesso em 15/06/2026.

JACOBI, P. R. Participação na gestão ambiental no Brasil: os comitês de bacias hidrográficas e o desafio do fortalecimento de espaços públicos colegiados. *In:* ALIMONDA, Héctor. **Los tormentos de la matéria**: Aportes para una ecología política latino-americana. Buenos Aires: CLACSO, Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, mar. 2006.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA (IAT). **AAI da Bacia do rio Piquiri – Volume I**: Capítulo IV. Curitiba: Soma; Consórcio Piquiri, s.d. Disponível em: https://iniciativaverde.org.br/storage/posts/archive/file/2014-02-19-bacia-do-rio-piquiri.pdf. Acesso em: 28 nov. 2025.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA (IAT**). Comitê das Bacias Hidrográficas do Rio Piquiri e do Paraná 2**. Divisão de Gerenciamento de Comitês de Bacias Hidrográficas, [*S.l.*], nov. 2024. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2024-11/CBH_PIQUIRI_E_PARANA_2.pdf. Acesso em: 25 nov. 2025.

INSTITUTO ÁGUA E TERRA (IAT). **Deliberação nº 01/2025 – CBG Piquiri e Paraná 2. Comitê das Bacias do Rio Piquiri e do Paraná 2**, Palotina, 02 jun. 2025. 3 p. Disponível em: https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2025-06/deliberacao_01_2025_portarias_areas_criticas.pdf. Acesso em: 18 nov. 2025.

PARANÁ. Comitês de Bacias Hidrográficas. **Secretaria do Desenvolvimento Sustentável**, Curitiba, PR, s.d. Disponível em: https://www.sedest.pr.gov.br/cerh/Comites-de-Bacias-Hidrograficas. Acesso em: 25 nov. 2025.

PARANÁ. **Decreto n.º 8.924/2013, de 10 de setembro de 2013**. Institui o Comitê das Bacias do Rio Piquiri e Paraná 2 e nomeia seus representantes - SEMA. Publicado no Diário Oficial nº. 9040 de 10 de setembro de 2013, Curitiba, PR, 2013. Disponível em: https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=101703&indice=1&totalRegistros=1&dt=22.2.2019.9.55.9.947. Acesso em: 25 nov. 2025.

PARANÁ. **Decreto n.º 9.130, de 27 de dezembro de 2010**. Regulamenta o processo de instituição de Comitês de Bacia Hidrográfica, e dá outras providências. Publicado no Diário Oficial n.º 8.371, 27 dez. 2010. Disponível em: https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=58690. Acesso em: 25 nov. 2025.

Schultze, M. S.; Köppel, J.; Gomes, E. T. A. Governança da bacia hidrográfica do rio São Francisco: desafios de escala sob olhares inter e transdisciplinares. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, 36, 19-44, 2015.

A INOVAÇÃO NA GESTÃO PÚBLICA PARA A ECONOMIA CIRCULAR: RELATO DE EXPERIÊNCIA DO PROGRAMA SUKATECH EM GOIÁS

FABIANA MARIA NUNES; RAYSA CARVALHO; VALQUÍRIA DUARTE

RESUMO

O desfazimento de ativos de Tecnologia da Informação (TI) em desuso representa um desafio gerencial e ambiental crônico para a administração pública, gerando altos custos de armazenagem e riscos de contaminação. Este estudo relata a experiência da Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação de Goiás (SECTI) na implementação do Programa Sukatech, uma política pública estadual de economia circular e logística reversa de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEEs). O objetivo deste relato é demonstrar como a inovação normativa e a gestão orientada por dados transformaram um passivo burocrático em ativo socioambiental. Metodologicamente, o estudo caracteriza-se como um relato de experiência de caráter descritivo-analítico e abordagem quali-quantitativa, estruturado pela ferramenta 5W2H, com indicadores ambientais consolidados até 2024 e dados de capacitação e doação atualizados até 2026. O programa reestruturou o fluxo de desfazimento patrimonial governamental de forma totalmente digital e rastreável por meio do Sistema Eletrônico de Informações (SEI), eliminando gargalos processuais e despesas com leilões deficitários. O relato detalha a atuação da iniciativa em três eixos fundamentais: coleta sustentável, capacitação tecnológica e doação de computadores recondicionados. Os resultados evidenciam que, até 2024, o Estado recolheu mais de 810 toneladas de resíduos eletrônicos, promovendo a destinação ambientalmente adequada de materiais não recuperáveis. Além disso, a recuperação dos equipamentos poupou 6,1 milhões de litros de água, evitou a emissão de 635 toneladas de dióxido de carbono (CO2) e reduziu a extração de recursos minerais. Simultaneamente, até 2026, o programa certificou 2.694 pessoas em cursos de capacitação tecnológica e promoveu a doação de 2.893 computadores recondicionados para escolas e organizações sociais em diversas regiões do estado. A experiência evidencia que o uso de legislações estruturantes, associadas à inteligência de dados e aos referenciais internacionais, posiciona o setor público como protagonista na transição para a economia circular, garantindo eficiência administrativa, preservação ambiental e inclusão socioprodutiva efetiva.

Palavras-chave: Logística Reversa; Resíduos Eletroeletrônicos; Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento exponencial da geração de Resíduos de Equipamentos Eletroeletrônicos (REEEs) impõe um desafio significativo à sustentabilidade ambiental global. Na administração pública, o constante envelhecimento tecnológico gera um gargalo logístico severo: o acúmulo de equipamentos inoperantes ou em desuso, que ocupam espaços físicos onerosos e representam passivos tóxicos se descartados de forma inadequada. Para enfrentar essa questão por meio de uma gestão pública eficiente, o Governo de Goiás, sob coordenação da Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação (SECTI) e execução da Organização da Sociedade Civil (OSC) Programando O Futuro, instituiu o Programa Sukatech.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86495

O Sukatech é uma política pública integrada que transforma a sucata eletrônica do Estado em ativo socioambiental. Antes de detalhar sua execução, é fundamental compreender as duas bases conceituais que a sustentam: a Logística Reversa e a Economia Circular. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS - Lei Federal nº 12.305/2010) e o Decreto Federal nº 10.240/2020 definem a logística reversa de REEEs como o instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações destinadas a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos ao setor empresarial para reaproveitamento (Brasil, 2010; 2020).

A Economia Circular, por sua vez, "visa criar sistemas mais eficientes e sustentáveis, focando-se na reutilização, reciclagem e regeneração de materiais, desafiando o tradicional modelo linear de 'extrair, produzir, descartar'" (Kaizen Institute Global, 2026). Ela propõe-se a manter materiais e produtos em seu mais alto nível de utilidade pelo maior tempo possível, minimizando a extração de matérias-primas virgens e a emissão de gases de efeito estufa (GEE). Na gestão pública, aplicar a economia circular significa desburocratizar processos para que o bem patrimonial inservível deixe de ser um custo de armazenagem (ou alvo de leilões deficitários) e retorne à sociedade sob a forma de inclusão digital ou matéria-prima para a indústria de reciclagem.

Este trabalho tem como objetivo relatar, de forma ampla, a experiência de implementação, a arquitetura legal e os resultados de economicidade e sustentabilidade do Programa Sukatech. A relevância deste relato fundamenta-se na demonstração prática de como o Estado pode estruturar internamente um ecossistema sustentável, unindo inteligência de dados (Business Intelligence), referências internacionais e responsabilidade social.

2 RELATO DE CASO/EXPERIÊNCIA

Este trabalho caracteriza-se como um relato de experiência, de caráter descritivo-analítico e de abordagem quali-quantitativa. O relato de experiência constitui uma modalidade de produção de conhecimento fundamentada na sistematização de uma prática vivenciada, devendo ultrapassar a exposição das atividades realizadas por meio de contextualização, fundamentação científica e reflexão crítica sobre os processos, resultados e aprendizados produzidos (Mussi; Flores; Almeida, 2021).

O relato foi elaborado a partir da atuação profissional das autoras na gestão e no acompanhamento do Programa Sukatech, uma política pública do Estado de Goiás voltada para a sustentabilidade, gestão de resíduos eletrônicos e inclusão digital. Nesse ínterim, o relato foi complementado pela análise de documentos normativos, relatórios técnicos, registros administrativos, avaliações externas e painéis de monitoramento referentes ao Programa. A dimensão qualitativa compreendeu a reconstrução e a interpretação do percurso de implementação do programa, considerando sua estruturação normativa e operacional, as estratégias adotadas e os aprendizados decorrentes da experiência. A dimensão quantitativa consistiu na análise descritiva dos indicadores de monitoramento referentes à coleta sustentável, à capacitação tecnológica e à doação de computadores recondicionados. Neste estudo, compreende-se que a articulação entre abordagens qualitativas e quantitativas permite apreender dimensões distintas e complementares de uma realidade investigada (Minayo; Sanches, 1993).

Foram consideradas informações produzidas entre 2021 e abril de 2026, observando-se que os indicadores ambientais estavam consolidados até dezembro de 2024. As informações foram organizadas de modo a relacionar o processo de implementação aos resultados alcançados, às limitações identificadas e aos aprendizados produzidos. Para apresentar sinteticamente o percurso da experiência, utilizaram-se, como recurso expositivo, as dimensões da ferramenta 5W2H: o que (*What*), por que (*Why*), por quem (*Who*), onde (*Where*), quando (*When*), como (*How*) e com quais recursos (*How much*) (Daychoum, 2016).

DOI: 10.51189/vii-coninters/86495

O que; Por que: O Sukatech é um programa de recondicionamento e reciclagem de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos associado à capacitação tecnológica e à inclusão digital. Foi implantado diante da necessidade governamental de criar um procedimento normatizado, rastreável e ambientalmente adequado para o desfazimento dos equipamentos eletroeletrônicos da administração pública estadual de Goiás.

Por quem; Onde; Quando: O programa é coordenado pela Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação de Goiás e executado pela Organização da Sociedade Civil Programando o Futuro. Sua infraestrutura central está localizada no Centro de Recondicionamento de Computadores (CRC), em Goiânia, com atuação descentralizada por meio dos Sukatech Labs, em operação na cidade de Senador Canedo, e em implantação em Cidade Ocidental, Anápolis e Bela Vista. Instituído em setembro de 2020, pelo Decreto nº 9.718, o programa iniciou sua execução em maior escala em 2021, operando a partir da obrigatoriedade estadual de que todos os órgãos e/ou empresas públicas da esfera estadual, comuniquem a existência de materiais de informática ociosos ou inutilizados a serem coletados de forma sustentável (Goiás, 2020). Na atualidade, o Programa Sukatech segue como uma política pública consolidada.

Como; Quanto: A execução ocorre mediante fomento estadual e foi estruturada pelas Instruções Normativas Intersecretariais nº 01/2021 (Goiás, 2021a) e nº 02/2021 (Goiás, 2021b). O fluxo de desfazimento passou a ser registrado no Sistema Eletrônico de Informações (SEI), possibilitando a formalização da transferência e o acompanhamento dos bens encaminhados ao programa. Após o recebimento, os equipamentos passam por triagem: aqueles com possibilidade de recuperação são recondicionados e doados, enquanto os materiais irrecuperáveis são desmanufaturados, segregados e destinados à reciclagem.

A operação do Programa Sukatech está organizada em três eixos interdependentes. O eixo da coleta sustentável compreende o recebimento de equipamentos eletroeletrônicos provenientes dos processos de desfazimento dos órgãos públicos via SEI, dos Pontos de Entrega Voluntária e das ações de mobilização popular denominadas como Caravanas do Descarte, iniciativa itinerante de educação ambiental que já teve 160 edições e percorreu mais de 80 municípios goianos; desta feita, os materiais recebidos passam por triagem, recondicionamento ou desmanufatura, conforme suas condições de aproveitamento, e os resíduos não recuperáveis são segregados e encaminhados para destinação ambientalmente adequada. O eixo de capacitação tecnológica contempla a oferta gratuita de cursos de informática, montagem e manutenção de computadores e celulares, robótica, avançado em Excel, básico de inteligência artificial, e design e redes sociais, com o propósito de promover qualificação profissional, letramento digital e possibilidades de geração de renda. E o eixo de doação de computadores recondicionados destina os equipamentos recuperados às escolas públicas, organizações sociais e outras instituições sem fins lucrativos, ampliando o acesso às tecnologias digitais e prolongando a vida útil dos bens.

3 DISCUSSÃO

Os resultados do Programa Sukatech evidenciam a articulação entre seus três eixos de atuação, a saber, a coleta sustentável, a capacitação tecnológica e a doação de computadores recondicionados, demonstrando como o desfazimento de equipamentos eletroeletrônicos pode ser integrado a objetivos ambientais e sociais. O uso de registros administrativos e ferramentas de Business Intelligence contribuiu para a rastreabilidade dos materiais recebidos e para o acompanhamento dos indicadores do programa.

Analisando iniciativas de referência, a StEP Initiative opera em escala global, com projetos em vários continentes e alinhamento a fóruns europeus, estabelecendo padrões técnicos internacionais, mas sem atuação direta na execução local de políticas de inclusão (Innodeva,

2025). No cenário nacional, o programa federal Computadores para Inclusão, criado dentro do escopo da Política Nacional de Desfazimento (Lei nº 14.479/2022), foca primordialmente no recondicionamento de equipamentos do Poder Executivo Federal para pontos de inclusão digital e doação de computadores (Brasil, 2022). Entre várias iniciativas, o Reciclotech, no Distrito Federal, possui arranjo institucional semelhante ao do programa em Goiás, integrando capacitação e logística. O Sukatech muda essa lógica isolada ao instituir uma rede híbrida: o Executivo Estadual (SECTI-GO) lidera e normatiza a política, enquanto a operação tática e pedagógica é delegada a uma Organização da Sociedade Civil de vanguarda, a Programando o Futuro.

A relevância de iniciativas como o Programa Sukatech está ao considerarmos a crescente produção de resíduos eletroeletrônicos na atualidade, posto que "segundo o Observatório Internacional do Lixo Eletrônico, foram geradas 62 mil toneladas de lixo eletrônico em todo o mundo em 2022, uma média de 7,8 kg por pessoa" (Baldé et al., 2024, p. 09, tradução livre). Desta feita, no eixo da coleta sustentável, entre agosto de 2021 e dezembro de 2024, foram recebidas mais de 810 toneladas de resíduos de equipamentos eletroeletrônicos provenientes de 79 localidades do Estado de Goiás.

Para compreender a eficácia da coleta realizada pelo Programa Sukatech, foi implementada como metodologia a Avaliação do Ciclo de Vida ou ACV (Filho; Junior; Luedermann, 2016), aplicada por uma consultoria independente que realizou a avaliação da política pública. A ACV indicou a estimativa de que as ações de recuperação e destinação desenvolvidas pelo programa evitaram o consumo de aproximadamente 161 toneladas de recursos fósseis, equivalentes a 1.180 barris de petróleo, e proporcionaram economia de 6,1 milhões de litros de água. Também foi estimada a prevenção da emissão de 635 toneladas de CO_2, com benefício ambiental monetizado em mais de R$ 1,63 milhão (Innodeva, 2025).

Esses resultados indicam que a recuperação e o recondicionamento dos equipamentos, antes de sua destinação para reciclagem, podem contribuir para prolongar a vida útil dos bens e reduzir a demanda por matérias-primas. Na experiência com o Programa Sukatech, os equipamentos sem possibilidade de recuperação foram submetidos à desmanufatura e à separação de seus componentes antes do encaminhamento às empresas recicladoras. A Tabela 1 apresenta a quantidade e a participação dos principais materiais não recondicionáveis destinados entre 2021 e 2024.

Tabela 1 – Quantidade e participação dos materiais não recondicionáveis destinados pelo Programa Sukatech, entre 2021 e 2024

Material	*Quantidade Destinada (kg)*	*Participação (%)*
Ferrosos	136.136	41,40%
Plástico	101.642	30,91%
Placas Eletrônicas	24.049	7,31%
Tubo de TV (Vidro/Chumbo)	20.980	6,38%
Madeira	13.117	3,98%
Não Ferrosos	9.544	2,90%
Sucata Eletrônica	8.875	2,69%
Toner	6.630	2,01%
Pilhas / Baterias	4.209	1,28%
Lâmpadas	1.950	0,59%
Papel/Papelão	1.640	0,49%
Total	328.772	100,00%[1]

Fonte: Dados extraídos dos painéis de controle do Programa Sukatech (Innodeva, 2025).

[1] Nota: eventuais diferenças decorrem do arredondamento dos percentuais.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86495

A predominância de materiais ferrosos e plásticos, que juntos representam mais de 70% do volume destinado, evidencia a importância da segregação dos resíduos antes do encaminhamento para reciclagem. A separação também permite identificar componentes que demandam tratamento específico, como placas eletrônicas, baterias, lâmpadas e tubos de televisão com vidro e chumbo, sendo que "a desmontagem seletiva, com o objetivo de isolar componentes perigosos e/ou valiosos, é um processo indispensável na prática da reciclagem de REEE" (Cui; Forssberg, 2003, seção Resumo, tradução livre). Dessa forma, no contexto do Programa Sukatech, enquanto política pública estadual, a coleta sustentável não se limita ao recebimento dos equipamentos, mas compreende sua triagem, desmanufatura, classificação e destinação conforme as características de cada material.

No âmbito do Programa, os princípios da economia circular estão postos nos resultados que também reforçam a importância de estratégias que ultrapassem a reciclagem e priorizem, sempre que tecnicamente possível, o reparo, a reutilização e o recondicionamento (Pan; Wong; Li, 2022, seção Introdução, tradução livre). No eixo da doação de computadores recondicionados, segundo os dados mais recentes até julho de 2026, o programa havia destinado 2.893 equipamentos para escolas, organizações da sociedade civil e instituições sem fins lucrativos localizadas em mais de 34 municípios goianos, como estratégia sustentável de inclusão digital. Esse resultado demonstra que parte dos bens recebidos pôde retornar ao uso social, estruturando laboratórios de informática e telecentros comunitários, prolongando a vida útil dos equipamentos eletroeletrônicos e ampliando o acesso à infraestrutura tecnológica.

A análise do Programa Sukatech, realizada no âmbito da avaliação da política pública, estimou o valor econômico dos equipamentos disponibilizados, considerando o valor unitário de R$ 1.500,00 por computador recondicionado e doado. Com base nesse parâmetro, as doações corresponderiam a aproximadamente R$ 3,89 milhões em ativos tecnológicos que foram destinados à sociedade goiana (Innodeva, 2025), com o adendo de que esse valor não deve ser considerado como economia orçamentária efetivamente comprovada, nem como retorno financeiro direto, mas como uma estimativa do valor equivalente dos equipamentos doados.

Os resultados também se relacionam ao eixo de capacitação e empreendedorismo, uma vez que os equipamentos e componentes recebidos são utilizados em atividades formativas de informática, manutenção, robótica, inteligência artificial e redes sociais, estando todos os cursos associados a uma trilha empreendedora. Até julho de 2026, foram 2.694 pessoas certificadas, sendo 1.339 mulheres e 1.355 homens.

Importa salientar que o monitoramento dos três eixos constitui um aspecto relevante da experiência do Programa Sukatech nesses anos de execução. Além da consultoria independente contratada em 2024, foi firmada uma parceria para residência técnica em sistemas de informação com o Instituto de Informática da Universidade Federal de Goiás (UFG), com o objetivo de otimizar o fluxo processual de cadastro e de apresentação de dados de cada eixo estruturante do programa, vigente no ano de 2025; além da contratação de uma pesquisadora por intermédio da Fundação de Amparo à Pesquisa de Goiás (FAPEG) para contribuir com a análise de dados e o embasamento científico das ações do Sukatech. De forma mais concreta, foi proposta a plataforma PEQUI, um Painel de Evidências de Qualidade e Impacto, no âmbito de uma consultoria de Design de Serviços realizada entre 2024 e 2025, visando integrar indicadores, relacionar as ações aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e ampliar a transparência dos dados do programa (D+1 Design Games, 2025), ainda em desenvolvimento.

4 CONCLUSÃO

O relato de experiência do Programa Sukatech evidencia que mitigar resíduos eletroeletrônicos no setor público exige mais do que ações ambientais isoladas, mas requer reengenharia dos fluxos burocráticos, administrativos e logísticos. Ao fundamentar o

DOI: 10.51189/vii-coninters/86495

desfazimento patrimonial em decretos modernos e no Sistema Eletrônico de Informações (SEI), a SECTI e a Programando o Futuro converteram um processo historicamente lento em um ecossistema de alto valor agregado.

Os dados são categóricos, posto que são 635 toneladas de GEEs evitadas, 6,1 milhões de litros de água economizados e cerca de R$ 4,34 milhões injetados em equipamentos doados atestando a viabilidade financeira e o retorno socioambiental do programa. A certificação de 2.694 pessoas em capacitação tecnológica reforça seu papel como vetor de inserção produtiva e letramento digital, enquanto a desmanufatura consolida a recuperação de materiais como estratégia de sustentabilidade ambiental.

Conclui-se que o Sukatech superou a condição de mero projeto de logística reversa para se consolidar como uma política de Estado perene, de base tecnológica e centrada em dados. Como perspectiva futura, o modelo apresenta total escalabilidade territorial, via descentralização dos Sukatech Labs e serve de referencial (*benchmarking*) a ser reproduzido por outras unidades federativas que busquem modernizar sua administração patrimonial alinhada às melhores práticas internacionais de Economia Circular.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Decreto nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020. **Regulamenta o inciso VI do caput do art. 33 e o art. 56 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e complementa o Decreto nº 9.177, de 23 de outubro de 2017, quanto à implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos e seus componentes de uso doméstico**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 fev. 2020.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

BRASIL. Lei nº 14.479, de 21 de dezembro de 2022. **Institui a Política Nacional de Desfazimento e Recondicionamento de Equipamentos Eletroeletrônicos e dispõe sobre o Programa Computadores para Inclusão.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 dez. 2022.

BALDÉ, Cornelis P. et al. The Global E-waste Monitor 2024. **EWaste Monitor**. UNU/UNITAR/ITU/ISWA, 2020. Disponível em: < https://ewastemonitor.info/the-global-e-waste-monitor-2024/>. Acesso em: 24 jun. 2026.

CUI, Jirang; FORSSBERG, Eric. Mechanical recycling of waste electric and electronic equipment: a review. **Journal of Hazardous Materials**, Volume 99, Issue 3, 2003, Pages 243-263. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/S0304-3894(03)00061-X>. Acesso em: 26 de jun. 2026.

DAYCHOUM, Merhi. **40 + 16 ferramentas e técnicas de gerenciamento.** 6. ed. Rio de Janeiro: Brasport, 2016.

D+1 DESIGN GAMES. **Relatório Diagnóstico: Estratégias de Design Centradas no Usuário - Programa Sukatech.** Goiânia, 2025. Documento de circulação interna.

FILHO, Coelho Osmar; JUNIOR, Nilo Luiz Saccaro; LUEDERMANN, Gustavo. **A Avaliação de Ciclo de Vida Como Ferramenta para a Formulação de Políticas Públicas**

no Brasil. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Brasília: 2016. Disponível em: <https://portalantigo.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/TDs/td_2205.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2026.

GOIÁS. Decreto nº 9.718, de 24 de setembro de 2020. **Institui o Programa de Recondicionamento de Equipamentos Eletroeletrônicos – SUKATECH**, no âmbito da administração direta, autárquica e fundacional do Poder Executivo, a ser administrado pela Secretaria de Estado de Desenvolvimento e Inovação – SEDI. Diário Oficial do Estado de Goiás, Goiânia, 25 set. 2020.

GOIÁS. Secretaria de Estado de Desenvolvimento e Inovação (SEDI); Secretaria de Estado da Administração. **Instrução Normativa Intersecretarial nº 01/2021**. Estabelece o regulamento e as diretrizes do Programa SUKATECH. Diário Oficial do Estado de Goiás, Goiânia, 28 jul. 2021a.

GOIÁS. Secretaria de Estado de Desenvolvimento e Inovação (SEDI); Secretaria de Estado da Administração (SEAD). **Instrução Normativa Intersecretarial nº 02/2021.** Modifica a Instrução Normativa Intersecretarial n. 01/2021, que estabelece as normas específicas e os procedimentos relativos ao Programa de Recondicionamento de Equipamentos Eletroeletrônicos - SUKATECH. Diário Oficial do Estado de Goiás, Goiânia, 4 out. 2021b.

INNODEVA. Avaliação do Programa Sukatech: **Relatório Final.** Goiânia: SECTI, 2025. Documento de circulação interna.

KAIZEN INSTITUTO GLOBAL. Economia Circular e Avaliação do Ciclo de Vida: Conceitos e Aplicações. **Site Kaizen**. 2026. Disponível em: https://kaizen.com/pt/insights-pt/economia-circular-avaliacao-ciclo-vida/. Acesso em: 24 jun. 2026.

MINAYO, Maria Cecília de Souza; SANCHES, Odécio. Quantitativo-qualitativo: oposição ou complementaridade? **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 239-262, jul./set. 1993. Disponível em: https://doi.org/10.1590/S0102-311X1993000300002. Acesso em: 25 jun. 2026.

MUSSI, Ricardo Fraklin de Freitas; FLORES, Fabio Fernandes; ALMEIDA, Cláudio Bispo de. Pressupostos para a elaboração de relato de experiência como conhecimento científico. **Práxis Educacional,** Vitória da Conquista, v. 17, n. 48, p. 60–77, 2021. DOI: 10.22481/praxisedu.v17i48.9010. Disponível em: https://periodicos2.uesb.br/praxis/article/view/9010. Acesso em: 24 jun. 2026.

PAN, Xu; WONG, Christina W.Y.; LI, Chunsheng. Circular economy practices in the waste electrical and electronic equipment (WEEE) industry: A systematic review and future research agendas. **Journal of Cleaner Production**, Volume 365, 2022, ISSN 0959-6526. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132671>. Acesso em: 25 jun. 2026.

PINHEIRO, B. A. L.; MARQUES, F. T. V. S.; BARBOSA, G. W. T.; SOUZA, Y. L. T. Aplicação enxuta de modelos e princípios baseados em GQM+Strategies para aperfeiçoamento de processos de medição e tomada de decisão no programa Sukatech. **Relatório Técnico (Residência Técnica em Sistemas de Informação)** – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2025. Documento de circulação interna.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

AUTOSSUFICIÊNCIA DE RECURSOS E GESTÃO DE RISCO NA MINERAÇÃO:O CASO SAMARCO ANTES E DEPOIS FUNDÃO

CAROLINE DANTAS

Introdução: A autossuficiência industrial é compreendida não como independência absoluta, mas como capacidade de reduzir a dependência de recursos externos por meio da recuperação, recirculação e aproveitamento dos próprios fluxos produtivos. Ela está integrada como estratégia de sustentabilidade e gestão de riscos. Na mineração de ferro, essa abordagem permite relacionar segurança hídrica, tratamento de rejeitos, eficiência no uso de recursos e continuidade operacional. **Objetivo:** Analisar como o desaguamento de rejeitos, a recirculação da água e a disposição de materiais com maior teor de sólidos podem fortalecer a autossuficiência de recursos e integrar sustentabilidade e gestão de riscos na mineração. **Relato de caso/experiência:** A pesquisa compara o sistema de água e rejeitos da Samarco antes e depois do rompimento da barragem de Fundão, em 2015. A comparação evidencia dois modelos de produção. No modelo anterior, rejeitos arenosos e lamas eram transportados como polpa e dispostos hidraulicamente em barragem. Associada a falhas de projeto, drenagem, construção e gestão, a permanência de água nos rejeitos contribuiu para condições de saturação e liquefação, integrando a cadeia causal do desastre, que provocou 19 mortes, impactos ao longo da bacia do Rio Doce e a paralisação operacional da empresa por aproximadamente cinco anos. No modelo posterior, a recuperação da água para reutilização no beneficiamento reduz a necessidade de novas captações, enquanto o desaguamento diminui o volume de material saturado e a dependência de barragens convencionais. Além de favorecer a conservação dos recursos hídricos, esse processo aproxima a operação dos princípios da economia circular ao reinserir água no ciclo produtivo e possibilitar formas mais seguras de gerenciamento dos rejeitos. **Conclusão:** A análise do caso indicam que sustentabilidade e prevenção de riscos não constituem objetivos separados. A autossuficiência de recursos pode simultaneamente reduzir impactos ambientais, preservar recursos naturais, diminuir vulnerabilidades produtivas e fortalecer a continuidade operacional. Contudo, exige energia, manutenção, drenagem, compactação e monitoramento confiáveis. Conclui-se que uma indústria sustentável é aquela capaz de transformar resíduos e efluentes em recursos recirculáveis, controlar as novas dependências criadas e impedir que passivos do processo produtivo se convertam em riscos humanos, ambientais e econômicos.

Palavras-chave: **CONTINUIDADE OPERACIONAL; GESTÃO DE REJEITOS; SEGURANÇA HÍDRICA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/86499

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

NANOTECNOLOGIA APLICADA À AGRICULTURA SUSTENTÁVEL: EFICIÊNCIA NO USO DE INSUMOS

MATHEUS HENRIQUE LOBÃO DE SOUSA; LEONARDO FERNANDES FRACETO

Introdução: Parte dos insumos aplicados na agricultura como fertilizantes e pesticidas não chega ao local de ação e acaba perdida por lixiviação, volatilização, degradação ou dispersão. A nanotecnologia tem surgido como uma opção de melhorar a entrega desses insumos, aumentar sua disponibilidade e diminuir as quantidades necessárias para produção e o controle fitossanitário. **Objetivo:** Analisar como nanofertilizantes e nanopesticidas podem contribuir para o uso mais eficiente de insumos agrícolas. **Metodologia:** Foi utilizado como base nove artigos experimentais publicados no período de 2023 e 2026, consultados nas plataformas ACS Publications, PLOS, ScienceDirect, Springer Nature, Frontiers e Royal Society of Chemistry. Os trabalhos compararam nanoformulações com insumos convencionais e apresentaram dados como: produtividade, eficiência de uso, perdas ambientais ou desempenho no controle de pragas. **Resultados:** Os trabalhos com nanofertilizantes demonstraram melhoria na liberação e na absorção dos nutrientes quando comparados a adubação convencional. Nanopartículas de fosfato de cálcio aumentaram em até 22% a produção de alface, além de melhorar eficiência de uso do fósforo em até dez vezes a do fertilizante comercial. Em experimentos com trigo, milho e trigo-milho em rotação, a aplicação foliar de nano-N, nano-Zn ou nano-DAP permitiu reduzir em 25% as doses convencionais de nitrogênio ou fósforo sem perda significativa de produtividade. Em condições controladas, as nanopartículas de ureia diminuíram em 53% a volatilização de amônia, além de reduzir em 39% a lixiviação de nitrato. Nos estudos com nanopesticidas, sistemas de entrega em escala nanométrica aumentaram a penetração do ingrediente ativo e mantiveram o controle de diferentes pragas em campo mesmo com reduções de dose entre 20 e 44%. A formulação de bentazona manteve a eficiência herbicida com uma redução de até 60% do ingrediente ativo. **Conclusão:** Os resultados apontam que a nanotecnologia pode auxiliar na eficiência de fertilizantes e pesticidas, reduzindo insumos e perdas sem diminuir a produtividade ou o controle fitossanitário. Ainda assim, é necessário compreender melhor o comportamento dessas formulações no solo e na água, além de seus possíveis efeitos a longo prazo sobre organismos não alvo.

Palavras-chave: **LIBERAÇÃO CONTROLADA; NANOFERTILIZANTES; NANOPESTICIDAS**

DOI: 10.51189/vii-coninters/86515

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

AGROECOLOGIA, PROTAGONISMO FEMININO E ENFRENTAMENTO À VIOLÊNCIA DE GÊNERO: AÇÕES DE EXTENSÃO NO ASSENTAMENTO CRISTINA ALVES (MA)

ELIZABETH PESSANHA SILVA; ISAAC GIRIBET BERNAT

Introdução: A violência de gênero constitui uma das principais expressões das desigualdades estruturais presentes na sociedade brasileira e, nos territórios rurais, articula-se às relações de classe, ao patriarcado e às limitações de acesso a direitos. No contexto da Reforma Agrária Popular, o fortalecimento da organização das mulheres e a valorização dos saberes produzidos nos assentamentos representam estratégias fundamentais para relações sociais mais justas e para o fortalecimento da agroecologia. Nesse cenário, foi desenvolvido o projeto de extensão "Reforma Agrária Popular e Violência de Gênero", resultado da cooperação entre a Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), a Universitat de Lleida (UdL) e o Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra (MST), junto ao Coletivo de Mulheres Arte é Vida, no Assentamento Cristina Alves, em Itapecuru-Mirim (MA). **Objetivo:** Relatar as ações de sensibilização e formação desenvolvidas no projeto, evidenciando suas contribuições para o fortalecimento do protagonismo feminino, da educação em agroecologia, da valorização dos saberes das mulheres do assentamento e da aproximação entre universidade, movimento social e comunidade. **Metodologia:** O projeto adotou abordagem participativa e interdisciplinar, fundamentada no diálogo de saberes entre universidade, movimento social e comunidade. As atividades foram planejadas conjuntamente com o Coletivo de Mulheres Arte é Vida e incluíram oficinas, campanhas de sensibilização, entrevistas, seminários, visitas de campo, debates sobre violência de gênero, racismo e patriarcado, além de atividades na escola do assentamento e em espaços comunitários. **Resultados:** As ações fortaleceram a auto-organização das mulheres, ampliaram o debate sobre violência de gênero e promoveram processos formativos fundamentados na agroecologia, na Educação do Campo e no Feminismo Camponês. Também favoreceram a aproximação entre universidade e comunidade, valorizando conhecimentos tradicionais, práticas agroecológicas, formas coletivas de organização da produção e o diálogo sobre direitos e enfrentamento às violências. **Conclusão:** A experiência evidencia que a articulação entre agroecologia, Reforma Agrária Popular e enfrentamento à violência de gênero fortalece o protagonismo feminino, amplia o diálogo entre universidade, movimentos sociais e comunidades rurais e contribui para a construção de territórios mais justos e sustentáveis. As ações demonstraram potencial para promover processos formativos comprometidos com a emancipação das mulheres e a valorização dos saberes produzidos nos assentamentos rurais.

Palavras-chave: **REFORMA AGRÁRIA POPULAR; FEMINISMO CAMPONÊS; EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/86538

VERMICOMPOSTAGEM E VALORIZAÇÃO DA FRAÇÃO ORGÂNICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO CONTEXTO URBANO

MORGANA MATEUS SANTOS; ÁDILLA KATARINNE GONÇALVES E SÁ; LUAMA SORAIA COELHO LINS; FRANCIELLE RODRIGUES SANTOS; GERTRUDES MACÁRIO DE OLIVEIRA

RESUMO

A fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos (RSU), quando descartada em lixões ou encaminhada sem aproveitamento para aterros sanitários, contribui para a geração de lixiviados e biogás e ocupa capacidade destinada à disposição de rejeitos. Este estudo analisou evidências sobre a vermicompostagem como estratégia descentralizada de tratamento de resíduos orgânicos e suas contribuições ambientais e agronômicas em contextos urbanos. Realizou-se uma revisão narrativa com busca estruturada no SciELO, Google Acadêmico e Portal de Periódicos CAPES, considerando publicações de 2021 a 2025 relacionadas à vermicompostagem, à fração orgânica dos resíduos, ao manejo doméstico e ao uso agrícola do vermicomposto. Após o levantamento bibliográfico, foram gerados arquivos no formato Research Information Systems (RIS) contendo os 38 artigos encontrados. Esses arquivos foram importados para a plataforma Rayyan onde foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão, resultando em apenas 9 estudos considerados mais pertinentes aos objetivos da pesquisa. Os estudos indicaram que o processo requer segregação adequada do substrato e monitoramento de umidade, temperatura, pH e luminosidade. Também apontaram potencial para desviar resíduos orgânicos da disposição final e produzir vermicomposto capaz de favorecer a disponibilidade de nutrientes, a retenção de água e o desenvolvimento vegetal. Entretanto, as evidências são heterogêneas e concentram-se em revisões e experimentos de pequena escala, persistindo lacunas sobre segurança sanitária, contaminantes, emissões de gases de efeito estufa, viabilidade econômica e ampliação de escala. Conclui-se que a vermicompostagem possui potencial como estratégia complementar à gestão integrada de resíduos orgânicos segregados na fonte, especialmente em escalas domiciliar e institucional, sem substituir a necessidade de aterros sanitários para os rejeitos.

Palavras-chave: Agricultura urbana. Economia circular. Húmus de minhoca.

1 INTRODUÇÃO

A gestão da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos permanece um desafio porque a sua degradação em condições anaeróbias pode gerar a proliferação de doenças ocasionadas por vetores e a contaminação do solo e lenços freáticos (Carvalho *et al.,* 2012). Entretanto, a maioria dos municípios brasileiros ainda carece de sistemas adequados para a coleta, transporte, tratamento e disposição desses resíduos. Em 2024, o Brasil se deparou com um desafio significativo na gestão dos resíduos sólidos urbanos (RSU), resultando na geração de aproximadamente 81,6 milhões de toneladas desse material. Isso se traduz em uma média diária

DOI: 10.51189/vii-coninters/86553

de 223 mil toneladas de resíduos, o que equivale a cerca de 384 kg de RSU por habitante anualmente (ABREMA, 2025).

Esse aumento notável na produção de resíduos orgânicos, quando submetido à decomposição em locais como lixões e aterros sanitários, ou quando ficam expostos nas ruas, têm o potencial de atrair vetores e, durante seu processo de decomposição, emitem odores desagradáveis e liberam um líquido escuro e altamente poluente conhecido como chorume. A degradação da fração orgânica depositada em aterros sanitários também resulta na produção de biogás por microrganismos anaeróbios. Esse biogás é composto por gases como metano (CH_4), dióxido de carbono (CO_2), amônia (NH_3), hidrogênio (H_2), gás sulfídrico (H_{2S}), nitrogênio (N_2) e oxigênio (O_2), entre outros, com proporções variáveis dependendo da idade do aterro ou lixão (Campos e Ribeiro, 2018; Gomes, 2021).

A vermicompostagem é um processo biotecnológico aeróbio e mesofílico de biodegradação e estabilização de resíduos sólidos orgânicos, que é impulsionado pela ação conjunta entre minhocas epígeas e microrganismos. Diferencia-se da compostagem tradicional por não passar por uma fase termofílica, a técnica resulta no vermicomposto ou húmus de minhoca (Dominguez, 2023). Este produto de partículas finas apresenta elevada capacidade de retenção de umidade, baixa razão Carbono/Nitrogénio (C/N) e menor pH (Ribeiro *et al.*, 2025)

Adicionalmente, este insumo destaca-se pela sua elevada atividade microbiana e enzimática (contendo lípases, amilases e celulases) e por ser rico em macronutrientes prontamente assimiláveis, hormônios vegetais e substâncias húmicas que atuam no solo como reguladores de crescimento da planta (Ducasse *et al.*, 2022). Na esfera agronômica, essa fração orgânica reciclada é convertida em um biofertilizante estável, dotado de nutrientes solúveis e microrganismos benéficos que aprimoram a estrutura do solo e estimulam a produtividade, a biomassa e o desenvolvimento vegetativo de diferentes culturas, relatados nos estudos de Domínguez (2023), Mantuano-Morales e Zambrano-Gavilanes (2023), Abad e Shafiqi (2024) e Ribeiro *et al*. (2025).

A destinação e o manejo adequado dos resíduos orgânicos contribuem para mitigar a poluição ambiental, favorecendo a preservação dos recursos hídricos e a salubridade ambiental (Carvalho *et al.,* 2012). Uma solução promissora para minimizar esse impacto é a prática da vermicompostagem doméstica, que emerge como uma alternativa potencial para tratar a fração orgânica desses resíduos diretamente na fonte (Justino, Machado Filho e Costa, 2015). Ao realizar a compostagem desses resíduos, é possível gerar benefícios para a sociedade ao produzir composto orgânico de alta qualidade, que enriquece o solo e o torna mais produtivo (Wangen e Freitas, 2010).

Diante desse contexto, o objetivo deste estudo foi analisar o papel da vermicompostagem como estratégia descentralizada para o tratamento de resíduos orgânicos segregados, com ênfase em princípios de manejo, contribuições ambientais e agronômicas e limitações para aplicação em ambientes urbanos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia adotada baseou-se numa revisão bibliográfica narrativa, de caráter exploratório, voltada à análise da descentralização do tratamento da fração orgânica de resíduos sólidos urbanos por vermicompostagem e seus benefícios para a agricultura urbana. Foi feita uma busca nas plataformas *SciELO*, *Google* Acadêmico e periódicos CAPES, selecionando artigos, a partir do uso de palavras-chave combinadas, tais como: ("vermicomposting" OR "vermiculture") AND ("municipal solid waste" OR "organic fraction" OR "organic waste") AND ("urban agriculture").

A busca foi restrita ao período de 2021 a 2025, justificando-se pela necessidade de reunir evidências científicas recentes sobre os parâmetros de manejo, a gestão da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos e os impactos agronômicos da prática. Os critérios de

DOI: 10.51189/vii-coninters/86553

inclusão adotados foram: (a) publicações nos idiomas português, inglês ou espanhol; (b) abordagens conceituais e operacionais sobre a vermicompostagem; (c) estudos centrados no manejo e nos benefícios agronômicos da técnica; e (d) disponibilidade do texto completo. Os critérios de exclusão compreenderam: (a) referências duplicadas entre as bases de dados; (b) publicações em idiomas distintos dos estipulados nos critérios de inclusão; (c) teses, dissertações e trabalhos de conclusão de curso (TCC); e (d) trabalhos que não estivessem alinhados ao escopo temático da pesquisa ou não disponibilidade do texto completo.

Após o levantamento bibliográfico, foram gerados arquivos no formato Research Information Systems (RIS) contendo os 38 artigos encontrados. Esses arquivos foram importados para o aplicativo Rayyan ((https://www.rayyan.ai/)) onde foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão, resultando em apenas 9 estudos considerados mais pertinentes aos objetivos da pesquisa. Em seguida, realizou-se uma análise criteriosa dos resultados e conclusões dos artigos selecionados, culminando na etapa de interpretação dos dados (Ducasse et al., 2022; Winck et al., 2022; Domínguez, 2023; Mantuano-Morales e Zambrano-Gavilanes, 2023; Abad e Shafiqi, 2024; Barcia et al., 2024; Lins et al., 2024; Ribeiro et al., 2025; Colombari Filho et al., 2025).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diante dos desafios associados à gestão da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos, a literatura analisada aponta a vermicompostagem como uma biotecnologia descentralizada e socioambientalmente viável. Além de mitigar passivos ambientais nas cidades, a técnica pode proporcionar expressivos benefícios agronômicos e contribuir com a consolidação da agricultura urbana sustentável.

Para a garantia de um processo eficiente de vermicompostagem, é necessário manter condições estritamente aeróbias e substratos porosos com boa circulação de oxigênio, temperatura controlada (preferencialmente entre 15 e 25 °C, podendo tolerar de 0 a 35 °C), teores de umidade adequados (entre 75% e 90%) , faixa de pH entre 5 e 9 , baixos níveis de sal e amônia , pouca luminosidade e a adição de resíduos em camadas finas (de 2,5 a 5,0 cm) para evitar o superaquecimento termofílico como explica Dominguez (2023).

Winck et al. (2022) monitoraram semanalmente temperatura, pH, umidade e luminosidade. Em piloto institucional de 90 dias, Lins et al. (2024) registraram condições favoráveis de temperatura e pH, mas observaram que umidade acima de 70% pode ter contribuído para a mortalidade das minhocas. Esses resultados desaconselham faixas universais sem considerar espécie, substrato e desenho do sistema.

Autores como Domínguez (2023) e Ducasse *et al.* (2022) abordam o uso da vermicompostagem em ambientes urbanos e no âmbito doméstico/residencial para o tratamento da fração orgânica dos resíduos sólidos. No contexto residencial essa prática é realizada em pequena escala através de tecnologias simples de baixo custo, utilizando recipientes ou caixas (*containers*) mantidos em ambientes cobertos ou internos, onde os restos orgânicos domésticos sólidos ou semissólidos são adicionados gradualmente em camadas finas sobre o sistema, sem a necessidade de pré-tratamentos complexos ou aclimatação do material, como lembra Domínguez.

Todos os autores analisados relatam que a eficiência do processo de vermicompostagem é fundamentada em uma relação sinérgica entre a fauna de invertebrados e a comunidade microbiota decompositora. As minhocas epígeas atuam como agentes mecânicos do sistema, ingerindo, fragmentando, aerando e condicionando fisicamente o substrato, o que aumenta a área de superfície exposta para a ação microbiana.

Os autores Abad e Shafiqi (2024); e Ribeiro *et al.* (2025), reforçam o argumento, ao dizer que, simultaneamente, a população de microrganismos (bactérias e fungos mesofílicos) desempenha a decomposição bioquímica, sintetizando e secretando enzimas extracelulares

essenciais (como celulases, amilases, proteases e lípases) que aceleram a humificação e transformam os nutrientes em formas minerais solúveis prontamente assimiláveis pelas plantas.

Essa relação mutualística é ainda amplificada pela passagem da matéria orgânica pelo trato digestivo das minhocas, onde ocorre uma intensa proliferação e ativação microbiana, além da excreção de hormônios vegetais e substâncias bioativas que conferem ao produto suas elevadas qualidades fertilizantes e condicionadoras de solo, debatem os autores Ducasse *et al.*(2022); Domínguez (2023); Mantuano-Morales e Zambrano-Gavilanes (2023); Barcia *et al.* (2024); Lins *et al.* (2024); e Colombari Filho *et al*. (2025).

No âmbito da economia circular, a vermicompostagem exerce um papel duplo e estratégico ao aliar o saneamento socioambiental ao fortalecimento da agricultura urbana sustentável. Do ponto de vista ambiental, a técnica reduz passivos ao desviar resíduos orgânicos urbanos de aterros e lixões, evitando a contaminação hídrica por lixiviados e diminuindo a emissão de gases de efeito estufa (GEE) (Ducasse et al., 2022; Barcia et al., 2024; Lins et al., 2024; Colombari Filho et al., 2025).

No contexto agronômico, os autores Mantuano-Morales e Zambrano-Gavilanes (2023) defendem, que a aplicabilidade da vermicompostagem na agricultura urbana sustentável proporciona múltiplos benefícios ecológicos e agronômicos, atuando como um pilar estratégico para a transição agroecológica e para a redução da dependência de fertilizantes químicos sintéticos. A nível fisiológico e produtivo, o vermicomposto promove incrementos no desenvolvimento, no vigor vegetal e no rendimento agrícola de onze culturas estudadas.

Sob a perspetiva da saúde do solo e da gestão sustentável de recursos, a incorporação do produto melhora a estrutura física da matriz terrosa, elevando a porosidade e a capacidade de retenção de umidade, o que reduz as exigências hídricas para irrigação e atenua os riscos de erosão agrícola como explicam Lins *et al.*, 2024; Abad e Shafiqi (2024). Além disso, a sua elevada carga de microrganismos benéficos, enzimas e substâncias fitormonais favorece a supressão biológica natural de pragas, doenças e ervas daninhas, ao mesmo tempo que otimiza a reciclagem de nutrientes e fecha os ciclos de matéria em sistemas agroalimentares de proximidade como reforçam os autores Ducasse *et al.* (2022)*;* Domínguez (2023).

O uso da vermicompostagem na gestão de resíduos orgânicos domésticos e urbanos apresenta-se como uma estratégia biotecnológica eficaz para a descentralização do tratamento de resíduos e a mitigação dos graves impactos socioambientais decorrentes do descarte inadequado em aterros sanitários e lixões a céu aberto Domínguez (2023). Colombari Filho *et al*. (2025) comentam que a destinação da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos por meio da vermicompostagem reduz o volume de resíduos encaminhados aos aterros, aumentando a vida útil dessas infraestruturas e minimizando os riscos de poluição do solo e dos recursos hídricos por lixiviados (chorume). Além disso, Barcia *et al.* (2024) relatam que a vermicompostagem pode contribuir para a valorização da economia circular, proporcionando melhorias para a sustentabilidade ambiental urbana.

Sob a perspectiva climática, o processo destaca-se por conter significativamente a emissão de gases de efeito estufa (GEE), com reduções na liberação de metano em comparação à decomposição anaeróbia convencional, ao mesmo tempo em que transforma passivos domésticos em um biofertilizante de ótima qualidade agronômica, impulsionando a economia circular nas cidades e fortalecendo a agricultura urbana e periurbana como explica Ducasse *et al*. (2022).

Apesar dos avanços científicos documentados, a literatura sobre vermicompostagem evidencia importantes lacunas do conhecimento e desafios operacionais que demandam novas investigações. No âmbito do tratamento de resíduos urbanos em larga escala, Ducasse *et al* (2022)*,* explica que, persiste a incerteza quanto à segurança sanitária e ao monitoramento do acúmulo de metais pesados, microplásticos e contaminantes no produto. Sob a perspectiva do manejo, verifica-se uma forte sensibilidade do sistema biológico a variações físico-químicas,

exigindo métodos de automação e controle rigoroso da umidade para evitar elevadas taxas de mortalidade das minhocas como proposto por Lins *et al.* (2023).

Além disso, a recente inserção de embalagens e sacolas biodegradáveis na coleta seletiva demanda pesquisas de longo prazo sobre os impactos metabólicos e o estresse microbiano causados por esses novos materiais, explicam Barcia *et al*. (2024). E, Por fim, observa-se uma escassez de análises econômicas e financeiras robustas que comprovem a viabilidade de substituição dos aterros sanitários pela vermicompostagem no âmbito de políticas públicas municipais, como argumentam os autores Ducasse *et al*. (2022), e Colombari Filho *et al*. (2025).

Os resultados demonstram que a vermicompostagem pode responder como uma solução socioambiental viável. A técnica alia boas práticas de manejo operacional a benefícios ambientais e agronômicos, com potencial de fortalecer a agricultura urbana, contribuir para a transição agroecológica e para a mitigação dos impactos do descarte inadequado de resíduos sólidos orgânicos.

4 CONCLUSÃO

A vermicompostagem apresenta potencial para o tratamento descentralizado de resíduos orgânicos segregados na fonte e para a produção de vermicomposto com propriedades agronômicas úteis que pode ser utilizado na agricultura urbana. Os resultados disponíveis sustentam sua aplicação sobretudo em escalas domiciliar e institucional, desde que haja seleção adequada do substrato e monitoramento das condições de processo.

A literatura analisada indica que a implantação de vermicomposteiras residenciais em ambientes urbanos poderá oferecer uma solução socioambiental viável ao desviar resíduos orgânicos dos aterros sanitários. Além do ganho ambiental, o processo poderá transformar passivos domésticos em um biofertilizante de ótima qualidade agronômica, rico em nutrientes solúveis, microrganismos benéficos e hormônios vegetais que podem elevar a fertilidade do solo e a produtividade das culturas agrícolas na cidade.

Para que essa prática se dissemine amplamente em complementaridade à gestão integrada ao modelo tradicional de disposição final, é indispensável desenvolver e difundir técnicas de manejo simplificadas e adaptadas à realidade doméstica. Como limitações e direcionamentos para trabalhos futuros, destaca-se a necessidade de investigar a segurança sanitária de longo prazo frente a contaminantes em resíduos urbanos, a automação do controle de umidade para evitar a mortalidade de minhocas e a elaboração de análises de viabilidade financeira que fundamentem políticas públicas municipais de reciclagem orgânica.

REFERÊNCIAS

ABAD, Qiamudin; SHAFIQI, Shafigul. Vermicompost: Significance and Benefits for Agriculture. **Journal for Research in Applied Sciences and Biotechnology**, v. 3, n. 2, p. 202-207, abr. 2024. DOI: https://doi.org/10.55544/jrasb.3.2.36

ABREMA. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2025. São Paulo: Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente, 2025. Disponível em: https://www.abrema.org.br/panorama/. Acesso em: 28 jun. 2026.

BARCIA, Maiza Karine; CAMARGO, Giovani Almeida; OLIVATO, Juliana Bonametti; MARTINS, Kelly Geronazzo; VEIGA, Tatiane Bonametti. Análise da eficiência de compostagem e vermicompostagem para resíduos sólidos orgânicos com inserção de material biodegradável. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, *[S. l.]*, v. 20, n. 1, 2024. DOI: 10.17271/1980082720120245281.

CAMPOS, Karina; RIBEIRO, Cassiano. O que é compostagem e como fazê-la em casa. **Revista Globo Rural**, 2018. Disponível em: https://globorural.globo.com/Noticias/Sustentabilidade/noticia/2018/02/o-que-e-compostagem-e-como-faze-la-em-casa.html. Acesso em: 1 março. 2026.

CARVALHO, Rebeca Reis; CARVALHO, Adonias Almeida; SILVA, Míria Grasiele Casado da; SILVA, Wanny Mairla Carvalho da; OLIVEIRA, Maria Roselane Alves; CAVALCANTE NETO, Adeval Alexandre. A compostagem como ferramenta de educação ambiental no Instituto Federal do Maranhão Campus Codó. **In**: **CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO - CONNEPI**, 7., 2012, [S. l.].

COLOMBARI FILHO, Daniel; TREVIZAN, Julia Couri; VELLANI, Cássio Luiz; ISMAIL, Isadora Alves Lovo. Tratamento de resíduos sólidos orgânicos por vermicompostagem e os impactos ambientais ocasionados pela disposição inadequada desses resíduos em aterros sanitários: uma revisão da literatura. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 10, n. 1, p. 001–011, 2025. DOI: https://doi.org/10.24221/jeap.10.1.2025.6326.001-011.

DOMÍNGUEZ, Jorge. State-of-the-Art and New Perspectives on Vermicomposting Research: 18 Years of Progress. In: MUPAMBWA, H. A. et al. (ed.). Vermicomposting for Sustainable Food Systems in Africa. Singapore: Springer Nature, p. 27-44, 2023. DOI: https://doi.org/10.1007/978-981-19-8080-0_2

DUCASSE, Vincent; CAPOWIEZ, Yvan; PEIGNÉ, Joséphine. Vermicomposting of municipal solid waste as a possible lever for the development of sustainable agriculture. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 42, n. 5, art. 89, p. 1-17, 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/s13593-022-00819-y.

GOMES, Juliano da Cunha. Formação de multiplicadores para reciclagem de resíduos orgânicos por meio da compostagem em tempos de pandemia. **Revista ELO–Diálogos Em Extensão**, v. 10, 2021. DOI: 10.21284/elo.v10i.11875.

JUSTINO, Rafael Batista; MACHADO FILHO, Osvaldo Curty; COSTA, Gilmar Santos. Reciclagem dos resíduos orgânicos sólidos para produção de adubo e utilização na produção agroecológica de hortaliças no Campus Campos-Guarus. **In**: **CONGRESSO DE ENSINO PESQUISA E EXTENSÃO - CONEPE**, 2015. Disponível em: https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/conepe/article/view/7502/5214. Acesso em: 15 nov. 2023.

LINS, Eduardo Antonio Maia; STARCK, Keli; LEÃO, Nairane da Silva Rosa; SILVA, Camilla Borges Lopes da; CAVALCANTI, Fábio Machado. Uso de vermicompostagem no tratamento de resíduos sólidos orgânicos. **7º CONGRESSO SUL-AMERICANO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE", CURITIBA, TRABALHO XII-002**. 2024. Disponível em: http://dx.doi.org/10.55449/conresol.7.24.XII-002. Acesso em: 22 jul. 2026.

MANTUANO-MORALES, Máximo Andy; ZAMBRANO-GAVILANES, Freddy. Efecto de la aplicación de vermicompost en el comportamiento agronómico de diversos cultivos. **Biotempo**, v. 20, n. 2, p. 285-296, 2023. DOI: https://doi.org/10.31381/biotempo.v20i2.5742

RIBEIRO, Stéfanny Aparecida; ANTUNES, Luiz Fernando de Sousa; SILVA, Beatriz Calixto da; PERRUT, Joyce Eugenio; RICCI, Marta dos Santos Freire; CORREIA, Maria Elizabeth Fernandes. Compostagem Tradicional, Vermicompostagem e Gongocompostagem:

Uma Análise Comparativa de Métodos e Aplicações na Agricultura. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 14, n. 3, p. 278–294, 2025. DOI: http://dx.doi.org/10.21664/2238-8869.2025v14i3.8012.

WANGEN, Dalcimar Regina Batista; FREITAS, Isabel Cristina Vinhal. Compostagem doméstica: alternativa de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos. **Revista Brasileira de Agroecologia,** v.5, n.2, p.81-88, 2010. Disponível em http://www.aba-agroecologia.org.br/ojs2/index.php/rbagroecologia/article/view/7601. Acesso em: 15 de novembro de 2024.

WINCK, Mattheus Fontana; FROEHLICH, Cristiane; SCHREIBER, Dusan; JAHNO, Vanusca Dalosto. Vermicompostagem para o gerenciamento de resíduos sólidos orgânicos domiciliares. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, *[S. l.]*, v. 15, n. 3, p. 1–15, 2022. DOI: 10.17765/2176-9168.2022v15n3e10169. Disponível em: https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/10169. Acesso em: 20 jun. 2026.

DISTRIBUIÇÃO DOS RECURSOS DO FNE NA MICRORREGIÃO DE BARREIRAS (BA): UM RELATO DE CASO SOBRE GERAÇÃO DE VALOR COMPARTILHADO

BIANCA REIS DE SOUZA; ADRIANA MIGLIORINI KIECKHÖFER

RESUMO

O Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE) constitui um dos principais instrumentos da Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR), tendo como finalidade reduzir as desigualdades econômicas e sociais por meio da oferta de crédito para atividades produtivas. A microrregião de Barreiras, localizada no Oeste da Bahia, destaca-se como um dos principais polos do agronegócio nordestino, respondendo por 44% do PIB agropecuário baiano. Sob a perspectiva da sustentabilidade econômica, o conceito de geração de valor compartilhado pressupõe que políticas e investimentos devem criar valor econômico de forma a também beneficiar a sociedade, fortalecendo as comunidades locais e reduzindo desigualdades. Nesse contexto, este relato de caso teve como objetivo analisar a distribuição dos recursos do FNE por setor econômico, município e porte do tomador de crédito na microrregião de Barreiras (BA) nos anos de 2024 e 2025, discutindo suas implicações para a geração de valor compartilhado e o desenvolvimento regional. Trata-se de um estudo descritivo, de abordagem quantitativa, com corte transversal comparativo. Os dados primários foram obtidos junto ao Banco do Nordeste por meio do Sistema Eletrônico do Serviço de Informações ao Cidadão (e-SIC). Os resultados evidenciaram crescimento de 54,31% no volume total de recursos contratados, com forte concentração no setor agropecuário (aproximadamente 87% nos dois anos) e nos municípios de São Desidério e Formosa do Rio Preto (mais de 66% do total). Os portes prioritários (Micro, Mini e Pequeno) responderam por apenas 13,57% das contratações em 2024 e 9,86% em 2025, enquanto os não prioritários ampliaram sua participação para 90,14%. Conclui-se que a distribuição dos recursos do FNE na microrregião apresenta elevado grau de concentração setorial, territorial e por porte dos beneficiários, indicando desafios para a efetiva geração de valor compartilhado e para o alcance dos objetivos de desenvolvimento regional previstos na Política Nacional de Desenvolvimento Regional.

Palavras-chave: Desenvolvimento regional; Política pública; Sustentabilidade econômica.

1 INTRODUÇÃO

O Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE), instituído pela Lei nº 7.827/1989 e operacionalizado pelo Banco do Nordeste do Brasil (BNB), constitui um dos principais instrumentos da Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR). Sua finalidade é reduzir as desigualdades econômicas e sociais por meio da oferta de crédito para atividades produtivas, com prioridade para mini, micro e pequenos produtores e empresários (Brasil, 1989). As programações anuais do FNE costumam estabelecer metas de aplicação mínima de 60% dos recursos para os portes prioritários (BNB, 2026).

A microrregião de Barreiras, localizada no Oeste da Bahia, é um dos principais polos do agronegócio nordestino. Os municípios de São Desidério, Formosa do Rio Preto, Barreiras e Luís Eduardo Magalhães são, em conjunto, responsáveis por 44% do PIB agropecuário do estado (AIBA, 2024). Apesar desse dinamismo, a literatura especializada aponta que os financiamentos do FNE tendem a se concentrar em polos consolidados e em empreendimentos

DOI: 10.51189/vii-coninters/86558

de maior porte, podendo reforçar assimetrias em vez de promover desconcentração produtiva (Alves *et al*., 2023; Botelho, 2023; Santos; Matos; Santos, 2021).

Sob a perspectiva da sustentabilidade econômica, o conceito de Criação de Valor Compartilhado (CVC) pressupõe que políticas e investimentos devem gerar valor econômico de forma a também beneficiar a sociedade, fortalecendo as comunidades locais e reduzindo desigualdades (Porter; Kramer, 2011). Aplicado ao contexto dos fundos constitucionais, esse conceito implica que o crédito público deve alcançar os públicos prioritários e contribuir para a diversificação produtiva e a inclusão econômica, e não apenas para o crescimento de setores e empreendimentos já consolidados.

Diante desse cenário, este relato de caso teve como objetivo analisar a distribuição dos recursos do FNE por setor econômico, município e porte do tomador de crédito na microrregião de Barreiras (BA) nos anos de 2024 e 2025, discutindo suas implicações para a geração de valor compartilhado e o desenvolvimento regional.

2 RELATO DE CASO/EXPERIÊNCIA

Trata-se de um estudo descritivo, de abordagem quantitativa, com corte transversal comparativo, abrangendo os anos de 2024 e 2025. O recorte espacial compreendeu os quatro municípios de maior relevância econômica da microrregião de Barreiras: Barreiras, Formosa do Rio Preto, Luís Eduardo Magalhães e São Desidério (SEI, 2021).

Os dados primários foram obtidos junto ao Banco do Nordeste do Brasil (BNB) por meio do Sistema Eletrônico do Serviço de Informações ao Cidadão (e-SIC), com base na Lei de Acesso à Informação (Lei nº 12.527/2011). As variáveis coletadas incluíram: município de destino do recurso, setor econômico beneficiado (agropecuária, indústria, comércio, serviços), porte do tomador de crédito (Micro, Mini, Pequeno, Pequeno-Médio, Médio I, Médio II, Grande) e valor do financiamento em reais. Os dados foram organizados em planilha eletrônica e analisados por meio de estatística descritiva, com cálculo de valores absolutos, percentuais e taxas de variação.

Para avaliar o alinhamento da distribuição às diretrizes do FNE, os portes foram agrupados em duas categorias (BNB, 2026): prioritários (Mini, Pequeno e Pequeno-Médio, conforme a Programação do FNE 2026) e não prioritários (Médio I, Médio II e Grande). Adicionalmente, para refinar a análise, calculou-se a participação específica dos portes de base da política de fomento (Micro, Mini e Pequeno), que representam os beneficiários com menor capacidade de investimento.

Os resultados evidenciaram crescimento expressivo no volume total de recursos contratados na microrregião, que passou de R$ 1,17 bilhão em 2024 para R$ 1,81 bilhão em 2025, uma variação positiva de 54,31% (Tabela 1).

Tabela 1 - Total de recursos do FNE na microrregião de Barreiras (2024 - 2025)

Ano	Valor Total (R$)	Variação (%)
2024	1.174.854.579,58	-
2025	1.812.942.081,45	54,31

Fonte: Elaborado pelas autoras com base em dados do BNB (2026).

Esse crescimento, superior à média histórica do FNE no Nordeste, sugere que a microrregião de Barreiras tem se consolidado como destino prioritário dos recursos. O aumento pode estar associado a fatores como a expansão da fronteira agrícola na região, a valorização das *commodities* no mercado internacional e a própria dinâmica de recuperação das contratações do FNE, que voltaram a crescer após um período de retração.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86558

Quanto à distribuição setorial, a agropecuária concentrou 87,68% dos recursos em 2024 e 87,31% em 2025 (Tabela 2). O setor de serviços, que havia captado 8,34% em 2024, sofreu redução expressiva para 2,57% em 2025, enquanto a indústria passou de 0,62% para 8,10% no mesmo período.

Tabela 2 - Distribuição dos recursos do FNE por setor econômico (2024 - 2025)

Setor	2024 (R$)	2024 (%)	2025 (R$)	2025 (%)
Agropecuária	1.030.136.839,84	87,68	1.582.899.360,63	87,31
Comércio	39.433.928,03	3,36	36.608.255,34	2,02
Indústria	7.292.771,92	0,62	146.761.811,49	8,10
Serviços	97.991.039,79	8,34	46.672.653,99	2,57
Total	**1.174.854.579,58**	**100**	**1.812.942.081,45**	**100**

Fonte: Elaborado pelas autoras com base em dados do BNB (2026).

Esses dados confirmam o padrão apontado por Monte (2023), que identificou maior efetividade do FNE em municípios de base agropecuária. A agropecuária não apenas domina a captação, como ampliou seu volume absoluto de R$ 1,03 bilhão para R$ 1,58 bilhão entre 2024 e 2025. Contudo, a baixa participação de setores urbanos, como comércio e serviços, que juntos somaram apenas 4,59% em 2025, sugere que o Fundo tem contribuído menos para a diversificação produtiva da microrregião, o que será retomado na discussão.

Em relação à distribuição municipal, São Desidério e Formosa do Rio Preto concentraram a maior parte dos recursos, com participações conjuntas de 64,35% em 2024 e 66,28% em 2025. Barreiras e Luís Eduardo Magalhães, embora possuam PIBs maiores da microrregião, apresentaram participações menores: 18,14% e 17,52% em 2024, com ligeira redução em 2025 (Tabela 3).

Tabela 3 - Distribuição dos recursos do FNE por município (2024 - 2025)

Município	2024 (R$)	2024 (%)	2025 (R$)	2025 (%)
Barreiras	213.072.932,67	18,14	308.791.057,66	17,03
Luís Eduardo Magalhães	205.801.333,50	17,52	302.560.498,26	16,69
São Desidério	386.278.540,13	32,88	629.364.573,31	34,72
Formosa do Rio Preto	369.701.773,28	31,47	572.225.952,22	31,56
Total	**1.174.854.579,58**	**100**	**1.812.942.081,45**	**100**

Fonte: Elaborado pelas autoras com base em dados do BNB (2026).

Essa concentração está diretamente associada à vocação agropecuária de São Desidério e Formosa do Rio Preto, que figuram entre os dez maiores PIBs agropecuários do estado (AIBA, 2024). Por outro lado, a menor participação de Barreiras e Luís Eduardo Magalhães sugere que a alocação dos recursos está mais vinculada à atividade agropecuária do que ao dinamismo urbano ou ao tamanho da economia municipal, o que pode limitar a capacidade do Fundo de induzir a diversificação produtiva na microrregião.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86558

A análise por porte do tomador de crédito é fundamental para verificar se a distribuição dos recursos do FNE está alinhada às suas diretrizes. A Programação do FNE 2026 (BNB, 2026) estabelece que os portes prioritários, Mini, Pequeno e Pequeno-Médio, devem concentrar ao menos 60% dos recursos. Contudo, estudos como os de Alves *et al.* (2023) já sinalizavam que, no Cerrado baiano, os grandes produtores recebiam os maiores valores, e Botelho (2023) discute o processo de financeirização dos fundos, que passariam a favorecer grupos consolidados. A Tabela 4 detalha a distribuição por porte no biênio 2024-2025.

Tabela 4 - Distribuição dos recursos do FNE por porte do tomador (2024 - 2025)

Porte	2024 (R$)	2024 (%)	2025 (R$)	2025 (%)
Micro	20.278.385,36	1,73	7.540.897,80	0,42
Mini	4.012.794,32	0,34	3.616.976,89	0,20
Pequeno	135.090.956,21	11,50	167.582.514,48	9,24
Pequeno-Médio	473.979.738,64	40,34	633.029.338,79	34,92
Médio I	328.054.076,51	27,92	446.605.493,44	24,63
Médio II	117.091.958,36	9,97	250.860.408,47	13,84
Grande	96.346.670,18	8,20	303.706.451,58	16,75
Total	**1.174.854.579,58**	**100**	**1.812.942.081,45**	**100**

Fonte: Elaborado pelas autoras com base em dados do BNB (2026).

Os dados revelam que os portes "Pequeno-Médio" e "Médio I" concentraram as maiores fatias dos recursos nos dois anos. Em 2024, o porte Pequeno-Médio respondeu por 40,34% do total, seguido pelo Médio I com 27,92%. Em 2025, embora a participação do Pequeno-Médio tenha se reduzido para 34,92%, os portes Médio II e Grande registraram aumentos expressivos, passando de 9,97% e 8,20% para 13,84% e 16,75%, respectivamente. Considerando os portes prioritários conforme as diretrizes do Fundo (Mini, Pequeno e Pequeno-Médio), sua participação conjunta caiu de 53,91% em 2024 para 44,78% em 2025, abaixo da meta de 60% estabelecida nas programações anuais do FNE (BNB, 2026). Quando se observam apenas os portes de base da política de fomento (Micro, Mini e Pequeno), que representam os beneficiários com menor capacidade de investimento, a situação é ainda mais crítica: sua participação foi de apenas 13,57% em 2024 e 9,86% em 2025, enquanto os demais portes ampliaram sua fatia de 86,43% para 90,14% no mesmo período. Esses números sugerem que, mesmo dentro da faixa prioritária, os recursos têm sido direcionados principalmente para empreendimentos de maior porte, com menor alcance sobre os micro, mini e pequenos produtores.

3 DISCUSSÃO

Os achados evidenciam que a distribuição dos recursos do FNE na microrregião apresenta elevada concentração setorial, territorial e por porte, com implicações diretas para a geração de valor compartilhado e o desenvolvimento regional. A concentração de mais de 87% dos recursos no setor agropecuário alinha-se com os achados de Monte (2023), que observou maior efetividade do FNE em municípios de base agropecuária. Embora esse setor seja o motor da economia regional, respondendo por 44% do PIB agropecuário baiano (AIBA, 2024), a baixa capilaridade em setores urbanos, comércio e serviços (4,59% em 2025) limita a diversificação produtiva e a capacidade do Fundo de gerar valor compartilhado para além da agropecuária.

Cavalcanti Junior (2022) destaca a importância do setor de serviços para a transformação estrutural do Nordeste, o que torna essa concentração ainda mais preocupante.

A distribuição territorial também reforça assimetrias intrarregionais. São Desidério e Formosa do Rio Preto, com forte vocação agrícola, concentraram mais de 66% dos recursos, enquanto Barreiras e Luís Eduardo Magalhães, que possuem economias mais diversificadas e PIB mais elevados, receberam fatias proporcionalmente menores. Esse padrão confirma os achados de Alves (2025) e de Santana e Santana (2023), que identificaram a tendência do FNE de se destinar a polos já dinâmicos, em descompasso com as finalidades da PNDR.

O achado mais crítico, contudo, refere-se à distribuição por porte do tomador. A participação dos portes de base (Micro, Mini e Pequeno) caiu de 13,57% para 9,86%, enquanto os portes de maior dimensão ampliaram sua fatia para 90,14%. Esses números indicam que o FNE, na microrregião de Barreiras, está se distanciando de sua finalidade original de atender preferencialmente os mini e pequenos produtores, aproximando-se da lógica de financeirização criticada por Botelho (2023), em que os fundos constitucionais passam a favorecer grupos econômicos consolidados. Tal cenário corrobora os achados de Alves *et al.* (2023), que já haviam identificado concentração de recursos em grandes produtores no Cerrado baiano.

A baixa capilaridade em setores urbanos, como comércio e serviços, que juntos somaram apenas 11,70% em 2024 e caíram para 4,59% em 2025, sugere que o Fundo tem contribuído menos para a diversificação produtiva da microrregião. Essa constatação dialoga com Cavalcanti Junior (2022), que destaca a importância do setor de serviços para a transformação estrutural do Nordeste e argumenta que o financiamento a setores diversos é necessário para diversificar a economia regional, com impactos positivos sobre o PIB e sobre a geração de empregos. A queda na participação dos serviços nos recursos do FNE entre 2024 e 2025 (de 8,34% para 2,57%) representa, portanto, um movimento contrário ao que seria desejável do ponto de vista da diversificação produtiva. Por outro lado, o crescimento da indústria (de 0,62% para 8,10%) pode indicar investimentos em agroindústria, o que, embora positivo, ainda mantém a economia regional fortemente atrelada à vocação agropecuária.

A baixa participação dos portes de base (Micro, Mini e Pequeno) nos financiamentos do FNE pode estar associada a diferentes fatores que merecem ser investigados com maior profundidade. Entre as hipóteses que se podem aventar, destacam-se: o desconhecimento, por parte dos pequenos produtores, acerca da existência das linhas de crédito e de suas condições de acesso; a dificuldade de atender às exigências documentais e burocráticas para a contratação dos financiamentos, como a apresentação de garantias e projetos técnicos; a insuficiência de assistência técnica e de programas de capacitação para orientar os pequenos produtores na elaboração de propostas de crédito; e a preferência institucional ou operacional do agente financeiro por tomadores de maior porte, que oferecem menor risco de inadimplência e maior volume de contratação (BNB, 2025). Essas barreiras, embora não tenham sido objeto de investigação empírica neste estudo, são consistentes com a literatura que discute os desafios de acesso ao crédito rural por pequenos produtores e ajudam a compreender por que o Fundo tem privilegiado empreendimentos de maior porte.

Sob a ótica da geração de valor compartilhado (Porter; Kramer, 2011), os resultados sugerem que o FNE tem privilegiado a criação de valor econômico para empreendimentos já consolidados, em detrimento da inclusão de pequenos produtores e da diversificação setorial, o que contraria a premissa de que o crédito público deve gerar simultaneamente retorno econômico e benefício social. Conforme Lima (2025), o crescimento do PIB, impulsionado pela agropecuária, não garante, por si só, a superação de desigualdades estruturais, e o desenvolvimento econômico não se sustenta sem desenvolvimento social e promoção de equidade. Aplicado ao caso da microrregião de Barreiras, esse argumento implica que, sem uma reorientação dos critérios de distribuição dos recursos, o FNE tende a perpetuar as assimetrias existentes, em vez de promover um desenvolvimento regional inclusivo e sustentável.

4 CONCLUSÃO

O caso da microrregião de Barreiras evidencia que, embora o FNE desempenhe papel relevante no financiamento das atividades econômicas regionais, com crescimento expressivo de 54,31% no volume de recursos entre 2024 e 2025, sua forma de distribuição ainda apresenta desafios para a efetiva geração de valor compartilhado. A concentração setorial na agropecuária, a concentração territorial em poucos municípios e, sobretudo, a reduzida participação dos portes prioritários indicam que o Fundo tem privilegiado empreendimentos já consolidados, em detrimento da inclusão econômica de mini e pequenos produtores.

Como limitações deste estudo, destacam-se o recorte temporal de apenas dois anos, que não permite a identificação de tendências de longo prazo, e a natureza descritiva da análise, que não estabelece relações de causalidade entre a aplicação dos recursos e os indicadores socioeconômicos.

Com base nesses achados, recomendam-se: (a) ampliar a participação dos portes prioritários, reavaliando os critérios de distribuição e estabelecendo metas mínimas de contratação para micro, mini e pequenos produtores; (b) fortalecer a divulgação e a orientação técnica, implementando programas de divulgação ativa das linhas de crédito junto a associações de pequenos produtores, sindicatos rurais e cooperativas, combinados com assistência técnica para a elaboração de projetos; (c) simplificar o acesso ao crédito, revisando as exigências burocráticas e documentais que podem excluir justamente os produtores com menor capacidade administrativa e financeira; (d) incentivar a diversificação setorial, criando mecanismos de estímulo à contratação de crédito por setores além da agropecuária, especialmente comércio e serviços; e (e) garantir a transparência ativa, disponibilizando publicamente, de forma desagregada e atualizada, os dados de contratação do FNE por município, setor e porte do tomador.

A experiência aqui relatada contribui para o debate sobre a efetividade dos fundos constitucionais de financiamento como instrumentos de desenvolvimento regional. A partir deste caso, espera-se que novos estudos possam ampliar a série temporal para um período mais longo e investigar, por meio de abordagens qualitativas, os fatores que limitam o acesso dos pequenos produtores ao crédito do FNE, testando empiricamente as hipóteses aqui aventadas. Estudos sobre o impacto dos financiamentos em indicadores sociais como o Índice de Desenvolvimento (IDH) e o Índice de Gini poderão ampliar a compreensão dos efeitos do FNE sobre o desenvolvimento regional. Tais investigações são fundamentais para subsidiar o aperfeiçoamento das políticas públicas de crédito e fomento, assegurando que estas cumpram seu papel de promover um desenvolvimento econômico que gere, de fato, valor compartilhado.

REFERÊNCIAS

AIBA (Associação de Agricultores e Irrigantes da Bahia). **Os reflexos do agronegócio no desenvolvimento do oeste da Bahia.** 2024. Disponível em: https://aiba.org.br/os-reflexos-do-agronegocio-no-desenvolvimento-do-oeste-da-bahia/. Acesso em: 25 out. 2025.

ALVES, Maria Odete; ARAÚJO, Lídia Maria Vasconcelos de; CARNEIRO, Wendell Márcio Araújo; SILVA, Carolina Braz de Castilho e; OLIVEIRA, Alysson Inácio de. **FNE rural:** perfil dos clientes e desempenho operacional na área de atuação da Sudene. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2023.

ALVES, Maria Odete (org.). **FNE rural**: desempenho dos financiamentos e impactos econômicos, sociais e ambientais (2010-2021). Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, v. 23, 2025. (Avaliação de Políticas e Programas do BNB).

BNB (Banco do Nordeste do Brasil S. A.). **Desenvolvimento regional:** Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE). 2025.

BNB (Banco do Nordeste do Brasil S.A.). **Programação do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste:** exercício 2026. Brasília: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2026.

BOTELHO, Matheus Anderson. **A política nacional de desenvolvimento regional na era da financeirização - reflexos de uma coalizão entre Estado e mercado:** apontamentos a partir do Fundo de Desenvolvimento da Amazônia. Dissertação (Mestrado em Ciência Política) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 115 f. 2023.

BRASIL. Lei nº 7.827, de 27 de setembro de 1989. **Dispõe sobre o Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste - FNE e dá outras providências.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 set. 1989.

CAVALCANTI JUNIOR, Carlos Antonio Araujo. **A economia da Região Nordeste do Brasil:** transformações recentes e o setor de serviços. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 167 f. 2022.

LIMA, Victor Augusto Torres de. **Política econômica, inclusão social e limites da transformação estrutural no Nordeste (1994–2010):** uma análise sobre políticas de desenvolvimento regional. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Econômicas) – Universidade Federal de São Paulo, Osasco, 157 f. 2025.

MONTE, Kerlen Andrade do. **Análise do Fundo Constitucional de Financiamento do Nordeste (FNE) sobre indicadores econômicos dos municípios durante o período de 2010 a 2020.** Dissertação (Mestrado em Economia do Setor Público) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 52 f. 2023.

PORTER, Michael E.; KRAMER, Mark R. Creating shared value. **Harvard Business Review**, Boston, v. 89, n. 1-2, p. 62-77, jan./fev. 2011.

SANTANA, Genilson Souza; SANTANA, José Ricardo. Os financiamentos do FNE sob a ótica da Política Nacional de Desenvolvimento Regional (PNDR): uma análise espacial para a área de atuação da Sudene (2010-2021). **DRd – Desenvolvimento Regional em debate**, v. 13, p. 110-131, 2023.

SANTOS, Wesley; MATOS, Elmer Nascimento; SANTOS, Daniela Mércia. Atuação do FNE no estado da Bahia: o financiamento do desenvolvimento regional e rural. *In*: CASTRO, Auristela Correa Castro (org.). **Desenvolvimento sustentável e mutações no agrário brasileiro:** lutas e resistência. Guarujá, SP: Editora Científica, 2021. Cap. 20. p. 256-275.

SEI (Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia). **Produto Interno Bruto dos municípios baianos 2021**. 2021. Disponível em: https://www.ba.gov.br/sei/sites/sitesei/files/migracao_2024/arquivos/images/pib/pdf/municipal/boletim_tecnico/bol_pib_municipal_2021.pdf. Acesso em: 25 out. 2025.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

BIODIVERSIDADE DOS GRUPOS DE SERES VIVOS: RELATO DE EXPERIÊNCIA NA MODELAGEM CELULAR E COMBATE À DESINFORMAÇÃO

TATIANE SIQUEIRA

Introdução: O ensino de Biologia Celular na educação básica enfrenta desafios relacionados à abstração dos conceitos e à dificuldade de visualização de estruturas microscópicas, sendo frequentemente conduzido por transmissão passiva de informações, o que gera desinteresse e aprendizagem mecânica. O presente relato descreve uma experiência que articulou modelagem celular e analogia com o futebol, aliada ao combate à desinformação científica sobre os grupos de seres. **Objetivo:** Promover a compreensão da biodiversidade dos grupos de seres vivos e das funções morfofisiológicas celulares por meio da construção de modelos tridimensionais, associada ao desenvolvimento de habilidades críticas para identificação e refutação de desinformações científicas, reforçando a importância da ciência no cotidiano e do equilíbrio ecológico. **Relato de Caso/Experiência:** A atividade foi desenvolvida com 4 turmas do 1º ano do ensino médio da EREM José Vilela. Inicialmente, os alunos pesquisaram os grupos de seres vivos. Em seguida, construíram modelos tridimensionais de células com materiais recicláveis, seguindo roteiros com estruturas citológicas. Posteriormente as melhor apresentação estabeleceu-se uma analogia com o futebol, contextualizada na Copa de 2026: o núcleo como técnico; as mitocôndrias como jogadores de meio-campo (energia); o retículo endoplasmático como setor de distribuição de jogadas; o complexo golgiense como logística; os ribossomos como preparadores físicos; os lisossomos como limpeza; e a membrana plasmática como defesa (goleiro e zaga). Os alunos relataram que a analogia facilitou a compreensão: "consegui relacionar o conteúdo com algo do cotidiano". As melhores equipes apresentaram os trabalhos para toda a escola, refutando desinformações como "vacinas alteram o DNA" e "todas as bactérias fazem mal", com base em fontes confiáveis. Os estudantes demonstraram maior domínio sobre organização celular e diversidade dos seres vivos, com participação ativa e engajamento elevado. Um aluno destacou: "Refutar as fake news foi importante porque a gente vê muita informação errada na internet". O combate às desinformações despertou postura investigativa, e os estudantes avaliaram as metodologias ativas como dinâmicas e motivadoras. **Conclusão:** A analogia com o futebol mostrou-se eficaz para tornar acessíveis conceitos abstratos, enquanto a modelagem proporcionou compreensão concreta da diversidade celular. O desenvolvimento de habilidades críticas prepara os alunos para o exercício da cidadania.

Palavras-chave: **FALSAS INFORMAÇÕES; BIOLOGIA CELULAR; BIODIVERSIDADE**

DOI: 10.51189/vii-coninters/86563

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

AGROECOLOGIA E REGENERAÇÃO AMBIENTAL EM ASSENTAMENTOS DE REFORMA AGRÁRIA DO VALE DO PARAÍBA PAULISTA

BIANCA PIMENTEL PEREIRA; LUCIANA DE RESENDE LONDE; MARCOS PELLEGRINI COUTINHO

Introdução: A expansão das monoculturas e do modelo agrícola convencional tem intensificado a degradação dos ecossistemas, reduzido a biodiversidade e aumentado as emissões de gases de efeito estufa. Em contrapartida, a agroecologia e a agricultura regenerativa propõem formas de manejo capazes de restaurar funções ecológicas, ampliar o estoque de carbono nos agroecossistemas e conciliar produção de alimentos com conservação ambiental. Os assentamentos de reforma agrária representam importantes territórios para a implementação dessas práticas. **Objetivo:** Avaliar o potencial das práticas agroecológicas desenvolvidas em assentamentos de reforma agrária do Vale do Paraíba Paulista para promover a regeneração ambiental, o aumento da vegetação nativa e o fortalecimento dos serviços ecossistêmicos. **Metodologia:** A pesquisa combinou análise documental, geoprocessamento e sensoriamento remoto. Foram utilizados dados do Inventário Florestal do Estado de São Paulo referentes aos anos de 2010 e 2020 para avaliar a evolução da vegetação nativa nos assentamentos. **Resultados:** Observou-se incremento da vegetação nativa em todos os assentamentos analisados, evidenciando processos de restauração ecológica associados à adoção de práticas agroecológicas, especialmente sistemas agroflorestais, conservação da cobertura do solo e manejo sustentável dos recursos naturais. A ampliação da biomassa vegetal e da matéria orgânica do solo indica maior capacidade de armazenamento de carbono, contribuindo para o sequestro de carbono atmosférico e para a mitigação das mudanças climáticas. Além disso, essas práticas favorecem a conservação da biodiversidade, aumentam a infiltração de água, reduzem processos erosivos, fortalecem os serviços ecossistêmicos. **Conclusão:** Os assentamentos de reforma agrária demonstram elevado potencial para consolidar modelos de agricultura regenerativa, capazes de integrar produção de alimentos, restauração de ecossistemas degradados e mitigação das mudanças climáticas. Os resultados reforçam a agroecologia como estratégia para ampliar o sequestro de carbono, conservar a biodiversidade e promover formas sustentáveis de uso do solo.

Palavras-chave: **AGROECOLOGIA; AGRICULTURA REGENERATIVA; CONSERVAÇÃO AMBIENTAL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/86573

COOPERATIVAS DE RECICLAGEM COMO ESPAÇOS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL: INTEGRAÇÃO ENTRE SOCIEDADE, ENSINO E GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

CRISTIANE APARECIDA DA SILVA PANARI; JOSE BRAZ DE OLIVEIRA JUNIOR; LUIS CARLOS DE ALMEIDA BORGES ANTONINI; JULIANA MARIA OGAWA; MARÍLIA VASCONCELLOS AGNESINI

RESUMO

As cooperativas de reciclagem desempenham papel estratégico na gestão integrada de resíduos sólidos urbanos, contribuindo para a recuperação de materiais recicláveis, geração de trabalho e renda e promoção da economia circular. Além de sua função operacional, esses espaços apresentam potencial para atuar como ambientes não formais de educação ambiental, favorecendo a sensibilização da população e a aproximação entre diferentes setores da sociedade. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo caracterizar as ações educativas desenvolvidas por uma cooperativa de reciclagem e discutir seu potencial como espaço integrador entre ensino, pesquisa, extensão universitária e comunidade. A pesquisa foi realizada na Cooperativa de Resíduos Recicláveis de Ribeirão Preto (SP), por meio da análise documental dos registros institucionais das ações desenvolvidas entre janeiro e junho de 2026. Foram levantadas informações referentes às instituições participantes, à natureza das organizações, ao público atendido, aos objetivos das visitas e às atividades realizadas. As instituições foram classificadas em sete categorias previamente estabelecidas: escolas públicas, escolas privadas, universidades públicas, universidades privadas, empresas, órgãos públicos e organizações da sociedade civil. No período analisado foram identificadas 14 ações educativas, envolvendo 109 participantes e representantes de seis das sete categorias propostas. Os órgãos públicos corresponderam à maior proporção das ações (35,7%), enquanto as universidades públicas apresentaram a menor participação (7,1%). As atividades contemplaram apresentações sobre a gestão de resíduos sólidos, coleta seletiva, reciclagem, economia circular e funcionamento da cooperativa, além de visitas guiadas conduzidas pelos próprios cooperados. Os resultados demonstram que a cooperativa ultrapassa sua função de coleta, triagem e comercialização de materiais recicláveis, consolidando-se como espaço permanente de educação ambiental e de difusão do conhecimento. Conclui-se que as cooperativas de reciclagem constituem ambientes estratégicos para fortalecer a sensibilização socioambiental, promover a integração entre universidade, poder público, setor produtivo e sociedade e contribuir para o aprimoramento da gestão sustentável dos resíduos sólidos.

Palavras-chave: economia circular; multiplicadores ambientais; sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A crescente geração de resíduos sólidos urbanos constitui um dos principais desafios ambientais da atualidade, exigindo o fortalecimento de estratégias que promovam a gestão adequada dos resíduos e a transição para modelos baseados na economia circular. Em 2023, o Brasil gerou aproximadamente 80,96 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos, evidenciando a necessidade de ampliar ações voltadas à redução, reutilização, reciclagem e destinação ambientalmente adequada dos resíduos (ABREMA, 2024). A Política Nacional de

DOI: 10.51189/vii-coninters/86578

Resíduos Sólidos reforça, nesse sentido, a importância da responsabilidade compartilhada e da valorização dos materiais recicláveis como instrumentos para o desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2010).

As cooperativas de reciclagem desempenham papel estratégico nesse processo ao promoverem a coleta seletiva, a triagem e a reinserção dos materiais recicláveis na cadeia produtiva, contribuindo para a redução da disposição de resíduos em aterros sanitários, para a geração de trabalho e renda e para o fortalecimento da economia circular (SOUZA; PAULA; SOUZA-PINTO, 2012; SILVA; SAUKA, 2024). Além de sua função operacional, essas organizações constituem espaços privilegiados para aproximar a sociedade das práticas de gestão de resíduos e da sustentabilidade, favorecendo processos educativos baseados na vivência e na participação ativa (OLIVEIRA BASTOS *et al.*, 2023).

A Política Nacional de Educação Ambiental reconhece os espaços não formais como importantes ambientes de sensibilização da coletividade para as questões ambientais (BRASIL, 1999). As cooperativas de reciclagem possibilitam, assim, experiências práticas capazes de promover a conscientização sobre reciclagem, consumo responsável, economia circular e responsabilidade socioambiental, contribuindo para o alcance dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente dos ODS 4 (Educação de Qualidade) e ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis).

O papel dos cooperados extrapola, ainda, as atividades operacionais de triagem e comercialização de materiais recicláveis: ao receber estudantes, pesquisadores, representantes do setor produtivo e gestores públicos, esses profissionais atuam como mediadores do conhecimento, compartilhando experiências práticas sobre gestão de resíduos e economia circular e assumindo, assim, o papel de agentes de transformação social e multiplicadores de práticas sustentáveis.

Estudos recentes discutem associações de catadores como "espaços educadores" (LUZ; SOUZA, 2025), espaços não formais como ambientes de participação social (PEREIRA; FERRAZ, 2024) e programas escolares de visitação técnica a cooperativas de reciclagem como parte de circuitos mais amplos de educação ambiental (ARAÚJO NETO et al., 2022). Esses trabalhos, contudo, descrevem experiências pontuais, restritas a um tipo de público ou sujeitas à descontinuidade. O programa analisado por Araújo Neto et al. (2022), por exemplo, foi interrompido entre 2020 e 2021 em razão da pandemia de COVID-19. Ainda são escassas as pesquisas que examinam a atuação continuada de cooperativas como espaços de formação socioambiental capazes de integrar escolas, universidades, empresas, órgãos públicos e organizações da sociedade civil, com protagonismo dos próprios cooperados. Diante disso, este trabalho teve como objetivo caracterizar as ações educativas realizadas por uma cooperativa de reciclagem e discutir seu potencial como espaço não formal de educação ambiental e de fortalecimento da gestão sustentável dos resíduos sólidos.

2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização do estudo

Trata-se de pesquisa descritiva, com abordagem quantitativa e interpretação qualitativa, conduzida por meio de estudo de caso na Cooperativa de Resíduos Recicláveis de Ribeirão Preto (CRRP), SP (GIL, 2008). Foram consideradas todas as ações de educação ambiental registradas pela cooperativa no período analisado, envolvendo escolas, universidades, empresas, órgãos públicos e organizações da sociedade civil.

2.2 Caracterização da cooperativa

A pesquisa foi desenvolvida na CRRP, localizada no município de Ribeirão Preto, SP. Fundada em agosto de 2023, a cooperativa atua na coleta, triagem e comercialização de materiais recicláveis, contribuindo para a economia circular e a inclusão socioprodutiva.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86578

Atualmente, conta com sete cooperados, dois funcionários e recebe aproximadamente 150 toneladas mensais de resíduos recicláveis. A cooperativa também recebe diariamente materiais recicláveis provenientes de catadores autônomos, contribuindo para a geração de renda desses trabalhadores e para o fortalecimento da cadeia da reciclagem.

2.3 Levantamento das ações educativas

Foram examinados os registros institucionais das ações de educação ambiental realizadas pela cooperativa entre janeiro e junho de 2026. Para cada atividade, levantaram-se a instituição participante, sua natureza, o número de participantes, o objetivo da visita e as atividades desenvolvidas. As instituições foram classificadas em sete categorias previamente definidas: escolas públicas, escolas privadas, universidades públicas, universidades privadas, empresas, órgãos públicos e organizações da sociedade civil. A Figura 1 sintetiza essa organização.

Figura 1. Fluxograma representativo da atuação da cooperativa como espaço não formal de educação ambiental, integrando instituições de ensino, empresas, poder público e comunidade.

2.4 Análise dos dados

Os dados foram organizados em planilhas eletrônicas e analisados por meio de estatística descritiva, utilizando frequências absolutas e relativas para caracterização dos diferentes públicos atendidos. Complementarmente, realizou-se análise descritiva das ações desenvolvidas, buscando identificar as contribuições da cooperativa para a educação ambiental, a formação de agentes multiplicadores e o fortalecimento da gestão compartilhada dos resíduos sólidos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

DOI: 10.51189/vii-coninters/86578

3.1 Perfil das ações de educação ambiental

Entre janeiro e junho de 2026, foram registradas 14 ações de educação ambiental na cooperativa, com 109 participantes distribuídos em seis das sete categorias previamente definidas (Tabela 1). Não houve ação com escola pública no período analisado.

Tabela 1. Instituições participantes das ações de educação ambiental realizadas pela cooperativa entre janeiro e junho de 2026

Categoria	Nº de ações	%	Nº de participantes
Escolas privadas	2	14,3	30
Organizações da sociedade civil	2	14,3	25
Universidades públicas	1	7,1	15
Universidades privadas	2	14,3	22
Empresas	2	14,3	7
Órgãos públicos	5	35,7	10
Total	**14**	**100**	**109**

Órgãos públicos responderam por mais de um terço das ações (35,7%), configurando-se como o segmento mais recorrente. Esse resultado dialoga com o papel das cooperativas nos canais reversos pós-consumo discutido por Souza, Paula e Souza-Pinto (2012): a interlocução frequente com o poder público sugere que a CRRP funciona não apenas como espaço de sensibilização social, mas como interlocutora direta da gestão pública de resíduos sólidos no município.

Essa recorrência, no entanto, não se traduz em grande público por visita. Escolas privadas e universidades públicas apresentaram as maiores médias de participantes por ação (15 pessoas), compatíveis com visitas de turmas organizadas, enquanto órgãos públicos tiveram a menor média (2 pessoas), padrão mais próximo de reuniões técnicas do que de atividades voltadas a grandes públicos. Essa diferença de escala indica que a cooperativa exerce duas funções simultâneas e não excludentes: espaço de formação para grupos educacionais e interlocutora técnica da gestão pública de resíduos sólidos.

Ainda que com apenas uma ação registrada no período (7,1%), a participação de universidade pública merece destaque por indicar possibilidade de articulação com o ensino superior. Araújo Neto et al. (2022), por exemplo, descrevem um programa municipal de visitas técnicas monitoradas a espaços não formais de Araraquara, incluindo a Cooperativa Acácia, voltado a uma escola pública. A diversidade de públicos observada na CRRP sugere, portanto, potencial de ampliação das parcerias entre cooperativas e diferentes segmentos institucionais.

3.2 A cooperativa como espaço não formal de educação ambiental

O aspecto que diferencia este estudo da literatura correlata é a diversidade institucional das ações no período analisado. Castro et al. (2023) descrevem uma visita pontual de estudantes do ensino fundamental a uma cooperativa como estratégia de sensibilização; Luz e Souza (2025) analisam uma associação de catadores como "espaço educador" a partir de postagens em rede social; e Araújo Neto et al. (2022) documentam um programa de visitas recorrentes voltado a uma escola e interrompido entre 2020 e 2021 pela pandemia de COVID-19. Na CRRP, foram registradas 14 ações em seis meses, com seis categorias de público representadas e 109 participantes. Esses dados indicam regularidade e diversidade das ações no recorte estudado, aproximando a cooperativa do conceito de espaço não formal de educação ambiental discutido por Pereira e Ferraz (2024).

Nas visitas, os cooperados assumem o papel de mediadores: apresentam as etapas de recebimento, triagem, separação e comercialização dos materiais recicláveis, discutem os

impactos da destinação inadequada dos resíduos e abordam princípios de economia circular. Esse protagonismo aproxima-se da noção de educação ambiental crítica proposta por Jacobi (2005), na medida em que o conhecimento não é transmitido de forma unidirecional, mas construído a partir da vivência prática de trabalhadores que atuam simultaneamente como educadores e como sujeitos da cadeia produtiva da reciclagem, reforçando a leitura de Oliveira Bastos *et al.* (2023) sobre a interação entre gestão de resíduos e ensino.

Considerados em conjunto, os resultados indicam que a CRRP atua como interface entre gestão de resíduos, instituições de ensino, poder público, setor produtivo e sociedade civil. Trata-se de um arranjo multissetorial ainda pouco documentado na literatura consultada, na qual predominam relatos de intervenções pontuais ou voltadas a públicos específicos.

4 CONCLUSÃO

Ao longo de seis meses, a cooperativa registrou 14 ações de educação ambiental, reunindo 109 participantes de seis categorias institucionais. A recorrência da interlocução com órgãos públicos (35,7% das ações) e a participação ainda incipiente de universidade pública (7,1%) indicam que a cooperativa atua como interface entre gestão de resíduos, poder público e ensino, com possibilidade de ampliar parcerias com a extensão universitária.

Nas visitas, os cooperados atuaram como mediadores do conhecimento ao apresentar as etapas de triagem e comercialização e discutir os impactos da destinação inadequada dos resíduos. Os achados evidenciam o potencial da CRRP como espaço não formal de educação ambiental e de articulação multissetorial, sem permitir, contudo, mensurar mudanças de percepção ou de comportamento dos participantes.

Estudos futuros poderão ampliar o período de acompanhamento e avaliar, por meio de instrumentos aplicados antes e depois das atividades, seus efeitos sobre conhecimentos, percepções e práticas dos diferentes públicos atendidos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo auxílio financeiro concedido.

REFERÊNCIAS

ABREMA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE RESÍDUOS E MEIO AMBIENTE. *Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2024*. São Paulo: ABREMA, 2024. Disponível em: https://www.abrema.org.br/2024/12/10/relatorio-aponta-crescimento-da-reciclagem-de-residuos-no-brasil-mas-persistencia-de-lixoes-preocupa/. Acesso em: 16 jul. 2026.

ARAÚJO NETO, Leonardo de; TEODORO, Valter Luis Iost; OLIVEIRA, Simone Cristina de; ZAVATTI, Rodrigo Perego; GONÇALVES, Adriano Marques; ANGELI, Thaís. Espaços não formais de educação ambiental como ferramenta de sensibilização e conscientização socioambiental no município de Araraquara-SP. *Revista Brasileira Multidisciplinar*, v. 25, n. 3, p. 3-11, 2022. DOI: https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2022.v25i3.1470.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Institui a Política Nacional de Educação Ambiental. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 28 abr. 1999.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

CASTRO, Rosa Betânia Rodrigues de; FREIRE, Victor Antônio Ferreira; ROCHA, Eleusa Maria Ferreira; ANDRADE, Lêda Franco Martins; FERREIRA, Gabriela Lícia Santos. A

educação ambiental sensibilizando alunos do ensino fundamental por meio de uma visita à cooperativa de reciclagem. *Observatório de la Economía Latinoamericana*, v. 21, n. 12, p. 24513-24521, 2023.

GIL, Antonio Carlos. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

JACOBI, Pedro Roberto. Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. *Educação e Pesquisa*, v. 31, n. 2, p. 233-250, 2005.

LUZ, José Augusto de Araújo Pires da; SOUZA, Bruno Rangel Capilé de. Educação ambiental e resíduos sólidos: o saber ecológico na consolidação das associações de catadores como espaços educadores. *Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental*, v. 30, n. 4, p. 1-24, 2025.

OLIVEIRA BASTOS, R.; JÁCOME GURGEL JUNIOR, F.; AGAPITO DE SOUZA, R. F.; BARBOSA VARGAS, A. A reciclagem e a gestão dos resíduos sólidos urbanos: uma análise das interações com o ensino. *Acta Scientiae et Technicae*, v. 11, 2023.

PEREIRA, Mayra Carvalho de Souza; FERRAZ, José Maria Gusman. Educação ambiental voltada para a participação social em espaços não formais. *Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental*, v. 29, n. 3, p. 1-25, 2024.

SILVA, Christian Luiz da; SAUKA, Jean Elizeu. Desenvolvimento local e possibilidades de uma economia circular a partir de uma cooperativa de catadores de materiais recicláveis. *Interações*, Campo Grande, v. 25, n. 2, p. e2524030, 2024.

SOUZA, Maria Tereza Saraiva de; PAULA, Marcia Bittar de; SOUZA-PINTO, Helma de Oliveira. O papel das cooperativas de reciclagem nos canais reversos pós-consumo. *Revista de Administração de Empresas*, São Paulo, v. 52, n. 2, p. 246-262, 2012.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86578

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

A GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DE BOTÂNICA: O JOGO SUPER TRUNFO COMO FERRAMENTA PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL

TATIANE SIQUEIRA; JARCILENE SILVA DE ALMEIDA

Introdução: O ensino de Botânica enfrenta desafios históricos, como a "cegueira botânica" — a incapacidade de reconhecer a importância das plantas nos ecossistemas . Estudos indicam que professores identificam essa dificuldade como principal obstáculo no aprendizado dos estudantes . Nesse contexto, a gamificação surge como metodologia ativa promissora, criando experiências significativas ao aliar ludicidade ao desenvolvimento cognitivo (FARDO, 2013). A Base Nacional Comum Curricular valoriza práticas integradoras, enquanto os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 4 e ODS 15) reforçam a necessidade de metodologias inovadoras para a conservação da biodiversidade (BRASIL, 2018; ONU, 2015). O presente relato descreve a aplicação do jogo "Super Trunfo: Flora da Mata Atlântica" como ferramenta para educação ambiental e mudança de comportamento. **Objetivo:** Desenvolver e analisar o potencial do jogo Super Trunfo como ferramenta pedagógica para o ensino de Botânica e Educação Ambiental, avaliando sua eficácia em estimular o interesse dos estudantes pela diversidade vegetal e sua conscientização sobre a conservação da Mata Atlântica. **Relato de caso/experiência:** A atividade foi desenvolvida em uma escola estadual em Recife/PE, durante quatro aulas de 50 minutos. O jogo "Super Trunfo: Flora da Mata Atlântica" apresenta 32 espécies nativas com atributos ecológicos, culturais e de conservação (IUCN), distribuídas em categorias como plantas alimentares, medicinais e de reflorestamento. Os estudantes foram divididos em grupos e receberam os baralhos para familiarização, pesquisando informações complementares sobre as espécies. Em partidas do jogo, cada jogador comparava atributos das cartas para vencer rodadas, estimulando raciocínio crítico e tomada de decisões. A dinâmica promoveu aprendizagem ativa sobre serviços ecossistêmicos, fragmentação de habitat e urgência da conservação da Mata Atlântica. Pesquisas evidenciam que jogos didáticos despertam atenção e auxiliam na compreensão de problemáticas ambientais. **Conclusão:** A gamificação aplicada ao ensino de Botânica demonstrou ser estratégia eficaz para reduzir a cegueira botânica e promover valorização da flora nativa. A integração entre ludicidade, interação social e conteúdo científico potencializou a aprendizagem significativa, alinhando-se à BNCC e aos ODS. A atividade contribuiu para despertar curiosidade científica e formar cidadãos mais conscientes sobre preservação da biodiversidade, demonstrando que jogos didáticos podem promover mudanças comportamentais em futuros cidadãos.

Palavras-chave: **CONSCIENTIZAÇÃO; GAMIFICAÇÃO; SUPER TRUNFO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/86583

MULHERES GUARDIÃS DOS SABERES TRADICIONAIS: RELATO DE EXPERIÊNCIA SOBRE A IDENTIFICAÇÃO DE PLANTAS MEDICINAIS UTILIZADAS NA PRODUÇÃO DE LAMBEDORES E GARRAFADAS COMO ESTRATÉGIA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL PARA A SUSTENTABILIDADE NO SEMIÁRIDO ITAJAENSE

PAULINA ALVES DA SILVA; JOSENILTON ALVES LOPES; MARIA JAILMA DE MELO ROCHA; PEDRO VALERO DE MELO NETO; RONISON INOCÊNCIO NUNES; VALÉRIA VALESCA DA SILVA BRITO; MARIA THARGILLA LARISSA DA SILVA

RESUMO

O presente trabalho apresenta um relato de experiência realizado no município de Itajá, Rio Grande do Norte, com o objetivo de registrar, valorizar e preservar os saberes tradicionais de mulheres guardiãs sobre o uso de plantas medicinais na produção de lambedores e garrafadas. A metodologia adotada foi a etnobotânica participativa, por meio de entrevistas semiestruturadas e diálogos sensíveis com mulheres reconhecidas pela comunidade como detentoras desses conhecimentos. Os resultados evidenciaram que os saberes são transmitidos predominantemente de forma oral e no ambiente familiar, passando de mães para filhas e netas, constituindo uma importante herança cultural. Entre as espécies vegetais mais citadas para o preparo de remédios caseiros destacam-se hortelã, mastruz, erva-cidreira, gengibre, romã e cumaru, utilizadas principalmente no tratamento de gripes, inflamações e outros problemas de saúde. O estudo também identificou a preocupação das participantes com a diminuição da disponibilidade dessas plantas, associada ao desmatamento e às mudanças climáticas, revelando uma percepção local apurada sobre as transformações ambientais e seus impactos nos recursos naturais. Sob a perspectiva da Educação Ambiental, a experiência demonstrou que a integração dos saberes tradicionais ao contexto escolar favorece o diálogo entre conhecimento científico e conhecimento popular, fortalecendo o sentimento de pertencimento ao território, a valorização da cultura local e a consciência crítica sobre sustentabilidade. Essa aproximação configura uma verdadeira simbiose de conhecimentos, capaz de contribuir para práticas educativas contextualizadas e socialmente significativas. Embora o estudo apresente limitações quanto à generalização dos resultados, devido ao seu recorte local, reafirma a importância de iniciativas que reconheçam as mulheres como produtoras e guardiãs de conhecimento, contribuindo para a justiça socioambiental, a valorização da memória coletiva, a conservação da biodiversidade e a salvaguarda dos territórios tradicionais e saberes ancestrais.

Palavras-chave: Biocultural; Memória; Justiça

1 INTRODUÇÃO

Os saberes tradicionais constituem uma importante expressão da relação histórica entre as comunidades e a natureza, sendo construídos e aperfeiçoados ao longo das gerações por meio da observação, da experiência e da transmissão oral (Shiva, 2003). No semiárido brasileiro, esses conhecimentos representam um patrimônio biocultural de grande relevância, especialmente no que se refere ao uso de plantas medicinais para o preparo de lambedores, garrafadas, chás e outros remédios caseiros. Em um contexto marcado por profundas

DOI: 10.51189/vii-coninters/86586

transformações sociais, ambientais e culturais, registrar e valorizar esses saberes torna-se uma estratégia indispensável para fortalecer a identidade local e contribuir para a conservação da biodiversidade (Reigota, 1994).

As mulheres ocupam um papel central nesse processo, uma vez que, historicamente, assumiram a responsabilidade pelo cuidado com a saúde das famílias e pela preservação dos conhecimentos relacionados às propriedades terapêuticas das plantas. Muito além do preparo de medicamentos naturais, suas práticas revelam formas próprias de compreender o ambiente, interpretar os ciclos da natureza e estabelecer relações de respeito e reciprocidade com os recursos naturais disponíveis (Araújo, 2020).Esses conhecimentos, embora frequentemente invisibilizados pelo predomínio do saber científico, permanecem vivos nas comunidades e representam importantes contribuições para a construção de práticas sustentáveis e para a valorização do patrimônio cultural imaterial (Almeida, 2017 a).

No município de Itajá, localizado na região do Vale do Açu, Rio Grande do Norte, a produção artesanal de lambedores e garrafadas ainda integra o cotidiano de muitas famílias, preservando conhecimentos transmitidos entre mães, avós, filhas e netas. Entretanto, observa-se que esse patrimônio cultural enfrenta desafios decorrentes das mudanças nos modos de vida, da redução dos ambientes naturais e do progressivo desinteresse das novas gerações em relação às práticas tradicionais. Nesse cenário, aproximar esses conhecimentos do ambiente escolar representa uma oportunidade de promover o diálogo entre diferentes formas de produção do conhecimento, fortalecendo a Educação Ambiental a partir da realidade vivenciada pela própria comunidade.

Sob essa perspectiva, a Educação Ambiental amplia sua função para além da conservação dos recursos naturais, estimulando o reconhecimento dos vínculos históricos, culturais e territoriais que conectam as pessoas ao lugar onde vivem (Almeida, 2017 b). Ao integrar História, Geografia e conhecimentos tradicionais, torna-se possível desenvolver práticas educativas que favoreçam a formação de sujeitos críticos, conscientes da importância da diversidade biológica e cultural para a promoção da sustentabilidade (Duarte; Guimarães; Silva, 2010).

Diante desse contexto, este relato de experiência tem como objetivo apresentar as vivências decorrentes da realização de entrevistas com mulheres do município de Itajá, Rio Grande do Norte, reconhecidas pelo preparo de lambedores e garrafadas, buscando identificar as plantas medicinais utilizadas, compreender os conhecimentos tradicionais associados ao seu uso e refletir sobre a relevância desses saberes para a Educação Ambiental, a valorização do patrimônio biocultural e a promoção da sustentabilidade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A experiência foi desenvolvida no município de Itajá, situado na região do Vale do Açu, no estado do Rio Grande do Norte, tendo como eixo central a valorização dos saberes tradicionais relacionados ao uso de plantas medicinais na produção de lambedores e garrafadas. A proposta nasceu da percepção de que esses conhecimentos, preservados principalmente por mulheres da comunidade, constituem um importante patrimônio biocultural, reunindo práticas de cuidado, memórias familiares e formas de interação com a biodiversidade local que resistem ao tempo e às transformações sociais.

A experiência foi conduzida sob os princípios da etnobotânica participativa, compreendendo as participantes como protagonistas do processo de construção do conhecimento. Mais do que identificar espécies vegetais, buscou-se reconhecer as mulheres entrevistadas como guardiãs de saberes construídos pela observação da natureza, pela vivência cotidiana e pela transmissão oral entre diferentes gerações. Essa perspectiva favoreceu o diálogo entre o conhecimento científico e os conhecimentos tradicionais, respeitando a

identidade cultural da comunidade e valorizando sua contribuição para a conservação da biodiversidade.

Participaram da experiência mulheres reconhecidas pela comunidade pela produção artesanal de lambedores e garrafadas. As entrevistas ocorreram de forma semiestruturada, em momentos de conversa pautados pela escuta sensível, permitindo que cada participante narrasse sua trajetória, a origem dos conhecimentos adquiridos, as espécies vegetais utilizadas, as partes das plantas empregadas, as formas de preparo dos remédios caseiros, suas indicações terapêuticas e os cuidados adotados durante a coleta e o manejo dos recursos vegetais.

Durante os encontros, também foram realizados registros fotográficos das plantas citadas, bem como anotações em diário de campo sobre as características das espécies, seus nomes populares, os locais onde são encontradas e as observações apresentadas pelas entrevistadas acerca de sua disponibilidade na natureza. Sempre que possível, as espécies foram identificadas em seu ambiente de ocorrência, permitindo estabelecer relações entre os conhecimentos tradicionais e as características ambientais do território.

As informações obtidas foram posteriormente organizadas por categorias temáticas, considerando aspectos como diversidade de plantas medicinais, formas tradicionais de preparo, transmissão intergeracional dos saberes, percepção sobre as mudanças ambientais e estratégias locais de conservação das espécies utilizadas. A interpretação das narrativas fundamentou-se em uma abordagem qualitativa, priorizando os significados atribuídos pelas próprias participantes às suas experiências e aos conhecimentos compartilhados.

Ao longo da experiência, observou-se que o contato direto com as mulheres entrevistadas possibilitou compreender que a produção de lambedores e garrafadas ultrapassa a dimensão terapêutica. Trata-se de um conjunto de práticas que expressa a história da comunidade, fortalece vínculos sociais, preserva a memória coletiva e incentiva o uso sustentável dos recursos naturais. Nesse sentido, a experiência aproximou universidade, comunidade e Educação Ambiental, demonstrando que os saberes tradicionais podem constituir importantes instrumentos para a formação de uma consciência crítica voltada à sustentabilidade, ao reconhecimento do patrimônio biocultural e à conservação da flora do semiárido.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As entrevistas evidenciaram que os conhecimentos relacionados à produção de lambedores e garrafadas permanecem presentes no cotidiano das mulheres participantes, constituindo um importante patrimônio cultural transmitido, predominantemente, por meio da oralidade. Em praticamente todos os relatos, observou-se que o aprendizado ocorreu no ambiente familiar, especialmente por intermédio de mães, avós e outras mulheres da comunidade, revelando um processo contínuo de transmissão intergeracional dos saberes tradicionais, sem falar que uma grande parte das entrevistadas não sabem ler e não possuem um conhecimento científico tão apurado.

Entre as espécies vegetais mais mencionadas destacaram-se hortelã (*Mentha* spp.), mastruz (*Dysphania ambrosioides*), erva-cidreira (*Lippia alba*), gengibre (*Zingiber officinale*), romã (*Punica granatum*), cumaru (*Amburana cearensis*), eucalipto (*Eucalyptus* spp.) e alho (*Allium sativum*), utilizadas principalmente no preparo de lambedores destinados ao tratamento de gripes, resfriados, inflamações da garganta e tosse. Também foram citadas diferentes combinações de plantas empregadas na produção de garrafadas voltadas ao fortalecimento do organismo e ao alívio de diversas enfermidades, demonstrando que esses preparados representam muito mais do que práticas terapêuticas, expressando conhecimentos acumulados ao longo de décadas de convivência com os recursos naturais do semiárido.

Outro aspecto recorrente nas entrevistas foi a preocupação das participantes com a disponibilidade das plantas medicinais. Algumas relataram que determinadas espécies, antes facilmente encontradas nas áreas de Caatinga, tornaram-se menos frequentes devido ao

desmatamento, às mudanças no uso da terra e às alterações climáticas percebidas pela própria comunidade. Essa percepção aproxima o conhecimento tradicional das discussões atuais sobre conservação da biodiversidade, evidenciando que os moradores locais também desenvolvem formas próprias de monitorar as transformações ambientais.

Figura 1(a) e 1(b)- Algumas das mulheres que foram entrevistadas durante a pesquisa

Fonte: Elaboração própria (2026).

Esses resultados corroboram estudos que reconhecem os conhecimentos tradicionais como fundamentais para a conservação dos ecossistemas e para o uso sustentável da biodiversidade. Segundo Toledo e Barrera-Bassols (2015), as comunidades tradicionais acumulam conhecimentos ecológicos construídos ao longo de sucessivas gerações, contribuindo para práticas de manejo compatíveis com a manutenção dos recursos naturais. Da mesma forma, Diegues (2000) destaca que a preservação da diversidade biológica está diretamente relacionada à valorização da diversidade cultural, uma vez que ambas se fortalecem mutuamente.

Sob a perspectiva da Educação Ambiental que abrange o permeio de diferentes saberes e a valorização de todas as formas de conhecimento, a experiência demonstrou que o contato entre estudantes e mulheres detentoras desses conhecimentos favoreceu o reconhecimento da ciência presente nas práticas cotidianas da comunidade. Ao identificar as plantas medicinais, registrar suas formas de utilização e compreender sua importância histórica e cultural, os participantes passaram a perceber que a conservação da natureza também depende da valorização dos conhecimentos locais. Essa aproximação contribuiu para fortalecer o sentimento de pertencimento ao território e estimulou reflexões sobre a necessidade de preservar tanto a flora quanto a memória coletiva associada ao seu uso.

A experiência também evidenciou o protagonismo feminino na conservação dos saberes tradicionais. As entrevistadas desempenham papel essencial na manutenção desse patrimônio biocultural, atuando como transmissoras de conhecimentos sobre identificação, coleta, preparo e utilização das plantas medicinais. Esse protagonismo reforça a importância da participação das mulheres nas estratégias de educação para a sustentabilidade e na construção de ações voltadas à conservação da biodiversidade.

Como limitação da experiência, destaca-se que o número de participantes e o recorte territorial restringem a generalização dos resultados para outras realidades. Entretanto, essa característica não diminui a relevância do estudo, pois o objetivo central consistiu em registrar e valorizar uma experiência localizada, reconhecendo a riqueza dos conhecimentos produzidos pela própria comunidade. Nesse sentido, o relato demonstra que iniciativas fundamentadas no diálogo entre saberes científicos e tradicionais podem fortalecer a Educação Ambiental,

incentivar a conservação dos recursos naturais e contribuir para a salvaguarda do patrimônio biocultural do semiárido brasileiro.

4 CONCLUSÃO

A experiência desenvolvida permitiu compreender que os saberes tradicionais relacionados à produção de lambedores e garrafadas constituem um patrimônio biocultural de grande relevância para a comunidade de Itajá, já que, as entrevistas evidenciaram que esses conhecimentos, preservados principalmente pelas mulheres, ultrapassam sua finalidade terapêutica, representando formas de interação com a natureza construídas historicamente e transmitidas entre diferentes gerações, assim como, uma visão holística da educação ambiental.

Dessa maneira, ao haver a aproximação desses saberes do contexto educativo, foi possível fortalecer o diálogo entre o conhecimento científico e o conhecimento tradicional, evidenciando que ambos podem contribuir para a formação de uma consciência crítica voltada à sustentabilidade. Além de favorecer a valorização da identidade cultural local, a experiência despertou reflexões sobre a importância da conservação das plantas medicinais, da biodiversidade da Caatinga e da memória coletiva associada ao uso desses recursos naturais.

Outro aspecto relevante observado foi o protagonismo das mulheres como guardiãs dos conhecimentos tradicionais, desempenhando papel essencial na preservação da cultura local e na manutenção de práticas que incentivam o uso sustentável da biodiversidade. Reconhecer essas mulheres como produtoras de conhecimento representa um passo importante para ampliar a visibilidade de seus saberes e fortalecer ações de Educação Ambiental comprometidas com a justiça socioambiental e a valorização dos territórios.

Sendo assim, o presente relato de experiência demonstra que iniciativas fundamentadas na escuta, no respeito aos conhecimentos tradicionais e na aproximação entre escola, comunidade e universidade podem contribuir para a preservação do patrimônio de uma simbiose cultural e para a promoção da sustentabilidade. Espera-se que essa experiência incentive novas pesquisas e práticas educativas voltadas ao registro, à valorização e à salvaguarda dos saberes tradicionais, reconhecendo-os como elementos fundamentais para a construção de sociedades mais sustentáveis e culturalmente inclusivas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Maria da Conceição de. **Ciências da complexidade e educação: razão apaixonada e politização do pensamento.** 2. ed. rev. e ampl. Curitiba: Appris, 2017a.

ALMEIDA, Maria da Conceição de. **Complexidade, saberes científicos e saberes da tradição.** 2. ed. rev. e ampl. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017b.

ARAÚJO, Carlos Eduardo de; SÁ, Maria José Ribeiro de; ALMEIDA, Maria da Conceição de. **Para resistir à monocultura da mente: uma ode aos saberes indígenas.** Educação em Revista, Belo Horizonte, v. 36, e231352, 2020. DOI: 10.1590/0102-4698231352. Disponível em: SciELO. Acesso em: 29 jul. 2026.

DUARTE, M. L. A. S.; GUIMARÃES, H. R. C.; SILVA, M. M. P. **Trabalhando educação ambiental através da arte na terceira idade.** Revista eletrônica do mestrado de educação ambiental, v.25, 133-147p. 2010.

SHIVA, Vandana. **Monoculturas da mente: perspectivas da biodiversidade e da biotecnologia.** Tradução Abreu Azevedo. São Paulo: Gaia, 2003.

GOVERNANÇA AMBIENTAL E MODERNIZAÇÃO DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL BRASILEIRO: DESAFIOS E PERSPECTIVAS DA LEI Nº 15.190/2025

ALEXANDRE HÜLLER; PEDRO CARVALHO DE MENDONÇA; CAROLINE FASOLO

RESUMO

O licenciamento ambiental constitui um dos principais instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), exercendo função preventiva ao subsidiar a análise dos impactos ambientais decorrentes da implantação, ampliação e operação de atividades potencialmente poluidoras. A Lei nº 15.190, de 8 de agosto de 2025, instituiu um novo marco normativo para o licenciamento ambiental brasileiro ao estabelecer normas gerais aplicáveis em âmbito nacional e reorganizar seus procedimentos administrativos. Diante das mudanças introduzidas, este estudo teve como objetivo analisar as implicações da nova legislação para a governança ambiental, discutindo seus potenciais avanços e desafios à luz da literatura sobre Avaliação de Impacto Ambiental. A pesquisa caracteriza-se como qualitativa, exploratória e descritiva, desenvolvida por meio de análise documental da legislação ambiental brasileira e revisão narrativa da literatura nacional e internacional. Os resultados indicam que a Lei nº 15.190/2025 contribui para reduzir a fragmentação normativa, uniformizar procedimentos e ampliar a segurança jurídica do licenciamento ambiental. Entretanto, a ampliação de modalidades simplificadas e de mecanismos autodeclaratórios pode comprometer a efetividade do sistema quando desacompanhada de capacidade institucional compatível, fiscalização, monitoramento pós-licença, transparência e participação social. Conclui-se que a modernização promovida pela nova legislação representa uma oportunidade para aperfeiçoar a gestão ambiental brasileira, mas também impõe riscos que exigem acompanhamento contínuo de sua implementação e fortalecimento institucional para assegurar que os ganhos de eficiência administrativa não resultem em redução da capacidade preventiva do licenciamento ambiental. Somente a articulação desses fatores permitirá que os ganhos de eficiência administrativa sejam alcançados sem comprometer a função preventiva do licenciamento ambiental e os objetivos de proteção ambiental estabelecidos pela Política Nacional do Meio Ambiente.

Palavras-chave: Avaliação de Impacto Ambiental; capacidade institucional; sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

O licenciamento ambiental constitui um dos principais instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), exercendo função preventiva ao subsidiar a análise dos impactos ambientais decorrentes da implantação, ampliação e operação de atividades potencialmente poluidoras. Sua finalidade consiste em compatibilizar o desenvolvimento econômico com a conservação dos recursos naturais, contribuindo para a implementação do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado assegurado pelo artigo 225 da Constituição Federal (Brasil, 1981; Brasil, 1988).

No Brasil, o licenciamento ambiental consolidou-se como o principal mecanismo de operacionalização da Avaliação de Impacto Ambiental (AIA), reunindo procedimentos técnicos voltados à identificação, previsão, avaliação e mitigação dos impactos ambientais

DOI: 10.51189/vii-coninters/86587

antes da tomada de decisão pelo Poder Público (Sánchez, 2020). Em âmbito internacional, a literatura reconhece que sistemas de AIA desempenham papel estratégico na prevenção de danos ambientais e no aprimoramento da qualidade das decisões públicas, desde que estejam apoiados em instituições tecnicamente qualificadas, transparentes e dotadas de mecanismos eficazes de monitoramento e participação social (Morgan, 2012).

Apesar de sua relevância para a gestão ambiental, o sistema brasileiro de licenciamento passou a ser alvo de críticas relacionadas à morosidade processual, à fragmentação normativa entre os entes federativos, à insegurança jurídica e à heterogeneidade dos procedimentos adotados pelos órgãos licenciadores (Athayde et al. 2022). Essas limitações intensificaram as discussões acerca da necessidade de aperfeiçoamento do marco regulatório, buscando conciliar maior eficiência administrativa com a preservação das garantias ambientais e da capacidade preventiva do licenciamento.

Nesse contexto, foi promulgada a Lei nº 15.190, de 8 de agosto de 2025, instituindo normas gerais para o licenciamento ambiental em âmbito nacional. A nova legislação reorganiza competências administrativas, sistematiza modalidades de licenciamento, disciplina procedimentos simplificados e busca conferir maior uniformidade ao funcionamento do sistema brasileiro (Brasil, 2025). Embora essas mudanças tenham sido concebidas para ampliar a segurança jurídica e racionalizar a atuação da Administração Pública, seus reflexos sobre a governança ambiental, a capacidade institucional dos órgãos licenciadores e a efetividade da proteção ambiental ainda suscitam discussões no meio acadêmico e entre os formuladores de políticas públicas. Nesse cenário, torna-se pertinente analisar em que medida as alterações introduzidas pelo novo marco legal poderão influenciar a implementação do licenciamento ambiental brasileiro.

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar as principais implicações da Lei nº 15.190/2025 para a governança ambiental e a sustentabilidade institucional do licenciamento ambiental brasileiro, discutindo de que forma as mudanças introduzidas pelo novo marco regulatório podem contribuir para o aperfeiçoamento da gestão ambiental sem comprometer a função preventiva da Avaliação de Impacto Ambiental.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, desenvolvida por meio de pesquisa documental e revisão narrativa da literatura especializada. Realizou-se a análise crítica das alterações introduzidas pela Lei nº 15.190/2025 e de suas possíveis implicações para a governança ambiental e a sustentabilidade institucional do licenciamento ambiental brasileiro, tomando como referência o conhecimento consolidado sobre Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) (Gil, 2019; Sánchez, 2020).

A pesquisa documental compreendeu o exame dos principais instrumentos normativos que estruturam o licenciamento ambiental no Brasil, incluindo a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988, a Lei nº 6.938/1981 (Política Nacional do Meio Ambiente), a Lei Complementar nº 140/2011, as Resoluções CONAMA nº 001/1986 e nº 237/1997, bem como a Lei nº 15.190/2025, que instituiu normas gerais para o licenciamento ambiental em âmbito nacional (Brasil, 1981; Brasil, 1988; Brasil, 2011; CONAMA, 1986; CONAMA, 1997; BRASIL, 2025).

De forma complementar, realizou-se revisão narrativa da literatura nacional e internacional sobre licenciamento ambiental, Avaliação de Impacto Ambiental, governança ambiental, eficiência regulatória, participação pública e capacidade institucional. Para subsidiar a discussão foram utilizados, como principais referenciais teóricos, os estudos de Sánchez (2020), Morgan (2012) e Cashmore et al. (2004), além das diretrizes elaboradas pela *International Association for Impact Assessment* (IAIA, 1999).

DOI: 10.51189/vii-coninters/86587

A análise dos dados foi conduzida de forma interpretativa, confrontando as principais inovações introduzidas pela Lei nº 15.190/2025 com os fatores apontados pela literatura como determinantes para a efetividade dos sistemas de licenciamento ambiental. A discussão concentrou-se na avaliação das possíveis repercussões do novo marco legal sobre a governança ambiental, considerando aspectos relacionados à organização institucional, à capacidade administrativa dos órgãos ambientais, à qualidade da tomada de decisão, à transparência dos processos e aos mecanismos de controle e acompanhamento ambiental.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 A REORGANIZAÇÃO NORMATIVA DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL BRASILEIRO

A Lei nº 15.190/2025 constitui a primeira iniciativa de estabelecer normas gerais para o licenciamento ambiental em âmbito nacional, reduzindo a dispersão normativa que historicamente caracterizou esse instrumento. Até sua promulgação, o licenciamento era disciplinado por dispositivos constitucionais, legislação federal, normas estaduais, resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e regulamentos administrativos, favorecendo interpretações distintas entre os órgãos licenciadores (Brasil, 1981; Brasil, 2011; Brasil, 2025).

A uniformização dos procedimentos tende a ampliar a segurança jurídica, reduzir conflitos de competência e conferir maior previsibilidade às decisões administrativas. Além disso, critérios nacionais favorecem a integração entre os entes federativos e a adoção de sistemas digitais, bases de dados compartilhadas e plataformas eletrônicas de gestão, instrumentos reconhecidos por aumentar a eficiência dos processos administrativos (Sánchez, 2020).

Entretanto, a experiência internacional demonstra que a efetividade da Avaliação de Impacto Ambiental não depende apenas da existência de um marco regulatório uniforme. A qualidade das decisões permanece condicionada à capacidade técnica dos órgãos ambientais, à disponibilidade de informações, à independência das equipes responsáveis pelas análises e à continuidade das ações de monitoramento e fiscalização (Morgan, 2012).

Da mesma forma, alterações procedimentais produzem resultados limitados quando não são acompanhadas pelo fortalecimento institucional necessário para sua implementação. Limitações relacionadas à disponibilidade de recursos humanos, infraestrutura técnica e capacidade operacional podem comprometer a aplicação das novas regras e reduzir os efeitos esperados da reforma (Cashmore et al. 2004).

Assim, a Lei nº 15.190/2025 representa um avanço importante para a organização do licenciamento ambiental brasileiro, mas sua efetividade dependerá da capacidade dos órgãos ambientais em transformar a uniformização normativa em procedimentos tecnicamente consistentes, transparentes e capazes de assegurar a função preventiva da Avaliação de Impacto Ambiental (Morgan, 2012).

3.2 SIMPLIFICAÇÃO ADMINISTRATIVA, LICENCIAMENTO E EFETIVIDADE AMBIENTAL

A Lei nº 15.190/2025 ampliou a adoção de modalidades simplificadas de licenciamento, especialmente por meio da regulamentação da Licença por Adesão e Compromisso (LAC) e da definição de procedimentos diferenciados para atividades de reduzido potencial de impacto ambiental (BRASIL, 2025). Quando fundamentada em critérios técnicos consistentes, essa abordagem permite concentrar recursos humanos e institucionais na avaliação de empreendimentos de maior complexidade, reduzindo custos administrativos e aumentando a eficiência do licenciamento (Morgan, 2012). Entretanto, a literatura destaca que a simplificação também amplia os riscos de enquadramentos

inadequados, capazes de submeter atividades potencialmente impactantes a procedimentos menos rigorosos e comprometer a função preventiva da Avaliação de Impacto Ambiental (Sánchez, 2020).

Os mecanismos autodeclaratórios reforçam esse desafio ao transferirem parte do controle ambiental para as etapas posteriores à emissão da licença. Nesses casos, a efetividade do sistema passa a depender ainda mais de auditorias, fiscalização e monitoramento contínuo, preservando a responsabilidade do Estado pela verificação do cumprimento das condicionantes ambientais (Sánchez, 2020).

A literatura também ressalta que a efetividade do licenciamento não pode ser medida apenas pela redução do tempo de tramitação, mas por sua capacidade de prevenir impactos ambientais e assegurar a implementação das medidas de controle ao longo do ciclo de vida dos empreendimentos (Cashmore et al. 2004). Assim, a adoção de procedimentos simplificados exige mecanismos permanentes de monitoramento, avaliação de desempenho e revisão dos critérios de enquadramento, permitindo corrigir distorções identificadas durante sua implementação.

Dessa forma, as modalidades simplificadas previstas na Lei nº 15.190/2025 representam uma oportunidade para racionalizar o licenciamento ambiental, mas também introduzem riscos que exigem critérios técnicos transparentes, fortalecimento institucional e fiscalização efetiva. Sem esses requisitos, os ganhos de eficiência administrativa podem ocorrer em detrimento da capacidade preventiva que caracteriza a Avaliação de Impacto Ambiental (Morgan, 2012; Sánchez, 2020).

3.3 CAPACIDADE INSTITUCIONAL, FISCALIZAÇÃO E GOVERNANÇA AMBIENTAL

A literatura demonstra que a efetividade do licenciamento ambiental depende menos da sofisticação da legislação do que da capacidade institucional dos órgãos responsáveis por sua implementação (Morgan, 2012; Cashmore et al. 2004). No Brasil, esse desafio é ampliado pelas diferenças estruturais entre os órgãos ambientais federais, estaduais e municipais, que apresentam distintos níveis de disponibilidade de recursos humanos, infraestrutura tecnológica e capacidade operacional.

Embora a Lei nº 15.190/2025 estabeleça diretrizes gerais para uniformizar os procedimentos administrativos, sua aplicação ocorrerá em contextos institucionais heterogêneos. Enquanto alguns órgãos dispõem de equipes técnicas especializadas, sistemas informatizados e programas permanentes de monitoramento, outros enfrentam limitações de pessoal, restrições orçamentárias e dificuldades para fiscalizar o cumprimento das condicionantes ambientais (Athayde et al. 2022).

Essas diferenças influenciam diretamente a qualidade do licenciamento. A emissão da licença representa apenas uma etapa da gestão ambiental, cuja efetividade depende da fiscalização contínua, do acompanhamento das condicionantes e da capacidade de resposta do poder público diante de situações de descumprimento (Sánchez, 2020). A ampliação de modalidades simplificadas reforça essa necessidade, pois parte do controle ambiental passa a concentrar-se na fiscalização posterior à emissão da licença, exigindo estruturas capazes de realizar auditorias, inspeções e monitoramento sistemático dos empreendimentos.

O fortalecimento institucional também depende da incorporação de tecnologias aplicadas à gestão ambiental. Ferramentas como sensoriamento remoto, sistemas de informações geográficas (SIG), plataformas digitais integradas e inteligência artificial ampliam a capacidade de monitoramento, reduzem custos operacionais e tornam as ações fiscalizatórias mais eficientes (Morgan, 2012). Entretanto, seus resultados estão condicionados a investimentos contínuos em infraestrutura, capacitação técnica e integração entre os diferentes níveis de governo.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86587

A implementação da Lei nº 15.190/2025, portanto, dependerá da capacidade do Estado em transformar as diretrizes legais em procedimentos tecnicamente qualificados, transparentes e permanentemente monitorados. Nesse processo, o fortalecimento institucional constitui requisito indispensável para que a modernização normativa produza avanços efetivos na governança ambiental e na qualidade do licenciamento ambiental brasileiro.

3.4 TRANSPARÊNCIA, PARTICIPAÇÃO SOCIAL E DESAFIOS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DA LEI Nº 15.190/2025

A efetividade da Lei nº 15.190/2025 também dependerá da preservação da transparência e da participação social, reconhecidas como elementos essenciais da governança ambiental. A literatura demonstra que processos decisórios mais transparentes, associados ao acesso às informações ambientais e à participação dos diferentes atores sociais, contribuem para aumentar a qualidade e a legitimidade das decisões relacionadas ao licenciamento ambiental (Morgan, 2012).

No Brasil, esses mecanismos consolidaram-se especialmente nos empreendimentos sujeitos à elaboração de Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), nos quais as audiências públicas ampliam o diálogo entre o poder público, os empreendedores e as comunidades potencialmente afetadas (CONAMA, 1986; Sánchez, 2020). A digitalização dos processos administrativos, a disponibilização eletrônica dos estudos ambientais e a integração de bases de dados podem fortalecer esse processo, ampliando o controle social e a transparência da gestão ambiental.

Outro desafio refere-se ao acompanhamento das condicionantes ambientais após a emissão da licença. A prevenção de impactos depende da verificação contínua do cumprimento das medidas estabelecidas durante o licenciamento, exigindo sistemas permanentes de monitoramento, fiscalização e avaliação de desempenho (Sánchez, 2020). Nesse contexto, a ampliação de procedimentos simplificados torna ainda mais importante o uso de tecnologias de monitoramento, geoprocessamento e integração de dados para apoiar as atividades de fiscalização (Athayde et al. 2022).

A literatura também evidencia que reformas legais produzem resultados mais consistentes quando acompanhadas por processos contínuos de avaliação e aperfeiçoamento institucional. A revisão periódica dos procedimentos e a utilização de indicadores de desempenho permitem ajustar o sistema de licenciamento às necessidades identificadas durante sua implementação (Morgan, 2012).

Assim, a Lei nº 15.190/2025 representa um avanço na organização do licenciamento ambiental brasileiro, mas sua consolidação dependerá da capacidade dos órgãos ambientais em combinar eficiência administrativa, transparência, participação social e monitoramento contínuo, preservando os objetivos de proteção ambiental estabelecidos pela Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981; CASHMORE Et al. 2004; MORGAN, 2012;).

4 CONCLUSÃO

A Lei nº 15.190/2025 representa um marco na organização do licenciamento ambiental brasileiro ao estabelecer normas gerais destinadas a uniformizar procedimentos, reduzir a fragmentação normativa e ampliar a segurança jurídica. Contudo, a análise realizada demonstra que os resultados da reforma dependerão menos das alterações legislativas e mais da capacidade dos órgãos ambientais em implementar os novos instrumentos de forma eficiente e tecnicamente qualificada.

A uniformização dos procedimentos e a ampliação das modalidades simplificadas podem contribuir para tornar o licenciamento mais ágil e racional, desde que acompanhadas por critérios técnicos consistentes, fiscalização efetiva e monitoramento permanente. Da mesma forma, a transparência, a participação social e a integração entre os diferentes níveis

DOI: 10.51189/vii-coninters/86587

de governo permanecem elementos indispensáveis para fortalecer a governança ambiental e assegurar a credibilidade do sistema de licenciamento.

Conclui-se que a modernização promovida pela Lei nº 15.190/2025 constitui uma oportunidade para aperfeiçoar a gestão ambiental brasileira, mas também introduz riscos que exigem atenção durante sua implementação, especialmente quanto ao uso de procedimentos simplificados e mecanismos autodeclaratórios**.** A efetividade da reforma dependerá do fortalecimento institucional, da qualificação técnica dos órgãos ambientais e da avaliação contínua de seus resultados. Somente a articulação desses fatores permitirá que os ganhos de eficiência administrativa sejam alcançados sem comprometer a função preventiva do licenciamento ambiental e os objetivos de proteção ambiental estabelecidos pela Política Nacional do Meio Ambiente.

REFERÊNCIAS

ATHAYDE, S. et al. The Politics of Environmental Licensing in Brazil: Challenges and Perspectives for Environmental Governance. **Environmental Science** *& Policy*, v. 132, p. 151–160, 2022.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 set. 1981.

BRASIL. **Lei Complementar nº 140, de 8 de dezembro de 2011**. Fixa normas para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes da competência comum relativa à proteção do meio ambiente. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 dez. 2011.

BRASIL. **Lei nº 15.190, de 8 de agosto de 2025**. Institui normas gerais para o licenciamento ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 11 ago. 2025.

CASHMORE, M.; GWEDE, M.; BOND, A.; COBB, D. The role and functioning of environmental assessment: theoretical reflections upon an empirical investigation of causation**. Journal of Environmental Management**, v. 72, n. 4, p. 295–310, 2004.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a Avaliação de Impacto Ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Dispõe sobre procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 dez. 1997.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR IMPACT ASSESSMENT (IAIA). **IAIA Principles of Environmental Impact Assessment Best Practice**. Fargo: IAIA, 1999.

MORGAN, R. K. Environmental Impact Assessment: the state of the art**. Impact Assessment and Project Appraisa***l*, v. 30, n. 1, p. 5–14, 2012.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2020.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86587

A MÁQUINA DE CRESCIMENTO VERDE EM PASSOS (MG): INFRAESTRUTURA DE DRENAGEM, VALORIZAÇÃO IMOBILIÁRIA E GENTRIFICAÇÃO VERDE

MATEUS HENRIQUE GUEDES CARDOSO

RESUMO

A urbanização brasileira tem ampliado problemas associados à drenagem, à impermeabilização do solo e à ocupação de fundos de vale, exigindo obras públicas capazes de reduzir alagamentos e riscos urbanos. No entanto, intervenções ambientais não são neutras: ao qualificarem áreas específicas, podem alterar a paisagem, reduzir a percepção de risco e reforçar expectativas de valorização imobiliária. Este resumo expandido analisa a bacia de contenção de águas pluviais em implantação na Avenida Sabiá, em Passos (MG), entre os bairros Eldorado e Muarama, como obra pública de drenagem e como elemento de uma frente urbana em transformação. O objetivo é compreender como uma infraestrutura ambiental necessária pode participar da produção seletiva do espaço urbano, articulando proteção contra alagamentos, qualificação paisagística, interesse imobiliário e indícios iniciais de gentrificação verde. A pesquisa tem caráter qualitativo, exploratório e analítico, baseada em revisão bibliográfica, análise de documentos institucionais, consulta ao Plano Diretor Participativo de Passos, levantamento de informações sobre áreas de risco, observação de campo, registros fotográficos e leitura espacial do entorno imediato da intervenção. Os resultados indicam que a bacia responde a uma demanda real de drenagem, mas também qualifica uma área marcada por empreendimentos em implantação, condomínio consolidado e lotes vagos. Essa condição sugere um processo em formação, no qual a infraestrutura, a paisagem e o mercado imobiliário podem se reforçar mutuamente. O estudo não afirma a existência de gentrificação verde consolidada em Passos, mas identifica sinais territoriais, simbólicos e institucionais que exigem atenção pública. Conclui-se que obras ambientais financiadas coletivamente devem ser acompanhadas por instrumentos de controle da valorização, políticas de permanência e investimentos em drenagem nos demais pontos críticos da cidade, para que a proteção ambiental funcione como direito coletivo e não como privilégio de localização.

Palavras-chave: Justiça socioambiental; Planejamento territorial; Resiliência urbana.

1 INTRODUÇÃO

A urbanização brasileira ampliou problemas relacionados à drenagem urbana, à impermeabilização do solo e à ocupação de áreas ambientalmente sensíveis. Em muitas cidades, fundos de vale, margens de córregos e áreas sujeitas a alagamentos foram incorporados à malha urbana sem infraestrutura suficiente para lidar com o escoamento das águas pluviais. Nesse contexto, obras de drenagem, contenção e qualificação ambiental tornam-se necessárias para reduzir riscos, proteger a população e melhorar o funcionamento urbano.

No entanto, intervenções ambientais não produzem apenas efeitos técnicos. Quando uma obra pública reduz a percepção de risco, melhora a paisagem e qualifica uma área específica da cidade, ela também pode alterar expectativas de uso e de investimento no entorno. Esse processo exige atenção porque a sustentabilidade urbana, quando não acompanhada de instrumentos de controle territorial e redistribuição dos benefícios, pode reforçar desigualdades

DOI: 10.51189/vii-coninters/86588

já existentes. A literatura sobre gentrificação verde mostra que projetos ambientais podem ampliar qualidade urbana, mas também participar de processos de valorização imobiliária e exclusão socioespacial quando seus benefícios se concentram em áreas acessíveis a grupos com maior poder econômico (Anguelovski, 2016; Gould; Lewis, 2017).

Essa discussão dialoga com a noção de máquina de crescimento urbana, formulada por Molotch (1976), segundo a qual a cidade pode ser mobilizada como meio de produção de renda a partir da valorização da terra. Em leituras mais recentes, essa lógica passa a envolver também intervenções ambientais, paisagísticas e climáticas, nas quais a qualificação verde do espaço urbano pode se articular ao interesse imobiliário. Nesses casos, a questão não é negar a importância das obras ambientais, mas compreender como seus efeitos são distribuídos e quem se beneficia da valorização produzida.

O caso analisado neste resumo expandido é a bacia de contenção de águas pluviais em implantação na Avenida Sabiá, em Passos (MG), no entroncamento com a Avenida Eldorado, entre os bairros Eldorado e Muarama. A obra é apresentada pelo poder público como intervenção voltada à redução de alagamentos e à urbanização do entorno. Ao mesmo tempo, insere-se em uma área marcada pela presença de empreendimentos em implantação, condomínio consolidado e lotes vagos, o que permite interpretá-la como parte de uma frente urbana em transformação.

O objetivo deste trabalho é analisar a bacia de contenção da Avenida Sabiá como obra pública de drenagem e como elemento de qualificação urbana capaz de participar de expectativas de valorização imobiliária. Busca-se compreender de que modo uma infraestrutura ambiental necessária pode se articular à produção seletiva do espaço urbano, indicando sinais iniciais de uma máquina de crescimento verde em escala local. O estudo não afirma a existência de gentrificação verde consolidada em Passos, mas examina indícios territoriais, simbólicos e institucionais que ajudam a discutir a relação entre drenagem, paisagem, valorização imobiliária e justiça socioambiental.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa tem caráter qualitativo, exploratório e analítico, estruturada como estudo de caso da bacia de contenção de águas pluviais em implantação na Avenida Sabiá, em Passos (MG). A escolha do caso se justifica por reunir, em uma mesma intervenção urbana, uma demanda real de drenagem, a qualificação paisagística de um fundo de vale e sinais de transformação do entorno imediato. O estudo não busca medir quantitativamente a valorização imobiliária, mas interpretar indícios territoriais, institucionais e simbólicos associados à implantação da obra.

Os procedimentos metodológicos foram organizados em quatro etapas complementares. A primeira consistiu em revisão bibliográfica sobre máquina de crescimento urbana, gentrificação verde, valorização fundiária, justiça ambiental e resiliência urbana. Essa etapa permitiu construir a base teórica necessária para compreender a relação entre infraestrutura ambiental, produção do espaço urbano e apropriação seletiva dos benefícios gerados por investimentos públicos.

A segunda etapa envolveu análise documental de materiais institucionais e normativos relacionados ao caso. Foram consultadas informações divulgadas pela Prefeitura Municipal de Passos sobre a bacia de contenção da Avenida Sabiá, o Plano Diretor Participativo do município, previsto na Lei Complementar nº 071/2022 (Passos, 2022), e dados técnicos recentes sobre áreas de risco divulgados pelo Serviço Geológico do Brasil. Esses documentos foram utilizados para compreender como a obra é apresentada institucionalmente, quais problemas urbanos pretende enfrentar e em que contexto mais amplo de vulnerabilidade hídrica ela se insere.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86588

A terceira etapa consistiu em observação de campo e leitura territorial do entorno imediato da intervenção. Foram considerados registros fotográficos, a localização da bacia em relação às avenidas Sabiá e Eldorado, a proximidade com os bairros Eldorado e Muarama, a presença de empreendimentos em implantação, condomínio consolidado e lotes vagos. Essa observação permitiu interpretar a área como frente urbana em transformação, evitando tratá-la como espaço plenamente consolidado ou como processo de gentrificação já concluído.

A quarta etapa correspondeu à síntese crítica dos dados levantados. Nessa etapa, os elementos empíricos foram analisados à luz da literatura selecionada, buscando compreender como uma obra pública de drenagem pode, ao mesmo tempo, responder a um problema urbano real e participar de expectativas de valorização do solo. A análise adotou postura cautelosa: não se afirma a existência de gentrificação verde consolidada em Passos, mas se examinam indícios de uma valorização ambiental seletiva em formação.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A bacia de contenção da Avenida Sabiá responde a um problema urbano concreto. Passos (MG) apresenta histórico de alagamentos em diferentes pontos da cidade, situação associada à impermeabilização do solo, à ocupação de áreas próximas a cursos d'água e às limitações da infraestrutura de drenagem. O levantamento recente do Serviço Geológico do Brasil também reforça essa leitura ao identificar áreas de risco alto no município, com processos relacionados a inundações, deslizamentos e deficiências na drenagem urbana (Serviço Geológico do Brasil, 2026). Assim, a obra não deve ser interpretada como intervenção dispensável ou apenas paisagística. Ela parte de uma demanda real por proteção contra alagamentos.

Figura 1 – Localização da bacia de contenção e sistema hídrico urbano de Passos (MG).
Fonte: elaborada pelo autor (2026), com base em imagem de satélite do Google Earth.

A localização da bacia ajuda a compreender sua importância urbana. A intervenção está situada na Avenida Sabiá, no entroncamento com a Avenida Eldorado, entre os bairros Eldorado e Muarama. Trata-se de uma área vinculada ao sistema de drenagem local e próxima a fundos de vale incorporados à malha urbana. Essa condição reforça a pertinência técnica da obra, pois a contenção e a liberação gradual das águas pluviais podem reduzir parte dos impactos provocados por chuvas intensas.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86588

A localização também evidencia que a intervenção não atua sobre um vazio urbano, mas sobre uma área de contato entre infraestrutura viária, sistema hídrico e expansão imobiliária recente. Por isso, a leitura da bacia exige considerar simultaneamente sua função hidráulica e sua inserção em uma frente urbana em transformação.

Figura 2 – Registros históricos de alagamentos em Passos (MG).
Fonte: (A) Centro de Memória Social – UEMG Unidade Passos ([s.d.]); (B) G1 Sul de Minas/EPTV (2022).

Os registros de alagamentos mostram que a drenagem é um problema municipal, e não apenas uma questão localizada no entorno da Avenida Sabiá. Essa constatação é relevante porque impede uma leitura simplificada da obra. A bacia pode contribuir para reduzir riscos em uma área específica, mas não resolve sozinha a vulnerabilidade hídrica do município. Por isso, sua análise precisa considerar tanto sua função técnica quanto seus efeitos territoriais.

A comunicação institucional da Prefeitura Municipal de Passos apresenta a bacia como obra voltada à redução de alagamentos e à urbanização do entorno da Avenida Sabiá. A intervenção é divulgada como infraestrutura de drenagem capaz de reter parte das águas pluviais e liberá-las de forma gradual, reduzindo impactos em períodos de chuva intensa (Prefeitura Municipal de Passos, 2026). Essa função é relevante. O problema não está em reconhecer sua necessidade, mas em observar que obras ambientais também modificam a paisagem, reduzem a percepção de risco e podem alterar expectativas de uso e investimento no entorno.

Esse é o ponto em que a análise deixa de tratar a drenagem apenas como solução técnica e passa a entendê-la como produção de espaço urbano. A literatura sobre gentrificação verde mostra que intervenções ambientais podem melhorar a qualidade urbana, mas também participar de processos de valorização imobiliária e exclusão socioespacial quando seus benefícios se concentram em áreas acessíveis a grupos com maior poder econômico (Anguelovski, 2016; Gould; Lewis, 2017). No caso da Avenida Sabiá, essa tensão aparece porque a obra se insere em uma área ainda aberta à transformação.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86588

Figura 3 – Bacia de contenção e empreendimentos no entorno imediato da Avenida Sabiá.
Fonte: acervo do autor (2026) e material de divulgação dos empreendimentos.
Nota: (A) choperia em implantação; (B) condomínio Monte Líbano; (C) Edifício Gurian em obras.

A observação do entorno imediato indica a presença de empreendimentos em implantação, condomínio consolidado e lotes vagos. Esses elementos não comprovam gentrificação verde consolidada. Afirmar isso seria ir além da evidência disponível. O que eles indicam, de modo mais preciso, é a existência de uma frente urbana em formação, na qual a qualificação ambiental pode reforçar expectativas privadas de valorização. Os lotes vagos são especialmente importantes nessa leitura, pois mostram que a área não está plenamente consolidada e permanece disponível para novos usos, investimentos e disputas pelo valor do solo.

Nesse processo, a bacia assume papel subsidiário ou emergente. Ela não explica sozinha a valorização do entorno, mas se soma à localização, à presença de empreendimentos, ao condomínio já consolidado e à disponibilidade de terrenos. A noção de máquina de crescimento urbana ajuda a interpretar essa articulação. Para Molotch (1976), a cidade pode ser mobilizada como meio de produção de renda a partir da valorização da terra. Em sua forma verde, essa lógica incorpora elementos ambientais, paisagísticos e climáticos como ativos urbanos. A drenagem, nesse caso, não aparece apenas como infraestrutura funcional; também participa da construção simbólica de uma área mais segura, qualificada e atrativa.

A questão distributiva torna-se mais evidente porque a obra é financiada com recursos públicos, enquanto parte de seus efeitos econômicos tende a incidir sobre terrenos, imóveis e empreendimentos localizados no entorno. Smolka (2013) mostra que investimentos públicos e obras de infraestrutura podem gerar valorização fundiária apropriada por agentes privados quando não há mecanismos de recuperação desse valor. No caso analisado, os materiais institucionais consultados destacam a drenagem, a urbanização e a melhoria do entorno, mas não indicam instrumentos claros de captura da valorização, proteção habitacional ou garantia de permanência. Essa ausência não torna a obra irregular ou desnecessária; mostra, porém, que seus efeitos precisam ser governados.

A valorização ambiental também pode produzir exclusão sem expulsão direta. Marcuse (1985) demonstra que a gentrificação não se limita ao deslocamento imediato de moradores, pois também ocorre quando determinados grupos deixam de acessar uma área porque os preços sobem, os usos mudam e o território passa a ser produzido para outro perfil social. Na Avenida

Sabiá, a questão central não é afirmar que já houve deslocamento, mas perguntar quem poderá acessar e permanecer próximo da proteção, da paisagem e da infraestrutura produzidas pela intervenção.

Do ponto de vista da justiça socioambiental, a bacia revela uma ambiguidade. Ela protege, mas essa proteção pode permanecer localizada. Acselrad, Mello e Bezerra (2009) mostram que a injustiça ambiental ocorre quando riscos e danos recaem com mais força sobre populações vulnerabilizadas, enquanto benefícios ambientais são apropriados por grupos com maior poder econômico e político. Em Passos, a obra pode reduzir parte dos problemas de drenagem em uma área específica, mas precisa estar articulada a uma política municipal mais ampla para as águas urbanas. Sem essa articulação, a infraestrutura ambiental tende a qualificar uma área valorizável enquanto outros trechos da cidade continuam dependentes de soluções futuras.

A bacia da Avenida Sabiá, portanto, deve ser compreendida como intervenção necessária, mas não neutra. Sua relevância técnica não elimina seus efeitos socioespaciais. Ao mesmo tempo em que contribui para a drenagem urbana, a obra melhora a paisagem, reduz a percepção de risco e pode reforçar expectativas de valorização imobiliária. O desafio público não é interromper esse tipo de intervenção, mas vinculá-la a instrumentos de controle da valorização, investimentos em outros pontos críticos e medidas de permanência. A sustentabilidade urbana só cumpre função coletiva quando a proteção ambiental não se converte em privilégio de localização.

4 CONCLUSÃO

A análise da bacia de contenção da Avenida Sabiá mostra que uma obra pública de drenagem pode responder a uma demanda real de proteção contra alagamentos e, ao mesmo tempo, produzir efeitos que ultrapassam sua função técnica. No caso estudado, a intervenção melhora a paisagem, reduz a percepção de risco e qualifica uma área ainda aberta à transformação urbana.

O estudo não comprova a existência de gentrificação verde consolidada em Passos. O que se identifica é um processo em formação, marcado pela presença da bacia, de empreendimentos em implantação, de condomínio consolidado, de lotes vagos e de expectativas de valorização no entorno. Esses elementos sugerem que infraestrutura ambiental, paisagem urbana e interesse imobiliário podem se reforçar mutuamente em escala local.

A principal contribuição do trabalho está em mostrar que a sustentabilidade urbana não deve ser avaliada apenas pela execução de obras ambientais, mas também pela distribuição dos seus benefícios. Quando uma intervenção financiada com recursos públicos qualifica uma área valorizável sem instrumentos claros de controle da valorização e proteção da permanência, há risco de que a proteção ambiental se converta em privilégio de localização.

Como limitação, o estudo não mede variações de preço dos imóveis nem comprova deslocamentos populacionais. Sua contribuição está na identificação de indícios territoriais, simbólicos e institucionais que exigem acompanhamento público. Pesquisas futuras podem aprofundar a análise por meio de levantamento de preços, entrevistas com moradores, acompanhamento da ocupação dos lotes vagos e avaliação dos instrumentos urbanísticos aplicados no entorno da obra.

Conclui-se que a bacia da Avenida Sabiá deve ser compreendida como intervenção necessária, mas não neutra. Para que seu potencial público seja ampliado, ela precisa estar articulada a uma política municipal de drenagem, a mecanismos de recuperação da valorização e a medidas que garantam permanência e acesso aos benefícios urbanos produzidos. A proteção ambiental só cumpre sua função coletiva quando protege sem excluir.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86588

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, Henri; MELLO, Cecília Campello do Amaral; BEZERRA, Gustavo das Neves. **O que é justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

ANGUELOVSKI, Isabelle. From toxic sites to parks as (green) LULUs? New challenges of inequity, privilege, gentrification, and exclusion for urban environmental justice. **Journal of Planning Literature**, v. 31, n. 1, p. 23-36, 2016. DOI: 10.1177/0885412215610491.

CENTRO DE MEMÓRIA SOCIAL – UEMG UNIDADE PASSOS. **Acervo fotográfico: registros históricos de alagamentos em Passos (MG)**. Passos: Universidade do Estado de Minas Gerais, [s.d.].

FORTE chuva deixa avenidas e ruas alagadas em Passos; fotos. **G1 Sul de Minas**, 10 fev. 2022. Disponível em: https://g1.globo.com/mg/sul-de-minas/noticia/2022/02/10/forte-chuva-deixa-avenidas-e-ruas-alagadas-em-passos-fotos.ghtml. Acesso em: 20 jul. 2026.

GOOGLE EARTH. **Passos, Minas Gerais**. Imagem de satélite. 2026. Disponível em: https://earth.google.com/. Acesso em: 20 jul. 2026.

GOULD, Kenneth A.; LEWIS, Tammy L. **Green gentrification: urban sustainability and the struggle for environmental justice**. New York: Routledge, 2017.

MARCUSE, Peter. Gentrification, abandonment, and displacement: connections, causes, and policy responses in New York City. **Urban Law Annual; Journal of Urban and Contemporary Law**, v. 28, p. 195-240, 1985.

MOLOTCH, Harvey. The city as a growth machine: toward a political economy of place. **American Journal of Sociology**, v. 82, n. 2, p. 309-332, 1976. DOI: 10.1086/226311.

PASSOS. **Lei Complementar nº 071, de 12 de janeiro de 2022**. Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Passos. Passos, MG, 12 jan. 2022. Disponível em: https://www.passos.mg.gov.br/biblioteca-do-desenvolvimento. Acesso em: 20 jul. 2026.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PASSOS. Prefeitura autoriza construção de bacia de contenção na Avenida Sabiá. **Portal da Prefeitura Municipal de Passos**, Passos, 16 jan. 2026. Disponível em: https://www.passos.mg.gov.br/portal/noticias/0/3/4306/prefeitura-autoriza-construcao-de-bacia-de-contencao-na-avenida-sabia/. Acesso em: 20 jul. 2026.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Estudos identificam áreas de risco geológico em Passos e São Roque de Minas, em Minas Gerais. **Serviço Geológico do Brasil**, Brasília, 7 jul. 2026. Atualizado em: 8 jul. 2026. Disponível em: https://www.sgb.gov.br/sala-de-imprensa/-/asset_publisher/ujyx/content/estudos-identificam-areas-de-risco-geologico-em-passos-e-sao-roque-de-minas-em-minas-gerais. Acesso em: 20 jul. 2026.

SMOLKA, Martim O. **Implementing value capture in Latin America: policies and tools for urban development**. Cambridge, MA: Lincoln Institute of Land Policy, 2013.

CONSTRUÇÃO DE UM MODELO INTEGRADO DE SUSTENTABILIDADE EM UMA INSTITUIÇÃO DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL: A EXPERIÊNCIA DOS RESTAURANTES-ESCOLA DO SENAC BAHIA

CARLOS ALBERTO FREITAS NEVES; MAIBI SANTANA TEIXEIRA MARQUES; TANIA MOTTA DE SOUSA; SIDNEY SANTOS LEAL; SUELEN DE JESUS TITO; ALICE PEREIRA MIRANDA DE CASTRO

RESUMO

A sustentabilidade em serviços de alimentação exige a articulação entre gestão climática, uso de recursos, planejamento de cardápios, cadeia de abastecimento, tratamento de resíduos e formação profissional. Este trabalho teve como objetivo analisar como essas práticas foram integradas na construção e expansão do modelo adotado pelos Restaurantes-Escola Senac Casa do Comércio e Senac Pelourinho, em Salvador, Bahia. Trata-se de um relato de experiência institucional, de caráter descritivo e analítico, baseado na trajetória desenvolvida entre 2021 e 2026. A sistematização considerou inventários de gases de efeito estufa, planos de mitigação, certificados, registros operacionais, documentos de gestão de resíduos e indicadores de atendimento e intensidade de emissões. A análise foi organizada em quatro dimensões: governança climática; operação gastronômica de baixo carbono; economia circular e cadeia de valor; e educação profissional para a sustentabilidade. Na Casa do Comércio, a intensidade de emissões foi reduzida de 17,45 para 12,83 $kgCO_2eq$ por pessoa atendida entre 2021 e 2024, correspondendo a uma queda acumulada de 26,5%, mesmo com a ampliação do atendimento. Os resultados também evidenciaram a predominância das emissões indiretas, com destaque para matérias-primas, deslocamento, transportes e resíduos, indicando que os principais desafios de mitigação se concentram na cadeia de valor. A experiência incorporou energia renovável, revisão de cardápios, redução de descartáveis, segregação de resíduos, logística reversa, tratamento da fração orgânica e articulação com cooperativas e fornecedores locais. A ampliação para o Pelourinho demonstrou a possibilidade de aplicar diretrizes comuns em contextos operacionais e territoriais distintos. Conclui-se que a experiência permitiu estruturar um modelo integrado ainda em consolidação, cujo diferencial está na articulação entre operação, monitoramento ambiental e potencial formativo dos ambientes reais de trabalho. Permanecem como limitações a ausência de indicadores educacionais consolidados, a necessidade de ampliar os dados sobre fornecedores e o desafio de reduzir as emissões absolutas, e não apenas sua intensidade.

Palavras-chave: Aprendizagem aplicada; Gestão de resíduos; Governança climática.

1 INTRODUÇÃO

A produção de refeições envolve o consumo de alimentos, água, energia, embalagens e outros materiais, além da geração de resíduos em diferentes etapas da operação. Ao analisarem publicações sobre restaurantes brasileiros, Strasburg e Jahno (2017) identificaram impactos relacionados ao desperdício de alimentos, ao consumo de recursos naturais e ao acondicionamento, à reciclagem e à destinação de resíduos. Esse cenário evidencia que a sustentabilidade nos serviços de alimentação não deve se restringir a ações pontuais, mas abranger o conjunto dos processos de aquisição, produção, distribuição e destinação.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86601

A incorporação das práticas sustentáveis, entretanto, pode ocorrer com intensidades distintas nos diferentes processos de um serviço de alimentação. Em pesquisa realizada com quatro Unidades de Alimentação e Nutrição hospitalares, Silva, Carneiro e Cardoso (2022) verificaram que as unidades adotavam, em média, 93,8% das ações relacionadas aos procedimentos de higienização, enquanto as práticas referentes à geração, à coleta, ao armazenamento e à destinação de resíduos alcançavam uma média de 50%. Embora o ambiente hospitalar apresente características distintas das de um Restaurante-Escola, o estudo evidencia que a sustentabilidade pode avançar de maneira desigual entre as dimensões de uma mesma operação. No contexto de restaurantes integrantes de um roteiro turístico, Finkler e De Conto (2025) também abordam a importância de critérios e ações que permitam orientar e avaliar a gestão da sustentabilidade, considerando a realidade de cada empreendimento.

Essa abordagem aproxima-se dos princípios da economia circular, compreendida como um sistema que busca preservar o valor dos recursos, promover a circulação de produtos e materiais, reduzir a geração de resíduos e favorecer a regeneração ambiental. No Brasil, a Estratégia Nacional de Economia Circular prevê, entre seus objetivos, o estabelecimento de indicadores, a formação de competências, a inovação e a articulação entre políticas de gestão de resíduos e práticas produtivas circulares (Brasil, 2024). Nos serviços de alimentação, essa transição envolve não apenas a destinação dos resíduos, mas também decisões sobre aquisição de insumos, planejamento de cardápios, prevenção de perdas e valorização dos alimentos e das cadeias locais.

Nas instituições de educação profissional, essa discussão adquire também uma dimensão formativa. Ao refletir sobre a sustentabilidade na Educação Profissional e Tecnológica, Trierveiler Pereira (2022, p. 2) questiona como essa modalidade educacional pode avançar "para além do domínio das técnicas". A autora analisa as práticas de sustentabilidade como uma possibilidade para o desenvolvimento de abordagens transdisciplinares, capazes de aproximar a formação das transformações ambientais, sociais, econômicas e tecnológicas presentes no mundo do trabalho. Nos Restaurantes-Escola, essa relação assume especial relevância porque os processos formativos ocorrem em ambientes reais de produção e prestação de serviços.

A experiência dos Restaurantes-Escola Senac Casa do Comércio e Senac Pelourinho, localizados em Salvador, insere-se nesse contexto. Iniciada com a elaboração do inventário de emissões de gases de efeito estufa da Casa do Comércio, referente ao ano-base de 2021, a iniciativa passou a reunir monitoramento climático, planos de mitigação, mudanças na operação gastronômica, gestão de resíduos, práticas de economia circular e ações relacionadas à cadeia de abastecimento. Sua posterior ampliação para o Restaurante-Escola Senac Pelourinho permite analisar como diretrizes institucionais comuns foram incorporadas em duas unidades com características operacionais e territoriais próprias. No conjunto dessas experiências, torna-se relevante compreender como diferentes práticas podem deixar de funcionar de maneira isolada e passar a integrar um modelo institucional de sustentabilidade.

Na literatura consultada, são menos frequentes análises que articulem, em um mesmo modelo, governança climática, economia circular e educação profissional em serviços de alimentação. Nesse contexto, os Restaurantes-Escola constituem ambientes singulares por reunirem produção gastronômica e formação profissional, possibilitando que práticas de sustentabilidade sejam incorporadas às rotinas operacionais e formativas.

Este estudo tem como objetivo analisar como práticas de governança climática, operações de baixo carbono, economia circular e educação profissional foram articuladas na construção e na expansão do modelo integrado de sustentabilidade dos Restaurantes-Escola Senac Casa do Comércio e Senac Pelourinho.

2 RELATO DE EXPERIÊNCIA

Trata-se de um relato de experiência institucional desenvolvido a partir da trajetória dos Restaurantes-Escola Senac Casa do Comércio e Senac Pelourinho, localizados em Salvador, Bahia. O período analisado compreende os anos de 2021 a 2026, abrangendo desde a elaboração do primeiro inventário de gases de efeito estufa da Casa do Comércio até a ampliação das ações para o Pelourinho e a recertificação das duas unidades como Carbono Neutro.

A experiência foi sistematizada por meio da análise de inventários de emissões de gases de efeito estufa, planos de mitigação, certificados, relatórios de gestão, registros operacionais e documentos relacionados à gestão de resíduos. Os dados foram organizados cronologicamente e agrupados em quatro dimensões: governança climática; operação gastronômica de baixo carbono; economia circular e cadeia de valor; e educação profissional para a sustentabilidade.

Foram considerados também os indicadores de atendimento e de intensidade de emissões utilizados para acompanhar o desempenho das unidades ao longo dos ciclos de monitoramento. Para fins deste estudo, as ações foram organizadas em quatro dimensões interligadas: governança climática; operação gastronômica de baixo carbono; economia circular e cadeia de valor; e educação profissional para a sustentabilidade.

A experiência iniciou com a elaboração do inventário de emissões da Casa do Comércio. O levantamento contemplou fontes pertencentes aos Escopos 1, 2 e 3 e permitiu identificar os principais componentes da pegada de carbono da unidade. A partir dessa linha de base, foram estabelecidos indicadores de acompanhamento, metas de redução, medidas de mitigação e procedimentos para compensação das emissões residuais. Em 2022, a Casa do Comércio tornou-se o primeiro restaurante do Brasil certificado como Carbono Neutro e passou a monitorar, além das emissões totais, a quantidade de dióxido de carbono equivalente por pessoa atendida.

Nos ciclos seguintes, os resultados dos inventários foram utilizados para orientar decisões relacionadas ao funcionamento do restaurante. Entre as medidas adotadas estão a aquisição de energia proveniente de fonte renovável, a revisão de processos e cardápios, a redução do uso de materiais descartáveis, a introdução de alternativas reutilizáveis ou recicláveis e o acompanhamento das emissões associadas aos alimentos e aos demais insumos. Em 2024, a compra de energia renovável resultou no registro de emissões zeradas de eletricidade na Casa do Comércio. No mesmo período, as emissões de carnes bovinas e ovinas por pessoa atendida foram reduzidas em 26,13%. A gestão dos resíduos foi incorporada ao processo em articulação com o sistema implantado no Edifício Casa do Comércio, onde funciona o Restaurante-Escola.

A gestão dos resíduos foi integrada ao sistema implantado no Edifício Casa do Comércio, com segregação por tipologia, armazenamento específico, logística reversa, encaminhamento dos recicláveis à Cooperativa de Reciclagem União Nazaré e processamento automatizado da fração orgânica. O sistema contempla fluxos de resíduos recicláveis e orgânicos, além de possibilidades de reaproveitamento dos subprodutos gerados pelo tratamento. Os produtos resultantes do processamento dos resíduos orgânicos são direcionados a possibilidades de reaproveitamento, enquanto os materiais recicláveis são encaminhados à Cooperativa de Reciclagem União Nazaré. Também foram estabelecidas conexões com produtores vinculados ao Programa Do Rural à Mesa, aproximando o gerenciamento dos resíduos das ações de fortalecimento de cadeias locais.

A consolidação do modelo integrado de sustentabilidade também foi favorecida pela atuação de parceiros institucionais nas áreas de gestão climática, gestão de resíduos e tecnologias sustentáveis, cuja atuação colaborativa contribuiu para a implementação, o monitoramento e o aperfeiçoamento contínuo das diferentes iniciativas desenvolvidas.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86601

Nesse eixo, é necessário considerar as diferentes fronteiras dos indicadores. O percentual de 67% de desvio de resíduos de aterro refere-se ao Edifício Casa do Comércio, cuja gestão inclui, mas não se restringe, ao Restaurante-Escola. Da mesma forma, a redução de até 90% do volume e do peso diz respeito exclusivamente à fração orgânica efetivamente processada pelo equipamento. Essa distinção foi mantida para evitar a atribuição ao restaurante de resultados produzidos em escala predial.

Em 2024, a experiência foi ampliada para o Restaurante-Escola Senac Pelourinho, localizado no Centro Histórico de Salvador. A unidade passou a integrar o processo de inventário, mitigação, compensação e certificação, mantendo indicadores próprios. A expansão permitiu aplicar as diretrizes institucionais em um contexto territorial distinto, marcado pela relação com a cultura alimentar baiana, o patrimônio histórico e o turismo. Em vez de reproduzir automaticamente as práticas da Casa do Comércio, o processo considerou as características operacionais e as fontes de emissão específicas do Pelourinho.

No ciclo de 2024, a Casa do Comércio registrou 1.212,94 toneladas de CO_2 equivalente e uma intensidade de 12,83 $kgCO_2eq$ por pessoa atendida, representando redução acumulada de 26,5% em comparação com o ano-base de 2021. No mesmo período, foram contabilizadas 94.515 pessoas atendidas na unidade. O Pelourinho registrou 1.283,22 toneladas de CO_2 equivalente, intensidade de 12,18 $kgCO_2eq$ por pessoa atendida e 105.345 atendimentos. Como os dois restaurantes possuem linhas de base, estruturas e contextos próprios, esses indicadores não foram utilizados para estabelecer uma classificação direta entre as unidades, mas para acompanhar a evolução de cada operação.

A dimensão educativa foi incorporada à experiência por meio da utilização dos Restaurantes-Escola como ambientes reais de aprendizagem. Práticas relacionadas à gestão das emissões, ao uso dos recursos, aos cardápios, à redução dos descartáveis, à separação dos resíduos e às compras locais passaram a compor as rotinas vivenciadas por equipes, docentes e estudantes. Nesse contexto, o ambiente operacional favorece a aprendizagem aplicada, ao possibilitar o contato direto com práticas de governança climática, economia circular, gestão de resíduos, inventários de emissões e consumo responsável, aproximando a formação profissional dos desafios ambientais e operacionais presentes nos serviços de alimentação.

Em janeiro de 2026, os dois Restaurantes-Escola tiveram renovada a certificação Carbono Neutro. A trajetória evidencia a passagem de uma iniciativa inicialmente concentrada na mensuração e compensação das emissões da Casa do Comércio para uma abordagem mais ampla, envolvendo duas unidades, mudanças operacionais, gestão de resíduos, relações com a cadeia de valor e práticas de educação profissional. A experiência, contudo, não foi tratada como um modelo concluído ou aplicado de maneira uniforme. Sua sistematização considera os avanços alcançados, as diferenças entre as unidades e a necessidade de aperfeiçoamento contínuo dos indicadores ambientais, formativos e territoriais.

3 DISCUSSÃO

A série histórica da Casa do Comércio mostra que o crescimento da operação foi acompanhado pela redução da intensidade de emissões. Entre 2021 e 2024, o número de pessoas atendidas passou de 45.080 para 94.515, enquanto o indicador diminuiu de 17,45 para 12,83 $kgCO_2eq$ por pessoa atendida. O GHG Protocol define os indicadores de intensidade como relações entre as emissões e uma unidade de atividade física, econômica ou de serviço, permitindo contextualizar o desempenho ambiental diante das variações no nível de operação (WRI; WBCSD, 2004).

Esse resultado indica ganho de eficiência climática relativa, mas não significa que o desafio da redução absoluta tenha sido superado. A expansão do atendimento aumentou a demanda por alimentos, transporte, combustíveis e outros insumos. Por essa razão, a trajetória de baixo carbono não deve ser avaliada apenas pela neutralização das emissões residuais ou

DOI: 10.51189/vii-coninters/86601

pela queda do indicador de intensidade. Ela depende da continuidade das ações de mitigação nas fontes que mais contribuem para a pegada da operação.

Em 2024, a produção de matérias-primas e insumos respondeu por aproximadamente 77,3% das emissões inventariadas da Casa do Comércio. A decomposição de resíduos sólidos representou 10,2%, e o deslocamento casa-trabalho dos colaboradores, 4,9%. Consideradas em conjunto, as categorias relacionadas a produtos utilizados e transporte indireto concentraram cerca de 92,4% das emissões. A concentração nas fontes indiretas demonstra que as principais oportunidades de redução se encontram na cadeia de valor, especialmente nas compras, na composição dos cardápios, na relação com fornecedores, no transporte e na gestão dos resíduos. O padrão é coerente com o GHG Protocol, segundo o qual a análise da cadeia de valor permite identificar os pontos prioritários de intervenção e ampliar a atuação para além dos limites físicos da organização (WRI; WBCSD, 2011).

A análise das matérias-primas reforça essa interpretação. Entre 2023 e 2024, as emissões absolutas associadas aos alimentos e demais insumos aumentaram aproximadamente 6,3%. Entretanto, como o atendimento cresceu 23,2%, a intensidade dessa categoria diminuiu cerca de 13,7%. Entre os resultados mais expressivos, destacam-se as reduções de 26,13% nas emissões por pessoa associadas às carnes bovinas e ovinas e de 51,06% naquelas relacionadas a laticínios e ovos. Esses resultados sugerem que mudanças nas compras e nos cardápios contribuíram para reduzir a intensidade de grupos reconhecidamente relevantes para a pegada da alimentação.

A leitura das categorias, contudo, também mostra movimentos em direção contrária. No mesmo período, aumentaram as emissões por pessoa associadas às carnes suínas e aves, aos frutos do mar e ao grupo de doces e bebidas. Isso significa que a redução observada em determinadas matérias-primas pode ser parcialmente compensada pelo crescimento de outras. Desse modo, a gestão do cardápio deve considerar o conjunto das substituições realizadas e não apenas a diminuição isolada de um ingrediente. Strasburg e Jahno (2017) demonstram que os impactos ambientais da produção de refeições se distribuem por diferentes etapas e recursos da operação, o que exige avaliações integradas, capazes de orientar medidas de redução fundamentadas em dados.

Na gestão de resíduos, os resultados também devem ser interpretados a partir de suas respectivas fronteiras. O percentual de 67% de desvio de aterro corresponde ao Edifício Casa do Comércio, cuja estrutura de gerenciamento atende diferentes operações, incluindo o Restaurante-Escola. Já a redução de até 90% do volume e do peso refere-se exclusivamente à fração orgânica efetivamente processada pelo equipamento. Essa diferenciação evita atribuir ao restaurante resultados produzidos em escala predial ou estender o desempenho do tratamento para resíduos que não passaram pelo processo.

A existência de segregação por tipologia, logística reversa, parceria com cooperativa e reaproveitamento dos produtos do tratamento orgânico aproxima a experiência dos princípios da economia circular. Entretanto, circularidade não se resume ao tratamento posterior dos resíduos. A Estratégia Nacional de Economia Circular compreende também a não geração, a manutenção do valor dos materiais, sua circulação e a regeneração ambiental. Assim, o sistema implantado ganha maior consistência quando associado à prevenção de perdas, ao planejamento da produção, ao aproveitamento dos alimentos e à revisão das compras e do cardápio (Brasil, 2024).

A ampliação da iniciativa para o Restaurante-Escola Senac Pelourinho demonstra que o modelo não foi concebido como reprodução automática das práticas da Casa do Comércio. Em 2024, a unidade registrou 1.283,22 tCO_2eq, intensidade de 12,18 $kgCO_2eq$ por pessoa e atendimento a 105.345 pessoas. Em relação à linha de base da própria unidade, houve redução de 33,08% nas emissões por pessoa decorrentes da decomposição de resíduos e de 12,13% naquelas associadas ao deslocamento casa-trabalho. Ao mesmo tempo, as emissões absolutas

aumentaram 14,91%, o que reforça a necessidade de combinar indicadores relativos e absolutos na avaliação do desempenho.

Os indicadores das duas unidades não devem ser utilizados para estabelecer uma classificação direta entre elas. Casa do Comércio e Pelourinho apresentam volumes de atendimento, estruturas operacionais, territórios, linhas de base e composições de emissões próprias. O GHG Protocol adverte que diferenças metodológicas, estruturais e de porte podem comprometer comparações entre organizações; por isso, os indicadores são mais adequados para acompanhar a evolução temporal de cada operação (WRI; WBCSD, 2011).

A experiência também amplia o significado da sustentabilidade ao integrá-la à educação profissional. Finkler e De Conto (2025) identificaram que gestores de restaurantes tendem a valorizar mais as dimensões ambiental e tecnológica, enquanto aspectos sociais, econômicos e de avaliação periódica recebem menor atenção. As autoras destacam a importância de parcerias entre restaurantes, instituições de ensino e organizações especializadas para fortalecer a pesquisa, a capacitação e a gestão da sustentabilidade na cadeia do turismo. Nesse aspecto, os Restaurantes-Escola apresentam uma particularidade: as práticas ambientais não ocorrem apenas em uma operação comercial, mas em ambientes destinados à aprendizagem profissional.

Essa integração dialoga com Trierveiler Pereira (2022), para quem as práticas de sustentabilidade podem contribuir para abordagens transdisciplinares na Educação Profissional e Tecnológica. Ao vivenciarem inventários de carbono, gestão de resíduos, uso eficiente de recursos, compras locais e mudanças nos processos produtivos, estudantes, docentes e equipes entram em contato com questões socioambientais presentes no exercício profissional. Ainda assim, essa contribuição deve ser apresentada com prudência: os dados de pessoas atendidas pelos restaurantes demonstram alcance operacional, mas não comprovam resultados de aprendizagem. A mensuração do impacto formativo ainda depende da consolidação de indicadores sobre cursos, estudantes, docentes, atividades pedagógicas e competências desenvolvidas.

Os resultados indicam que a principal contribuição da experiência não reside na adoção isolada de práticas de mitigação climática, gestão de resíduos ou compras sustentáveis, mas na integração desses elementos em um modelo institucional capaz de articular governança climática, economia circular, cadeia de suprimentos e educação profissional. Essa abordagem sistêmica amplia a capacidade institucional de inovação, favorece a melhoria contínua dos processos e demonstra o potencial de adaptação e replicação do modelo em outras organizações, especialmente naquelas que desenvolvem atividades de alimentação, educação profissional ou programas estruturados de sustentabilidade.

4 CONCLUSÃO

A experiência analisada demonstra que práticas de governança climática, operação de baixo carbono, economia circular e educação profissional foram progressivamente articuladas nos Restaurantes-Escola Senac Casa do Comércio e Senac Pelourinho. O processo avançou da mensuração e compensação das emissões para uma abordagem mais ampla, apoiada no monitoramento de indicadores, em mudanças operacionais, na gestão de resíduos e na atuação sobre a cadeia de valor.

Os resultados evidenciam redução da intensidade de emissões na Casa do Comércio e a aplicação de diretrizes institucionais comuns em uma segunda unidade. Entretanto, o modelo permanece em consolidação. Entre suas limitações estão a predominância das emissões indiretas, a ausência de indicadores educacionais consolidados, a necessidade de ampliar os dados sobre fornecedores e as diferenças metodológicas entre alguns resultados das duas unidades.

Como perspectivas futuras, recomenda-se fortalecer o acompanhamento da cadeia de suprimentos, ampliar a participação dos fornecedores nas estratégias de mitigação e

desenvolver indicadores formativos e territoriais. A continuidade desse processo poderá apoiar o aperfeiçoamento da experiência e sua adaptação a outras unidades, respeitando as características de cada contexto.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Decreto nº 12.082, de 27 de junho de 2024.** Institui a Estratégia Nacional de Economia Circular. *Diário Oficial da União*: seção 1, Brasília, DF, 28 jun. 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/d12082.htm. Acesso em: 27 jul. 2026.

FINKLER, Raquel; DE CONTO, Suzana Maria. **Informações de gestores dos restaurantes sobre critérios e ações relacionados à gestão da sustentabilidade em um roteiro turístico da Serra Gaúcha, Brasil.** *Turismo: Visão e Ação*, Balneário Camboriú, v. 27, e20107, jan./dez. 2025. DOI: https://doi.org/10.14210/tva.v27.20107. Disponível em: https://periodicos.univali.br/index.php/rtva/article/view/20107. Acesso em: 27 jul. 2026.

SILVA, Katrina Skolove; CARNEIRO, Angélica Cotta Lobo Leite; CARDOSO, Leandro de Morais. **Práticas ambientalmente sustentáveis em unidades de alimentação e nutrição hospitalares.** *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v. 25, e2020091, 2022. DOI: https://doi.org/10.1590/1981-6723.09120.Disponível em: https://www.scielo.br/j/bjft/a/hKTFnSVwDJmh6f7sNXCNVcx/. Acesso em: 28 jul. 2026.

STRASBURG, Virgílio José; JAHNO, Vanusca Dalosto. **Paradigmas das práticas de gestão ambiental no segmento de produção de refeições no Brasil.** *Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 3-12, jan./fev. 2017. DOI: https://doi.org/10.1590/S1413-41522017155538. Disponível em: https://www.scielo.br/j/esa/a/PQBssjV7BhgmDnRT3N4NXDg/. Acesso em: 27 jul. 2026.

TRIERVEILER PEREIRA, Máriam. **Sustentabilidade como práxis pedagógica para a transdisciplinaridade na Educação Profissional e Tecnológica (EPT).** *Educação em Revista*, Belo Horizonte, v. 38, e35849, 2022. DOI: https://doi.org/10.1590/0102-469835849. Disponível em: https://periodicos.ufmg.br/index.php/edrevista/article/view/35849. Acesso em: 28 jul. 2026.

WORLD RESOURCES INSTITUTE; WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. ***The Greenhouse Gas Protocol: a corporate accounting and reporting standard.*** Revised edition. Washington, DC; Geneva: WRI; WBCSD, 2004. Disponível em: https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/ghg-protocol-revised.pdf. Acesso em: 28 jul. 2026.

WORLD RESOURCES INSTITUTE; WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT. ***Corporate value chain (Scope 3) accounting and reporting standard: supplement to the GHG Protocol Corporate Accounting and Reporting Standard***. Washington, DC; Geneva: WRI; WBCSD, 2011. Disponível em: https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Corporate-Value-Chain-Accounting-Reporing-Standard_041613_2.pdf. Acesso em: 28 jul. 2026.

POLÍTICAS AMBIENTAIS NA AGRICULTURA FAMILIAR: LIMITES DOS INSTRUMENTOS ECONÔMICOS E A LACUNA DOS INCENTIVOS TRIBUTÁRIOS VERDES

MARCELLE DA MATA MOURA

RESUMO

As mudanças climáticas, a intensificação das regulações ambientais e as crescentes exigências de sustentabilidade têm ampliado os desafios enfrentados pela agricultura familiar, especialmente quanto ao desempenho produtivo, à competitividade e à inserção em mercados e cadeias globais de valor. Embora políticas agroambientais, instrumentos econômicos e mecanismos regulatórios tenham sido amplamente discutidos na literatura, ainda são escassos os estudos que analisam o potencial dos incentivos tributários verdes como instrumentos indutores da sustentabilidade. Nesse contexto, o presente estudo objetivou analisar como diferentes instrumentos de política ambiental influenciam o desempenho produtivo, a competitividade e a inserção da agricultura familiar em mercados e cadeias globais de valor, identificando limitações, trade-offs e lacunas relacionadas à utilização de incentivos tributários. Para tanto, realizou-se uma revisão sistemática da literatura com abordagem qualitativa, utilizando o método Methodi Ordinatio para seleção e hierarquização dos estudos científicos. A busca foi realizada na base de dados Scopus por meio de quatro estratégias complementares de pesquisa, resultando inicialmente em 105 artigos. Após a aplicação dos critérios metodológicos, constituiu-se um portfólio final de 30 estudos para análise. Os resultados evidenciam que as pesquisas se concentram predominantemente em políticas agroambientais, adaptação climática, incentivos econômicos diretos e mecanismos regulatórios, demonstrando que a efetividade dessas políticas depende da integração entre incentivos econômicos, assistência técnica, suporte institucional e governança. Em contrapartida, verificou-se reduzida atenção aos incentivos tributários verdes como instrumentos capazes de estimular práticas sustentáveis sem impor custos desproporcionais aos pequenos produtores. Conclui-se que essa lacuna representa uma oportunidade para o desenvolvimento de políticas públicas mais eficientes e para o aprofundamento de pesquisas sobre instrumentos tributários indutores da sustentabilidade, capazes de fortalecer a competitividade da agricultura familiar e contribuir para a transição rumo a sistemas produtivos mais sustentáveis

Palavras-chave: Sustentabilidade; Competitividade; Extrafiscalidade.

1 INTRODUÇÃO

A intensificação das mudanças climáticas, da degradação ambiental e das pressões internacionais por sustentabilidade tem provocado transformações significativas nas políticas ambientais aplicadas ao setor agrícola. Nas últimas décadas, instrumentos regulatórios, incentivos econômicos e mecanismos de mercado passaram a desempenhar papel crescente na promoção de sistemas agroalimentares sustentáveis, influenciando o uso da terra, a competitividade e a inserção dos produtores em mercados cada vez mais orientados por critérios ambientais (Chen et al., 2024; Grass et al., 2020; van Asseldonk et al., 2023).

A agricultura familiar desempenha papel estratégico na produção de alimentos e na conservação dos recursos naturais, mas enfrenta limitações relacionadas ao acesso ao crédito, à

DOI: 10.51189/vii-coninters/86603

tecnologia, à assistência técnica e à infraestrutura, fatores que comprometem sua capacidade de adaptação às mudanças climáticas e de atendimento às exigências regulatórias e de sustentabilidade (Burke et al., 2022; Gebrehiwot; van der Veen, 2013; Akinyi et al., 2021; van Asseldonk et al., 2023). Embora políticas agroambientais e instrumentos econômicos contribuam para ampliar a produtividade, a eficiência e a resiliência dos sistemas produtivos, seus resultados permanecem heterogêneos e condicionados à existência de suporte institucional (Gebrehiwot; van der Veen, 2013; van Asseldonk et al., 2023).

A literatura também evidencia que os instrumentos econômicos voltados à sustentabilidade se concentram predominantemente em subsídios e pagamentos por serviços ambientais, enquanto os instrumentos tributários permanecem pouco explorados. Além disso, políticas tributárias de caráter punitivo tendem a produzir impactos desproporcionais sobre pequenos produtores, reforçando a necessidade de investigar benefícios fiscais capazes de induzir práticas sustentáveis sem comprometer a competitividade da agricultura familiar (Fertő et al., 2026; Hosseini-Yekani et al., 2025; van Asseldonk et al., 2023). No contexto brasileiro, a recente incorporação da defesa do meio ambiente entre os princípios do Sistema Tributário Nacional reforça a atualidade desse debate.

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão sistemática da literatura, como diferentes instrumentos de política ambiental influenciam o desempenho produtivo, a competitividade e a inserção da agricultura familiar em mercados e cadeias globais de valor, identificando limitações, trade-offs e lacunas, especialmente quanto à reduzida incorporação de incentivos tributários verdes como instrumentos indutores da sustentabilidade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão sistemática de escopo da literatura, com abordagem qualitativa, desenvolvida com o objetivo de analisar como diferentes instrumentos de política ambiental, incluindo instrumentos econômicos, regulatórios e mecanismos de mercado, influenciam o desempenho produtivo, a competitividade e a inserção da agricultura familiar em mercados e cadeias globais de valor, bem como identificar suas limitações, trade-offs e lacunas, com ênfase na baixa incorporação de benefícios fiscais indutores.

A busca bibliográfica foi realizada exclusivamente na base Scopus, selecionada por sua ampla cobertura de periódicos internacionais nas áreas de sustentabilidade, economia ambiental e agronegócio. A estratégia de busca compreendeu quatro combinações de palavras-chave relacionadas à agricultura familiar, políticas ambientais, instrumentos econômicos, competitividade e cadeias globais de valor, utilizando operadores booleanos (AND/OR).

Inicialmente, foram identificados 105 artigos científicos. Após a eliminação de duplicidades e a aplicação dos critérios de elegibilidade, 85 estudos foram submetidos ao método Methodi Ordinatio, que classifica os artigos a partir da combinação entre fator de impacto do periódico, número de citações e ano de publicação (Pagani et al., 2015). Ao final do processo, foi constituído um portfólio de 30 artigos científicos, submetidos à leitura integral, fichamento sistemático e categorização temática para análise qualitativa dos resultados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão sistemática identificou predominância de estudos sobre políticas agroambientais, adaptação climática, subsídios, crédito rural e pagamentos por serviços ambientais, enquanto os incentivos tributários verdes permanecem pouco explorados. A síntese dos principais resultados é apresentada no Quadro 1.

Quadro 1 – Síntese das evidências e implicações identificadas na revisão sistemática

Questão analisada	Principais evidências	Implicações
Como as políticas ambientais afetam o desempenho produtivo da agricultura familiar?	As políticas agroambientais e as estratégias de adaptação climática aumentam produtividade, eficiência e resiliência quando associadas à assistência técnica, extensão rural, crédito e fortalecimento institucional. Os resultados, contudo, variam conforme as condições socioeconômicas e o acesso dos produtores aos recursos produtivos.	Políticas implementadas de forma isolada tendem a apresentar menor efetividade, evidenciando a necessidade de abordagens integradas.
Os instrumentos econômicos promovem a transição para práticas sustentáveis?	Subsídios, crédito rural e pagamentos por serviços ambientais reduzem barreiras iniciais à adoção de tecnologias sustentáveis, porém sua efetividade é limitada diante das restrições financeiras e institucionais enfrentadas pelos agricultores familiares.	Incentivos econômicos devem ser articulados a instrumentos institucionais, assistência técnica e políticas de fortalecimento da capacidade produtiva.
Quais fatores condicionam a adaptação climática?	A adoção de práticas sustentáveis depende da disponibilidade de crédito, assistência técnica, informação climática, educação ambiental e capacidade institucional. Limitações financeiras e estruturais permanecem como importantes obstáculos.	A adaptação climática resulta da interação entre fatores econômicos, institucionais e cognitivos, exigindo políticas públicas integradas.
Como as regulações ambientais influenciam a competitividade?	Certificações, rastreabilidade e padrões ambientais ampliam o acesso a mercados diferenciados, mas também elevam custos de conformidade e adaptação regulatória.	Sem mecanismos de apoio, há risco de aprofundamento das desigualdades competitivas entre agricultores familiares e produtores de maior escala.
Qual a principal lacuna identificada pela revisão?	A literatura concentra-se em políticas agroambientais, adaptação climática e incentivos econômicos diretos, enquanto os incentivos tributários verdes permanecem pouco explorados como instrumentos de promoção da sustentabilidade na agricultura familiar.	Evidencia a necessidade de ampliar estudos sobre instrumentos tributários indutores da sustentabilidade e competitividade da agricultura familiar.

Fonte: Elaborada pela autora (2026).

Os estudos analisados indicam que a efetividade das políticas ambientais depende da atuação integrada de instrumentos econômicos, assistência técnica, crédito, extensão rural e fortalecimento institucional. Embora políticas agroambientais e mecanismos de incentivo direto favoreçam ganhos de produtividade, eficiência e resiliência, seus efeitos permanecem condicionados às características socioeconômicas dos agricultores e à capacidade de acesso aos

recursos produtivos, evidenciando que políticas implementadas de forma isolada tendem a produzir resultados limitados (Thinda et al., 2020; Unay-Gailhard; Bojnec, 2015; Gebrehiwot; van der Veen, 2013; Yao et al., 2024; Akinyi et al., 2021; Burke et al., 2022).

A revisão também evidencia que a literatura privilegia instrumentos econômicos tradicionais, como subsídios e pagamentos por serviços ambientais, enquanto os incentivos tributários verdes permanecem pouco explorados como mecanismos de promoção da sustentabilidade. Essa lacuna revela uma oportunidade para ampliar as pesquisas sobre a articulação entre política tributária e política ambiental, especialmente diante das recentes transformações do sistema tributário brasileiro, contribuindo para o desenvolvimento de instrumentos fiscais capazes de estimular práticas sustentáveis e fortalecer a competitividade da agricultura familiar (Brandi, 2017; McDermott et al., 2025; Rincón-Guio et al., 2025).

4 CONCLUSÃO

O estudo analisou as políticas ambientais aplicadas à agricultura familiar, com o objetivo de identificar os principais instrumentos econômicos utilizados para promover a sustentabilidade e as lacunas existentes na literatura quanto aos incentivos tributários verdes. A revisão sistemática evidenciou que as pesquisas se concentram em políticas agroambientais, adaptação climática, subsídios, crédito rural e pagamentos por serviços ambientais, demonstrando que a efetividade dessas estratégias depende da integração entre incentivos econômicos, assistência técnica e fortalecimento institucional.

Como principal contribuição, a pesquisa revelou a reduzida incorporação dos incentivos tributários verdes como instrumentos de indução da sustentabilidade na agricultura familiar, indicando uma lacuna relevante na produção científica. Esse resultado amplia o debate sobre a necessidade de integrar política tributária e política ambiental como mecanismos complementares para o desenvolvimento sustentável do setor.

Como limitação, destaca-se a utilização exclusiva da base de dados Scopus e a predominância de estudos internacionais, fatores que podem restringir a abrangência dos resultados. Futuras pesquisas poderão ampliar o escopo da revisão mediante a inclusão de outras bases de dados e desenvolver estudos empíricos que avaliem o potencial dos incentivos tributários verdes para estimular práticas sustentáveis e fortalecer a competitividade da agricultura familiar no contexto brasileiro.

REFERÊNCIAS

AKINYI, D. P.; NG'ANG'A, S. K.; GIRVETZ, E. H. Trade-offs and synergies of climate change adaptation strategies among smallholder farmers in sub-Saharan Africa: A systematic review. **Regional Sustainability**, v. 2, n. 2, p. 130-143, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.regsus.2021.05.002. Acesso em: 3 ago. 2026.

BRANDI, C. A. Sustainability standards and sustainable development: Synergies and trade-offs of transnational governance. **Sustainable Development**, v. 25, n. 1, p. 25-34, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1002/sd.1639. Acesso em: 3 ago. 2026.

BURKE, W. J.; SNAPP, S. S.; PETER, B. G.; JAYNE, T. S. Sustainable intensification in jeopardy: Transdisciplinary evidence from Malawi. **Science of the Total Environment**, v. 837, p. 155758, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155758. Acesso em: 3 ago. 2026.

CHEN, Y.; SUN, Z.; ZHOU, Y.; YANG, W.; MA, Y. The future of sustainable farming: An evolutionary game framework for the promotion of agricultural green production technologies. **Journal of Cleaner Production**, v. 460, p. 142606, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142606. Acesso em: 3 ago. 2026.

FERTŐ, I.; CSURILLA, G.; PODRUZSIK, S. Assessing the impact of agri-environmental schemes on input use. **Environmental Development**, v. 58, p. 101424, 2026. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.envdev.2025.101424. Acesso em: 3 ago. 2026.

GEBREHIWOT, T.; VAN DER VEEN, A. Farm level adaptation to climate change: the case of farmers in the Ethiopian highlands. **Environmental Management**, v. 52, n. 1, p. 29-44, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s00267-013-0039-3. Acesso em: 3 ago. 2026.

GRASS, I.; KUBITZA, C.; KRISHNA, V. V.; CORRE, M. D.; MUßHOFF, O.; PÜTZ, P.; DRESCHER, J.; REMBOLD, K.; ARIYANTI, E. S.; BARNES, A. D.; BRINKMANN, N.; BROSE, U.; BRÜMMER, B.; BUCHORI, D.; DANIEL, R.; DARRAS, K. F. A.; FAUST, H.; FEHRMANN, L.; HEIN, J.; HENNINGS, N.; HIDAYAT, P.; HÖLSCHER, D.; JOCHUM, M.; KNOHL, A.; KOTOWSKA, M. M.; KRASHEVSKA, V.; KREFT, H.; LEUSCHNER, C.; LOBITE, N. J. S.; PANJAITAN, R.; POLLE, A.; POTAPOV, A. M.; PURNAMA, E.; QAIM, M.; RÖLL, A.; SCHEU, S.; SCHNEIDER, D.; TJOA, A.; TSCHARNTKE, T.; VELDKAMP, E.; WOLLNI, M. Trade-offs between multifunctionality and profit in tropical smallholder landscapes. **Nature Communications**, v. 11, p. 1-13, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41467-020-15013-5. Acesso em: 3 ago. 2026.

HOSSEINI-YEKANI, S.-A.; TOMACZEWSKI, S.; ZANDER, P. Model-based valuation of ecosystem services using bio-economic farm models: Insights for designing green tax policies and payment for ecosystem services. **Agriculture**, v. 15, n. 1, p. 60, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.3390/agriculture15010060. Acesso em: 3 ago. 2026.

KOLAPO, A.; TIJANI, A. A.; OLAWUYI, S. O.; KOLAPO, A. J.; OJO, T. O.; KHUMALO, N. Z.; ELHINDI, K. M.; KASSEM, H. Psychological perspectives on smallholder farmers' choice of climate change adaptation strategies and productivity nexus in Southwest, Nigeria. **Agricultural Economics – Czech**, v. 71, n. 4, p. 185-202, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.17221/87/2024-AGRICECON. Acesso em: 3 ago. 2026.

LIU, F.; LIU, X.; GUO, L.; ZHANG, M. Do socialized agricultural services contribute to improved efficiency in farmers' green grain production? **Sustainability**, v. 18, n. 3, p. 1371, 2026. Disponível em: https://doi.org/10.3390/su18031371. Acesso em: 3 ago. 2026.

MARIOTTE, N.; GRIMM, J. J. On tractors and bicycles against water reservoirs: climate change adaptation, agricultural unions, and cross-movement coalitions. **Social Movement Studies**, p. 1-21, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1080/14742837.2025.2595336. Acesso em: 3 ago. 2026.

MCDERMOTT, C. L.; ADDOAH, T.; AGYARKO-KWARTENG, T.; ASARE, R.; ASSANVO, A.; LIMA, M. B.; BELLFIELD, H.; BERLAN, A.; CARODENUTO, S.; GARDNER, T.; GARRETT, R. D.; HAFFERTY, C.; HIRONS, M.; INGRAM, V.; KUMEH, E. M.; LYONS-WHITE, J.; MASON, J.; MEYFROIDT, P.; MONTANA, J.; OLIVEIRA, G. L. T.; RAMCILOVIK-SUOMINEN, S.; SOTIROV, M.; THOMPSON, W.; WINKEL, G. Equity in unilateral value chain policies: A monitoring framework for the EUDR and beyond. **Forest Policy and Economics**, v. 174, p. 103469, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.forpol.2025.103469. Acesso em: 3 ago. 2026.

MUGARI, E.; MAPEDZA, E. M.; MUDHARA, M.; TEMBO, E. M.; MAKHADO, J. M.; KHOZA, M.; KINYANGI, J. Barriers and enablers to implementing on-farm sustainable land management in the grazing lands of South Africa. **Scientific African**, v. 28, p. e02750, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2025.e02750. Acesso em: 3 ago. 2026.

OTHMAN, N.; YUSOP, Z.; ISMAIL, M. M. Environmental policies and trade competitiveness: The Malaysian palm oil downstream industry. **International Journal of Business and Society**, v. 24, n. 1, p. 184-201, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.33736/ijbs.5611.2023. Acesso em: 3 ago. 2026.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication. **Scientometrics**, v. 104, p. 1-27, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11192-015-1744-x. Acesso em: 3 ago. 2026.

PRATIWI, E. S.; ISLAMI, J. D.; PURWANINGSIH, R.; SARTOHADI, J.; OTA, M.; HADI, I. P.; PATANDUK, A.; ANNISA, H. N.; HADINUGROHO, H. Y. S.; SETIAWAN, O.; NUGROHO, B. D. A. Constraints on adopting land conservation technologies among cassava farmers in volcanic hillslope prone to landslide, Indonesia. **Forum Geografi**, v. 39, n. 3, p. 369-382, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.23917/forgeo.v39i3.9773. Acesso em: 3 ago. 2026.

RINCÓN-GUIO, C.; CANTOS-FIGUEROA, M. L.; CAÑARTE-QUIMIS, L. T. Y.; et al. A conceptual model for sustainable and resilient palm oil supply chains: integrating digital innovations, circular economy, and policy alignment. Operations and Supply Chain Management: An International Journal, v. 19, n. 1, p. 47-63, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.31387/oscm0640506. Acesso em: 3 ago. 2026.

SHANG, G.; YANG, X. Smallholders' agricultural production efficiency of "shrimp and rice co-cropping" in the Yangtze River Middle Reaches. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, p. 7470, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ijerph17207470. Acesso em: 3 ago. 2026.

TABE-OJONG, M. P. J.; KEDINGA, M. E.; GEBREKIDAN, B. H. Behavioural factors matter for the adoption of climate-smart agriculture. **Scientific Reports**, v. 14, art. 798, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41598-023-50264-4. Acesso em: 3 ago. 2026.

THINDA, K. T.; OGUNDEJI, A. A.; BELLE, J. A.; OJO, T. O. Understanding the adoption of climate change adaptation strategies among smallholder farmers: Evidence from land reform beneficiaries in South Africa. **Land Use Policy**, v. 99, p. 104858, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104858. Acesso em: 3 ago. 2026.

UNAY-GAILHARD, İ.; BOJNEC, Š. Farm size and participation in agri-environmental measures: Farm-level evidence from Slovenia. **Land Use Policy**, v. 46, p. 273-282, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.03.002. Acesso em: 3 ago. 2026.

VAN ASSELDONK, M.; GIRVETZ, E.; PAMUK, H.; WATTEL, C.; RUBEN, R. Policy incentives for smallholder adoption of climate-smart agricultural practices. **Frontiers in Political Science**, v. 5, p. 1112311, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3389/fpos.2023.1112311. Acesso em: 3 ago. 2026.

WHITTAKER, G.; FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; BARNHART, B.; BOSTIAN, M.; MUELLER-WARRANT, G.; GRIFFITH, S. Spatial targeting of agri-environmental policy using bilevel evolutionary optimization. **Omega**, v. 66, p. 15-27, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.omega.2016.01.007. Acesso em: 3 ago. 2026.

WILLIAMS, P. A.; NG'ANG'A, S. K.; CRESPO, O.; ABU, M. Cost and benefit analysis of adopting climate adaptation practices among smallholders: The case of five selected practices in Ghana. **Climate Services**, v. 20, p. 100198, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.cliser.2020.100198. Acesso em: 3 ago. 2026.

XIE, X.; WANG, H.; ZHANG, S.; LIU, Y. How to incentivize farmers to adopt and recycle high-standard plastic mulch in China: economic subsidies, government regulations or social norms? **Frontiers in Environmental Science**, v. 13, p. 1683437, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.3389/fenvs.2025.1683437. Acesso em: 3 ago. 2026.

XUE, Y.; GUO, J.; LI, C.; XU, X.; SUN, Z.; XU, Z.; FENG, L.; ZHANG, L. Influencing factors of farmers' cognition on agricultural mulch film pollution in rural China**. Science of the Total Environment**, v. 787, p. 147702, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147702. Acesso em: 3 ago. 2026.

YAO, W.; ZHU, Y.; LIU, S.; ZHANG, Y. Can agricultural socialized services promote agricultural green total factor productivity? From the perspective of production factor allocation. **Sustainability**, v. 16, n. 19, p. 8425, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.3390/su16198425. Acesso em: 3 ago. 2026.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ANCESTRALIDADE CONECTADA: COMPOSTAGEM E EMPREENDEDORISMO NA ESCOLA DE TEMPO INTEGRA

THIAGO AUGUSTO ARAÚJO PEREIRA; ANTONIA APARECIDA MONTEIRO DO NASCIMENTO; MILENE DE KÁSSIA MONTEIRO BRITO

Introdução: O projeto Ancestralidade Conectada: Compostagem e Empreendedorismo na Escola de Tempo Integral, desenvolvido na Escola Estadual Luiz Paulino Mártires, em Bragança do Pará, surgiu como resposta ao desafio ambiental relacionado ao grande volume de resíduos orgânicos gerados diariamente pela instituição, que oferece três refeições aos estudantes. A iniciativa buscou enfrentar esse problema articulando sustentabilidade, educação integral e valorização dos saberes tradicionais amazônicos, especialmente a prática ancestral de manejo orgânico utilizada por povos indígenas na formação da terra preta, reconhecida mundialmente por sua fertilidade e relevância ecológica. **Objetivo:** O projeto teve como objetivo integrar práticas socioambientais, tecnologia e protagonismo juvenil, promovendo a redução de resíduos orgânicos, o fortalecimento da identidade amazônica e o desenvolvimento de competências empreendedoras e digitais entre os estudantes. **Metodologia:** O método materialista dialético como meio compreensão e intervenção social metodologia foi estruturada em três eixos complementares: (1) realização de uma oficina de compostagem em parceria com o Coletivo Bora/UFPA, proporcionando vivências práticas sobre decomposição, manejo de resíduos e produção de composto orgânico, conectando ciência e ancestralidade indígena; (2) implantação de uma horta escolar PANC, destinada ao cultivo de hortaliças e plantas medicinais, acompanhada de visita técnica à Fazenda Esperança, onde os alunos aprenderam técnicas de preparo do solo, irrigação, organização de canteiros e práticas sustentáveis da agricultura familiar amazônica; (3) desenvolvimento de ações de empreendedorismo e comunicação digital, incluindo a criação de um site para divulgar as atividades, sensibilizar a comunidade escolar sobre o descarte inadequado de resíduos e comercializar excedentes da produção da horta. **Resultados:** Os resultados evidenciaram redução significativa dos resíduos orgânicos da escola, produção de composto utilizado na horta, engajamento dos estudantes em práticas socioambientais, fortalecimento da identidade amazônica e desenvolvimento de habilidades digitais e empreendedoras. **Conclusão:** Conclui-se que a integração entre compostagem indígena, educação integral e tecnologias sociais constitui uma estratégia eficaz para transformar realidades locais, reafirmando a importância dos saberes tradicionais como fonte de inovação e sustentabilidade na Amazônia contemporânea.

Palavras-chave: **COMPOSTAGEM; EMPREENDORISMO; PROTAGONISMO JUVENIL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/86605

ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

PROJETO CIDADANIA EM AÇÃO

THIAGO AUGUSTO ARAÚJO PEREIRA

Introdução: A formação cidadã no Ensino Médio exige que os estudantes compreendam a estrutura do Estado Moderno, seus poderes e instituições, bem como os mecanismos de participação política que garantem o exercício pleno da cidadania. O projeto *Cidadania em Ação*, desenvolvido na Escola Estadual de Tempo Integral Prof. Luís Paulino Mártires com alunos do 3º ano, em Bragança-PA, buscou integrar teoria filosófica, práticas sociais e vivências institucionais para aproximar os discentes do funcionamento do Estado brasileiro, da Justiça Eleitoral e dos direitos civis fundamentais. **Objetivo:** Objetivamos compreender a formação histórica do Estado Moderno e das teorias contratualistas que fundamentam os poderes Executivo, Legislativo e Judiciário. Especificamente, buscou: analisar as origens do Estado; compreender a organização dos poderes; conhecer o Tribunal Regional Eleitoral e o processo eleitoral; sensibilizar sobre direitos sociais; e ampliar repertórios para a produção textual no Enem. **Metodologia:** A metodologia materialista. Dialética integrou atividades teóricas e práticas. Foram realizadas palestras sobre Justiça Eleitoral, processo eleitoral, entes federativos e funcionamento da urna eletrônica; aulas de campo na Câmara Municipal de Bragança; mesa-redonda com representantes dos três poderes; e ações de cidadania com emissão de documentos oficiais. As atividades foram conduzidas pelos docentes das áreas de Filosofia, Língua Portuguesa, Biologia e Sociologia, com participação e execução ativa dos estudantes. **Resultados:** Como resultados expressivos no fortalecimento da cidadania juvenil durante sua execução, foram emitidos 310 títulos de eleitor para estudantes elegíveis, garantindo sua participação no processo democrático, e 230 RG Nacional, ampliando o acesso aos direitos civis básicos na Amazônia Bragantina. **Conclusão:** As vivências práticas possibilitaram aos discentes compreender o funcionamento das instituições públicas, reconhecer a importância da participação política e desenvolver competências críticas previstas na BNCC. O Projeto *Cidadania em Ação* demonstrou que a articulação entre teoria política, vivências institucionais e ações sociais concretas potencializa a formação cidadã no Ensino Médio. Ao aproximar os estudantes das instituições democráticas e garantir o acesso a documentos essenciais, o projeto contribuiu para o desenvolvimento da autonomia, da consciência crítica e do engajamento social, fortalecendo o papel da escola pública na construção de uma sociedade mais justa e democrática.

Palavras-chave: **CIDADANIA; DEMOCRACIA BRASILEIRA; PARTICIPAÇÃO POLÍTICA JUVENIL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/86607

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

AXÉ PARA TODOS: CIDADANIA PLENA AO POVO DE SANTO DA AMAZÔNIA ATLÂNTICA

THIAGO AUGUSTO ARAÚJO PEREIRA; LUNNA BEATRIZ PESSOA ANTUNES; LUCILENE DO SOCORRO AVIZ DE QUADROS

Introdução: O Projeto de Extensão Axé para Todos: cidadania plena ao Povo de Santo da Amazônia Atlântica, desenvolvido no segundo semestre de 2025, buscou enfrentar a histórica marginalização e o racismo religioso vivenciados pelas comunidades tradicionais de matriz africana e afro-indígena da região bragantina, localizadas em áreas periféricas e de transição urbano-rural, onde mantêm vivas práticas culturais, religiosas e sociais ancestrais. **Objetivo:** A iniciativa teve como objetivo promover o acesso a direitos, garantias e políticas públicas, fortalecendo a cidadania de sacerdotes, adeptos e lideranças religiosas por meio da sensibilização sobre direitos fundamentais, mecanismos de proteção e instrumentos de reconhecimento institucional, como o Alvará Religioso, o NIS 203 e a formalização de associações. **Metodologia**: O método histórico dialético norteou as ações desenvolvidas por meio de visitas técnicas a terreiros, diálogo direto com sacerdotes e comunidades, articulação com órgãos públicos e entidades privadas e realização do I Colóquio de Povos e Comunidades Tradicionais da Amazônia Bragantina, que reuniu representantes da FEUCABEP, OAB, CadÚnico, SEGUPP, UFPA e Prefeitura de Bragança. Os discentes do curso de Direito da UNAMA atuaram em áreas como logística, marketing, secretaria, articulação institucional e infraestrutura, integrando ensino, pesquisa e extensão. **Resultados**: O projeto alcançou 357 beneficiados diretos em atividades presenciais e virtuais, realizou 21 atualizações cadastrais para o NIS 203, emitiu 22 RGs e fortaleceu a rede de apoio às vítimas de intolerância religiosa, como no caso da Mãe Vânia, que recebeu suporte jurídico e institucional após ataques criminosos ao seu terreiro. Para os estudantes, a experiência proporcionou formação cidadã, contato direto com comunidades tradicionais e aprofundamento em legislações de proteção às minorias étnico-religiosas, contribuindo para a quebra de preconceitos e ampliação da compreensão sobre diversidade cultural. **Conclusão:** Conclui-se que o projeto gerou impacto social significativo ao ampliar o acesso a direitos, fortalecer a identidade dos povos de terreiro e estimular políticas públicas voltadas à equidade, ao reconhecimento institucional e ao combate ao racismo religioso na Amazônia Bragantina.

Palavras-chave: **POVOS DE TERREIRO; RACISMO RELIGIOSO; EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/86608

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ESTOQUES DE CARBONO NO PERFIL DO SOLO E DESENVOLVIMENTO RADICULAR DA CANA-ENERGIA: INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE PARA SISTEMAS BIOENERGÉTICOS DE BAIXO CARBONO

MARLON ALEXSANDER TADEU MARTINS CLARO; MARIANA LOPES DE CARVALHO; BUBACAR BALDÉ; ALINE ARAÚJO POLITANO; TIMÓTEO HERCULINO DA SILVA BARROS; DALILA LOPES DA SILVA; CASSIO HAMILTON ABREU JUNIOR

RESUMO

As mudanças climáticas e a necessidade de ampliar a produção de energia renovável têm impulsionado a busca por sistemas agrícolas capazes de conciliar elevada produtividade com sustentabilidade ambiental. Nesse contexto, a cana-energia destaca-se pelo elevado potencial de produção de biomassa e pela capacidade de contribuir para sistemas bioenergéticos de baixo carbono (C). O presente estudo teve como objetivo caracterizar a distribuição dos estoques de C ao longo do perfil do solo até 2,0 m de profundidade e descrevê-lo em conjunto com o desenvolvimento do sistema radicular da cana-energia (*Saccharum spp*.), buscando compreender seu potencial como indicadores de sustentabilidade. O experimento foi conduzido em Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, na ESALQ/USP, utilizando as variedades Vértix 2 e Vértix 3, cultivadas sob condições de irrigação e sequeiro, com tratamentos contrastantes de adubação previamente selecionados por análise de componentes principais. Foram abertas doze trincheiras de 2,0 m de profundidade para coleta de amostras de solo e raízes em seis camadas. Os estoques de C foram estimados a partir da densidade do solo e do teor de C orgânico, enquanto a densidade radicular foi determinada pela razão entre a massa seca de raízes e o volume de solo amostrado. Os estoques totais de C variaram de 139,88 a 238,42 Mg ha^{-1}, sendo os maiores valores observados na Vértix 2 irrigada sob tratamento controle e na Vértix 3 em condição de sequeiro sob 60N-60P-300K. Em todas as combinações avaliadas foram registrados estoques expressivos de C ao longo de todo o perfil do solo. A maior densidade radicular concentrou-se na camada de 0-20 cm, embora raízes tenham sido observadas até 2,0 m de profundidade em todos os tratamentos. Os resultados demonstram que a distribuição conjunta dos estoques de C e do sistema radicular constitui um conjunto de atributos compatíveis com sistemas bioenergéticos sustentáveis, reforçando o potencial da cana-energia como cultura estratégica para a agricultura de baixa emissão de C e para a manutenção da qualidade do solo.

Palavras-chave: Sequestro de carbono; Biomassa; Mitigação climática

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas decorrentes do aumento das concentrações atmosféricas de gases de efeito estufa (GEE) impulsionam a transição para matrizes energéticas baseadas em fontes renováveis, de menor intensidade de C e maior eficiência ambiental. Nesse contexto, a bioenergia destaca-se por contribuir para a substituição parcial dos combustíveis fósseis, promovendo segurança energética, mitigação das emissões de GEE e desenvolvimento sustentável (Calvin et al., 2021; Jaiswal et al., 2017; Carvalho et al., 2021). No Brasil, esse cenário é favorecido pela elevada participação das fontes renováveis na matriz energética e pelo protagonismo da cadeia sucroenergética, cuja produção de açúcar, etanol e bioeletricidade contribui para a redução da intensidade de carbono e para o cumprimento dos compromissos climáticos internacionais (CONAB, 2025).

DOI: 10.51189/vii-coninters/86610

Entre as culturas de interesse bioenergético, a cana-energia (*Saccharum* spp.) destaca-se por ser um híbrido resultante de programas de melhoramento genético baseados em cruzamentos entre variedades comerciais de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) e espécies ancestrais, principalmente *Saccharum spontaneum*, visando elevar a produção de biomassa e o rendimento energético (Matsuoka et al., 2014; Santos, 2020). Como resultado, apresenta elevado teor de fibras, alta eficiência fotossintética e maior longevidade do canavial, características que ampliam seu potencial para a produção de bioeletricidade, etanol de segunda geração e sistemas bioenergéticos de baixo C (Buckeridge, 2022). Além da elevada produção de biomassa, essa cultura favorece o aporte de resíduos vegetais ao solo, contribuindo para o acúmulo de C orgânico.

O solo constitui o maior reservatório terrestre de C, armazenando quantidades superiores aos presentes na atmosfera e na vegetação combinadas (Lal, 2004; Jackson et al., 2017). O sequestro de C ocorre quando os aportes de biomassa superam as perdas por decomposição e mineralização da matéria orgânica (MO), representando um dos principais mecanismos naturais de mitigação das mudanças climáticas (Stevenson, 1994; Lal, 2006; Cherubin et al., 2015; Costa et al., 2020). Nesse processo, a cana-energia apresenta arquitetura radicular mais profunda e maior densidade de raízes que a cana-de-açúcar convencional, favorecendo a exploração de camadas subsuperficiais, o aporte contínuo de resíduos orgânicos e a estabilização do C em profundidade, onde a MO apresenta maior tempo de residência e menor suscetibilidade às perturbações decorrentes do manejo agrícola (Scarpare et al., 2019; Gomes, 2022; Lynch et al., 2021).

A dinâmica do C também está intimamente relacionada ao ciclo do nitrogênio (N), cuja interação com a atividade microbiana e o sistema radicular regula processos de mineralização, imobilização, ciclagem de nutrientes e formação da MO do solo, influenciando a produtividade agrícola, a qualidade do solo e o potencial de sequestro de C (Prado, 2008; Knicker, 2011; Floriano, 2022). Entretanto, ainda são escassas as informações sobre a distribuição dos estoques de C em perfis profundos cultivados com cana-energia e sua ocorrência em conjunto com o desenvolvimento radicular.

Diante desse contexto, o objetivo deste estudo foi caracterizar a distribuição dos estoques de C ao longo do perfil do solo até 2,0 m de profundidade e descrever sua distribuição em conjunto com o desenvolvimento do sistema radicular da cana-energia (*Saccharum* spp.), buscando compreender seu potencial como indicadores de sustentabilidade em sistemas bioenergéticos de baixo carbono.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área experimental

O estudo foi conduzido em área experimental do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (LPV/ESALQ/USP), localizada em Piracicaba, São Paulo, Brasil, em Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, sob clima Cwa, segundo a classificação de Köppen. O experimento foi implantado com duas variedades de cana-energia (*Saccharum spp.*), Vértix 2 (Tipo II) e Vértix 3 (Tipo I), cultivadas sob condições de sequeiro e irrigação plena, em delineamento de blocos casualizados, utilizando diferentes combinações de adubação NPK e um tratamento controle sem adubação.

Para este estudo foram selecionados tratamentos contrastantes previamente identificados por análise de componentes principais (Principal Component Analysis -PCA). Aos 365 dias após o transplantio (DAT), foram abertas doze trincheiras com dimensões de 1,5 m de largura X 1,0 m de comprimento X 2,0 m de profundidade. Em cada trincheira foram coletadas amostras deformadas e indeformadas nas profundidades de 0-20, 20-40, 40-60, 60-100, 100-150 e 150-200 cm. As amostras indeformadas foram utilizadas para determinação da densidade do solo, enquanto as amostras deformadas foram secas ao ar, destorroadas,

peneiradas e utilizadas para determinação da matéria orgânica e posterior cálculo do C orgânico do solo

2.4 Avaliação do sistema radicular

A distribuição do sistema radicular foi avaliada nas mesmas camadas de solo amostradas nas trincheiras. As coletas seguiram a metodologia descrita por Faroni e Trivelin (2006), utilizando sonda de amostragem para extração do solo contendo raízes. Posteriormente, as raízes foram separadas do solo por lavagem em água corrente com auxílio de peneiras de malha de 2 mm, secas em estufa com circulação forçada de ar a 65 °C até massa constante e pesadas em balança analítica para determinação da massa seca. A densidade de raízes foi calculada pela razão entre a massa seca de raízes e o volume de solo amostrado, conforme a Equação (1):

$$\rho_r = \frac{Msr}{V} \quad (1)$$

Em que ρ_r=densidade de raiz; Msr = massa seca de raiz; V=volume do anel

2.5 Estoques de C

A densidade do solo foi determinada a partir de amostras indeformadas, pelo método do anel volumétrico, sendo calculada após secagem das amostras em estufa até peso constante, conforme a Equação (2):

$$\rho = \frac{Ms}{Vt} \quad (2)$$

Em que ρ = densidade do solo (g cm^{-3}); Ms = massa do solo seco (g); Vt = volume total do anel (cm^3).

A MO do solo foi determinada pelo método de oxidação úmida com dicromato de potássio em meio ácido (Walkley-Black modificado). Posteriormente, os teores de C orgânico foram obtidos pela conversão da matéria orgânica utilizando o fator de Van Bemmelen, assumindo que a MO contém 58% de C, conforme a Equação (3):

$$C = \mathrm{MO} \times 0{,}58 \quad (3)$$

Em que: C= teor de carbono orgânico do solo (g kg^{-1}); MO = teor de matéria orgânica do solo (g kg^{-1}); 0,58 = fator de conversão de Van Bemmelen

Os estoques de C foram calculados para cada camada do perfil conforme a metodologia proposta por Ellert e Bettany (1995), utilizando a Equação (4):

$$E_C = \frac{\rho\,.h.C}{10} \quad (4)$$

Em que E = estoque de C no solo (Mg ha^{-1}); ρ = densidade do solo (g cm^{-3}); h = espessura da camada de solo avaliada (cm); C, N = teor de C orgânico do solo (g kg^{-1}); 10 = fator de conversão de unidades.

Os resultados foram analisados de forma descritiva, relacionando a distribuição vertical da densidade de raízes com os estoques de C o ao longo do perfil do solo, visando identificar indicadores de sustentabilidade associados ao potencial de sequestro de C em sistemas bioenergéticos de baixo C.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86610

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta os estoques totais de C acumulados até 2,0 m de profundidade nas variedades de cana-energia Vértix 2 e Vértix 3, sob diferentes manejos de adubação e condições hídricas.

Tabela 1. Estoque total de C (Mg ha⁻¹) até 2,0 m de profundidade.

Tratamento	V2 Irrigado	V2 Sequeiro	V3 Irrigado	V3 Sequeiro
Controle	238,42	172,03	139,88	162,32
60N-60P-300K	177,16	196,57	162,92	229,00
300N-60P-180K	205,90	200,55	166,41	198,80

Os estoques totais de C variaram entre 139,88 e 238,42 Mg ha⁻¹. O maior valor foi observado na variedade Vértix 2 sob irrigação no tratamento controle (238,42 Mg ha⁻¹), seguido da variedade Vértix 3 sob condição de sequeiro no tratamento 60N-60P-300K (229,00 Mg ha⁻¹). Os menores estoques ocorreram na variedade Vértix 3 irrigada no tratamento controle (139,88 Mg ha⁻¹) e no tratamento 60N-60P-300K sob irrigação (162,92 Mg ha⁻¹). Em todas as combinações avaliadas foram registrados estoques expressivos de C até 2,0 m de profundidade, evidenciando a manutenção desse elemento ao longo de todo o perfil do solo.

A Figura 1(a,b) apresenta a distribuição dos estoques de C nas diferentes camadas do perfil do solo para as duas variedades de cana-energia.

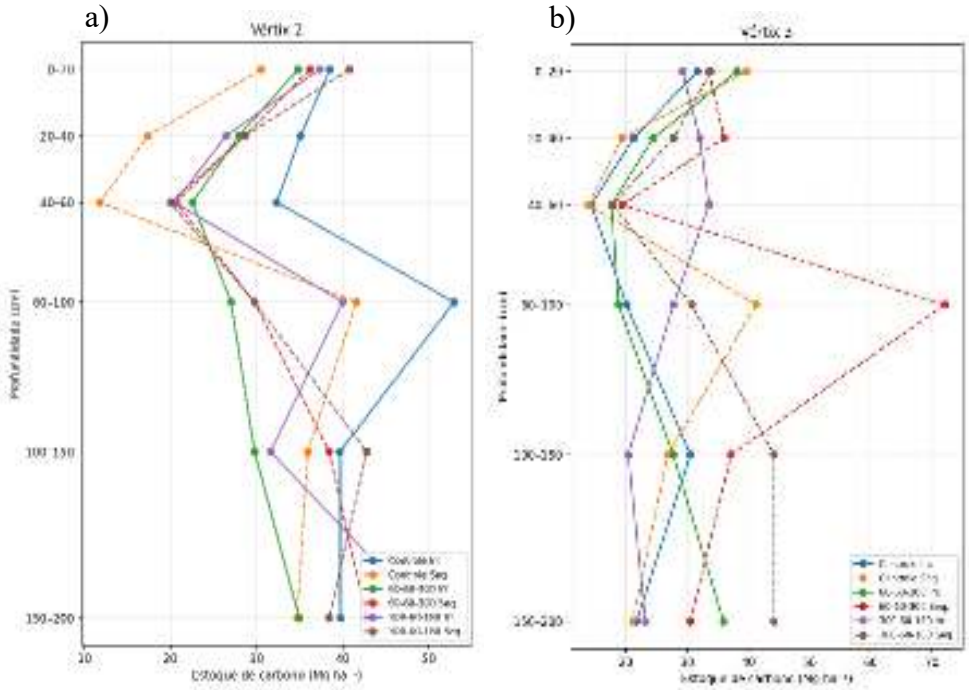


Figura 1(a,b):Distribuição dos estoques de carbono (Mg ha⁻¹) ao longo do perfil do solo.

Os estoques de C permaneceram distribuídos em todas as camadas avaliadas. Na variedade Vértix 2, os maiores valores foram observados entre 60-100 cm no tratamento controle irrigado (52,97 Mg ha⁻¹) e entre 150-200 cm no tratamento 300N-60P-180K irrigado (49,94 Mg ha⁻¹). Para a variedade Vértix 3, destacou-se o tratamento 60N-60P-300K sob condição de sequeiro, que apresentou 72,14 Mg ha⁻¹ na camada de 60-100 cm, correspondente ao maior estoque individual registrado entre todos os tratamentos. Nas demais combinações de variedade, manejo e condição hídrica, os estoques permaneceram distribuídos ao longo do perfil, evidenciando a ocorrência de C tanto nas camadas superficiais quanto nas subsuperficiais.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86610

A Figura 2 (a,b) apresenta a distribuição da densidade radicular ao longo do perfil do solo nas variedades Vértix 2 e Vértix 3 sob os diferentes manejos avaliados.

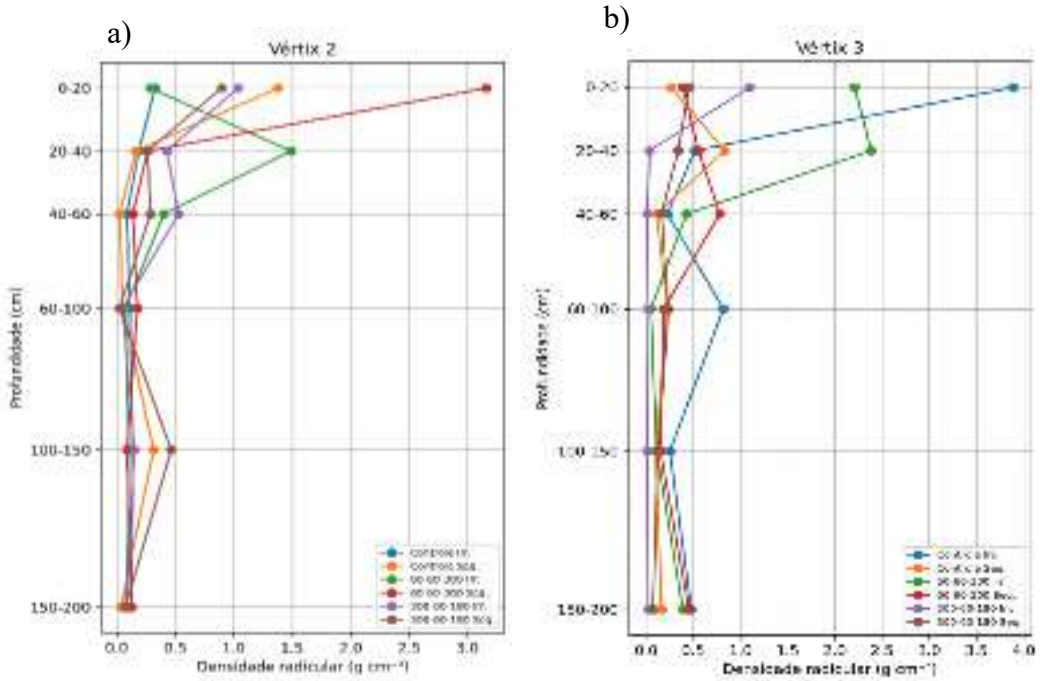


Figura 2 (a,b): Densidade radicular (g cm^{-3}) ao longo do perfil do solo.

Em todos os tratamentos, a maior densidade radicular concentrou-se na camada de 0-20 cm, reduzindo gradualmente com a profundidade. Na Vértix 2, o maior valor ocorreu sob sequeiro no tratamento 60N-60P-300K (3,16 g cm^{-3}), enquanto na Vértix 3 foi observado no controle irrigado (3,89 g cm^{-3}). Apesar dessa redução, raízes foram registradas até 2,0 m em todas as variedades e tratamentos.

A distribuição conjunta dos estoques de C e da densidade radicular evidenciou padrões distintos ao longo do perfil. Enquanto a maior concentração de raízes ocorreu nas camadas superficiais, os estoques de C permaneceram distribuídos até 2,0 m. Nas camadas superficiais, maiores densidades radiculares coincidiram com elevados estoques de C, como na Vértix 2 sob sequeiro (3,16 g cm^{-3} e 36,20 Mg ha^{-1}) e na Vértix 3 sob irrigação (3,89 g cm^{-3} e 31,72 Mg ha^{-1}). Em profundidade, embora a densidade radicular diminuísse, mantiveram-se elevados estoques de C, destacando-se a Vértix 3 sob sequeiro (72,14 Mg ha^{-1} entre 60-100 cm) e a Vértix 2 irrigada sob 300N-60P-180K (49,94 Mg ha^{-1} entre 150-200 cm).

Esse comportamento reforça a importância da cana-energia para sistemas bioenergéticos sustentáveis. Segundo Lal (2018), o armazenamento de C no solo constitui um dos principais mecanismos naturais de mitigação das mudanças climáticas, destaca ainda que o C em maiores profundidades apresenta maior tempo de residência e menor suscetibilidade à mineralização. Da mesma forma, Poorter et al. (2012) demonstram que sistemas radiculares profundos favorecem a exploração do solo, aumentando a eficiência na aquisição de água e nutrientes e a resiliência das culturas. Embora este estudo não tenha avaliado relações de causa e efeito, a ocorrência de raízes e de estoques expressivos de C ao longo de todo o perfil evidencia atributos compatíveis com sistemas sustentáveis de produção de biomassa.

Além disso, o C orgânico do solo é reconhecido como um dos principais indicadores da qualidade dos agroecossistemas (Cherubin et al., 2021). Nesse contexto, os resultados reforçam o potencial da cana-energia para sistemas bioenergéticos de baixa emissão de C, contribuindo para a descarbonização da agricultura e para os ODS 7 (Energia Acessível e Limpa), ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) e ODS 15 (Vida Terrestre).

DOI: 10.51189/vii-coninters/86610

4 CONCLUSÃO

Os resultados permitiram caracterizar a distribuição dos estoques de C ao longo do perfil do solo até 2,0 m de profundidade e descrevê-la em conjunto com o desenvolvimento do sistema radicular da cana-energia sob diferentes manejos de adubação e condições hídricas. Em todas as combinações avaliadas foram observados estoques expressivos de C distribuídos ao longo do perfil, enquanto a maior densidade radicular concentrou-se nas camadas superficiais, embora raízes tenham sido registradas até 2,0 m de profundidade. A ocorrência simultânea desses atributos ao longo do perfil evidencia características compatíveis com sistemas bioenergéticos sustentáveis, reforçando o potencial da cana-energia como cultura estratégica para sistemas agrícolas de baixa emissão de C e para a manutenção da qualidade do solo.

Como limitação, este estudo contemplou apenas um ciclo de avaliação e uma área experimental, não permitindo inferências sobre a dinâmica temporal dos estoques de C e do desenvolvimento radicular em diferentes condições edafoclimáticas. Como perspectivas futuras, recomenda-se o monitoramento de longo prazo da dinâmica do C no perfil do solo, a ampliação das avaliações para diferentes ambientes de cultivo e a integração de indicadores físicos, químicos, biológicos e isotópicos do solo, visando compreender de forma mais abrangente a sustentabilidade de sistemas bioenergéticos baseados na cana-energia.

REFERÊNCIAS

BUCKERIDGE, M. S. **Comparação entre os sistemas fotossintéticos C3 e C4**. Botânica, Instituto da Universidade de São Paulo, 2022.

CALVIN, K. et al. Bioenergy for climate change mitigation: socio-economic and environmental implications. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 146, p. 111123, 2021.

CARVALHO, J. L. N. et al. Greenhouse gas mitigation in sugarcane production systems. **GCB Bioenergy**, v. 13, p. 1538-1554, 2021.

CHERUBIN, M. R. et al. Soil health response to sugarcane straw removal in Brazil. **Industrial Crops and Products**, v. 163, art. 113315, 2021.

CHERUBIN, M. R. et al. Soil organic matter pools and carbon fractions in response to sugarcane expansion on native cerrado and pastures in Brazil. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 218, p. 51-63, 2015.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de cana-de-açúcar: safra 2025/26**. Brasília: CONAB, 2025.

COSTA, A. A. et al. Atributos físicos e estoque de carbono em áreas sob diferentes formas de uso do solo no Cerrado do Oeste da Bahia. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 5, p. 32294-32306, 2020.

FARONI, C. E.; TRIVELIN, P. C. O. Quantificação do sistema radicular da cana-de-açúcar pelo método da trincheira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 3, p. 421-430, 2006.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86610

FLORIANO, E. Aplicação de nitrogênio na cana-energia e seus efeitos produtivos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 17, p. 1-10, 2022.

GOMES, M. G. dos S. **Cana-energia: caracterização do sistema radicular e seu potencial para bioenergia**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2022.

JACKSON, R. B. et al. The ecology of soil carbon: pools, vulnerabilities, and biotic and abiotic controls. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 48, p. 419-445, 2017.

JAISWAL, D. et al. Brazilian sugarcane ethanol as an expandable green alternative to crude oil use. **Nature Climate Change**, v. 7, n. 11, p. 788-792, 2017.

KNICKER, H. Soil organic N - An underrated player for C sequestration in soils? **Soil Biology and Biochemistry**, v. 43, n. 6, p. 1118-1129, 2011.

LAL, R. Digging deeper: a holistic perspective of factors affecting soil organic carbon sequestration in agroecosystems. **Global Change Biology**, v. 24, n. 8, p. 3285-3301, 2018.

LAL, R. Soil carbon sequestration in Latin America. In: LAL, R.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M.; ETCHEVERS, J.; CERRI, E. **Carbon sequestration in soils of Latin America**. Boca Raton: CRC Press, 2006. p. 77-92.

LYNCH, J. P.; ZHAO, B.; FANELLI, C. Root traits for improving soil carbon sequestration in energy crops. **Plant and Soil**, v. 465, p. 39-54, 2021.

MANZONI, S. et al. The global stoichiometry of litter nitrogen mineralization. **Ecology Letters**, v. 11, n. 10, p. 1046-1056, 2008.

MATSUOKA, S. et al. Energy cane: its concept, development, characteristics, and prospects. **Advances in Botany**, v. 2014, art. 597275, 2014.

POORTER, H. et al. Biomass allocation to leaves, stems and roots: meta-analyses of interspecific variation and environmental control. **New Phytologist**, v. 193, n. 1, p. 30-50, 2012.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. 8. ed. São Paulo: UNESP, 2008.

SANTOS, R. M. Cana-energia e sua contribuição para a bioenergia no Brasil. **Revista Energia na Agricultura**, v. 35, n. 2, p. 189-199, 2020.

SCARPARE, F. V. et al. Sugarcane root system: a key component for soil carbon sequestration and nutrient recycling. **BioEnergy Research**, v. 12, p. 1100-1112, 2019.

STEVENSON, F. J. **Humus chemistry: genesis, composition, reactions**. 2. ed. New York: John Wiley, 1994.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86610

QUEIJARIA DA NIA: UM CASO DE RESILIÊNCIA E SUSTENTABILIDADE NO SEMIÁRIDO BAIANO

FRANCIELLE RODRIGUES SANTOS; NEUBER SANTOS DUARTE; LUAMA SORAIA COELHO LINS; MORGANA MATEUS SANTOS; ANDRÉA CRISTIANA SANTOS; FABIO DEL MONTE COCOZZA

RESUMO

O estudo buscou analisar as práticas de resiliência e sustentabilidade de um empreendimento rural, localizado no semiárido baiano em Casa Nova - BA, inserido no contexto da agricultura familiar. A Queijaria da Nia constitui um exemplo de produção sustentável adaptada às condições locais, com ênfase na caprinocultura e na produção artesanal de derivados do leite, de modo que o empreendimento da economia solidária promove a agregação de valor à produção, gera renda para as famílias e fortalece a segurança alimentar. A metodologia constitui um relato de experiência, fundamentado numa visita técnica, proporcionada pela disciplina de Agroindústria familiar rural e alimentos orgânicos, ofertada no segundo semestre de 2025, como parte das atividades desenvolvidas durante o doutorado no Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial (PPGADT/UNEB). A Queijaria representa um caso exemplar de desenvolvimento rural sustentável, com base na integração da produção agrofamiliar, no turismo gastronômico, na inovação de produtos com identidade regional e no fortalecimento da cultura sertaneja. Ao aliar tradição, inovação e resiliência, o empreendimento desafia a narrativa de escassez no semiárido, consolidando-se como um modelo inspirador e replicável para a cadeia produtiva da caprinocultura de forma sustentável. Além disso, contribui para a dinamização da economia local ao gerar empregos diretos e indiretos, estimular o empreendedorismo rural e fortalecer circuitos curtos de comercialização. A valorização dos produtos artesanais também amplia a visibilidade do território, promovendo identidade cultural e incentivando as práticas produtivas alinhadas aos princípios da agroecologia, educação ambiental, sustentabilidade social no semiárido brasileiro, fortalecendo a segurança alimentar e a economia local.

Palavras-chave: Agricultura familiar; Caprinocultura; Caatinga.

1 INTRODUÇÃO

O Estado da Bahia abriga o maior número de municípios inseridos no semiárido brasileiro. Das 417 cidades baianas, 287 estão inseridas no semiárido, o que corresponde a 85,6% de todo o território baiano (Bahia, 2024). Essa região apresenta precipitação anual entre 400 mm e 800 mm, com incidência entre outubro e março, e conta com períodos de escassez de chuva. Por isso, os solos arenosos são pouco desenvolvidos e o clima semiárido da área dão origem à vegetação de Caatinga (Portal Semiárido, 2009).

Pereira Filho *et al.* (2007) afirmam que a criação racional de caprinos e ovinos é determinante para adequação das técnicas de manejo da vegetação da Caatinga e a correta utilização do seu potencial forrageiro garante a melhoria das condições de vida do homem do campo.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86611

Apesar de sua riqueza ecológica, a Caatinga, ainda é associada a uma imagem de escassez, aridez e improdutividade, o que contribui para sua desvalorização. Atualmente, é o terceiro bioma mais degradado do Brasil devido às atividades de pecuária extensiva, ação antrópica, mudanças climáticas e cerca de 45% do seu território desmatado (Asa, 2025).

Diante da crise climática atual, torna-se essencial que os sistemas produtivos estejam alinhados aos princípios de sustentabilidade, da resiliência e das tecnologias apropriadas às realidades locais. A Caatinga se destaca, nesse cenário por abrigar experiências produtivas, sustentáveis, como sistemas agroflorestais, as comunidades de fundo de pasto e a agricultura familiar, que usufrui do uso da terra, e da força de trabalho familiar, pois concilia a produção de alimentos com a conservação ambiental como uma alternativa sustentável de produção (Asa, 2025; Guerra, 2024; Silva; Guanziroli, 2005).

No leque das práticas agroecológicas oriundas da agricultura familiar, a produção de queijo artesanal também se destaca. O produto, na maioria das vezes, é confeccionado por leite de cabra, que é uma atividade tradicional, gera renda e garante a segurança alimentar das famílias que o consomem (Cedasb, 2021).

No semiárido nordestino, destacam-se nos polos produtivos os municípios como Nossa Senhora da Glória, em Sergipe, e na Bahia a Cooperativa Capribée, formada por produtores dos municípios de Jaguarari e Curaçá - BA (Bahia, 2023; Lima *et al.* 2023).

No Sertão do São Francisco, mais especificamente no município de Casa Nova (BA), a Queijaria da Nia vem se destacando como a única do seu tipo na região. Trata-se de um empreendimento familiar que integra práticas agroecológicas à produção de leite de cabra e queijo artesanal, com forte ênfase na resiliência produtiva e na sustentabilidade ambiental no contexto do semiárido baiano. Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar as práticas de resiliência e sustentabilidade de um empreendimento rural, no semiárido baiano.

2 RELATO DE EXPERIÊNCIA

A presente experiência foi vivenciada a partir de uma visita técnica proporcionada pela disciplina de Agroindústria familiar rural e alimentos orgânicos, ofertada no segundo semestre de 2025, como parte das atividades desenvolvidas durante o doutorado pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial (PPGADT/UNEB). O estudo sobre a produção da queijaria surgiu da curiosidade acerca das dinâmicas que estruturam os sistemas produtivos, especialmente ao sistema produtivo da agricultura familiar voltado à caprinocultura leiteira e à fabricação artesanal de queijos. Buscou-se, assim, compreender as relações estabelecidas entre os diferentes atores envolvidos, desde a obtenção da matéria-prima até a comercialização dos produtos, considerando aspectos produtivos, sanitários, econômicos e sociais. A escolha da propriedade ocorreu por conveniência, considerando sua inserção nas atividades da disciplina e a possibilidade de conhecer todas as etapas do processo produtivo.

Durante a visita, a proprietária Regiane Reis apresentou a trajetória de criação do empreendimento, os desafios enfrentados e as conquistas alcançadas ao longo de sua atuação, desenvolvida em conjunto com seu esposo e filhos. Os relatos e as observações realizados durante a atividade subsidiaram as reflexões apresentadas neste trabalho, evidenciando a contribuição da agricultura familiar para o desenvolvimento territorial.

Para a construção do relato de experiência, foi utilizada a combinação de técnicas metodológicas, incluindo entrevista, observação participante e análise documental. Essas técnicas permitiram explorar a trajetória de vida da produtora, sua transição para um modelo produtivo de base agroecológica, os saberes práticos envolvidos, os desafios enfrentados ao longo do processo, bem como as percepções e os resultados alcançados que permite uma compreensão aprofundada de uma experiência singular, possibilitando, uma análise detalhada de contextos específicos e complexos. Foi adotada uma abordagem interdisciplinar, articulando os fundamentos teóricos da Agroecologia, da Ecologia dos saberes e do desenvolvimento

DOI: 10.51189/vii-coninters/86611

territorial sustentável (Caporal; Costabeber e Paulus, 2009; Vieira, 2009; Carneiro; Krefta; Folgado, 2014).

3 DISCUSSÃO

O município de Casa Nova, localizado no semiárido baiano, destaca-se nacionalmente por possuir o maior rebanho de caprinos do Brasil (Irpaa, 2025). A caprinocultura é central tanto para a economia, quanto para a identidade sociocultural local, e vem sendo fortalecida por organizações, como a Cooperativa Agropecuária Familiar Sertão Forte de Casa Nova e Região (COOAF), que atua no apoio à comercialização e a estruturação da cadeia produtiva (Castro, 2022; Bahia, 2019). A realização de eventos como o Seminário Interestadual da Caprinovinocultura evidencia a importância estratégica do setor para o desenvolvimento regional (Irpaa, 2025).

Nesse contexto, a Queijaria da Nia representa um exemplo de transformação socioeconômica, no semiárido baiano. Em 2020, o empreendimento conquistou o Selo de Serviço de Inspeção Municipal (SIM), tornando-se a primeira agroindústria do município de Casa Nova (BA) a obter essa certificação para produtos de origem animal, o que representa um marco para a valorização da produção artesanal, a garantia sanitária e a ampliação das oportunidades de comercialização dos produtos (Asa, 2025).

Em 2024, a Casa de Queijo da Nia se tornou a primeira agroindústria familiar do estado da Bahia a conquistar o selo do Sistema Brasileiro de Inspeção de Produtos de Origem Agropecuária (SISBI-POA), por meio do Consórcio Sustentável do Território do São Francisco (Constesf). Com essa certificação, a unidade passou a ter autorização para comercializar seus produtos em todo o país.

O empreendimento é liderado pela família da agricultora Regiane Reis e a sua trajetória revela que o sucesso do empreendimento não foi um acaso, mas o resultado da sua resiliência e adaptação contínua às dinâmicas ambientais, sociais e climáticas do sertão baiano. Hoje, a propriedade tem cerca de 60 cabras abastecendo a produção de queijos, garantindo uma média de 8 kg por dia, e todo o processo, desde a criação dos animais até a embalagem, acontece na propriedade, que recebe, mensalmente, a fiscalização do consórcio.

O negócio rural é reconhecido não apenas pela qualidade de seus produtos, mas por sua proposta de valor multifacetada, que alia a gastronomia e o turismo (Casa Nova, 2025), que oferece aos visitantes a oportunidade de conhecer o processo artesanal da produção dos queijos, a criação de caprinos e ainda, a degustação do que é produzido na propriedade. A queijaria cria uma imersão na cultura alimentar do sertão, convertendo a sua localização rural em um empreendimento regional. Essa abordagem transforma a localização rural em vantagem estratégica, desafiando a visão historicamente associada ao semiárido como espaço de escassez, vulnerabilidade e baixa produtividade. Tendo se consolidado como a principal fonte de renda da família, que já se dedica à criação de caprinos há mais de 15 anos (Bahia, 2024; Bahia, 2020; Projeto Lago de Sobradinho, 2018). Na Figura 1, é apresentada a experiência na propriedade, contemplando a degustação dos queijos produzidos.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86611

Figura 1: Degustação de Queijos na Queijaria da Nia
Fonte: Acervo pessoal das autoras.

As inovações adquiridas na propriedade formaram um portfólio que atende a diferentes gostos e ocasiões de consumo, indo além do queijo de cabra tradicional. Sua linha de produtos inclui requeijão cremoso, doce de leite e variedades inovadoras que incorporam sabores regionais e técnicas sofisticadas, como o queijo maturado no vinho e o queijo com carne seca de bode, que se destaca nas degustações (Adesba, 2025; Casa Nova, 2025; Estadão, 2022; Cesol, 2021). Além da venda em feiras, armazéns e lojas, os queijos também são comercializados por encomendas e diretamente no sítio.

O impacto mais profundo do empreendimento reside na sua replicabilidade e em seu papel como modelo. A queijaria é consistentemente apresentada como um "caso de sucesso" em comunicações oficiais, seminários técnicos e eventos de turismo (Divulga Petrolina, 2024). O negócio demonstra características únicas do bioma Caatinga e da cultura local, através da construção de uma marca *premium* e de uma identidade da produção e do sabor do queijo de cabra diferenciado. Sendo o principal sistema de transformação do leite em queijo no município que gera renda para produtores primários.

4 CONCLUSÃO

A queijaria da Nia configura-se como um modelo exitoso de agricultura familiar no semiárido brasileiro demonstrando que é possível promover crescimento econômico sustentável mesmo em contextos ambientais adversos. O empreendimento articula, de forma integrada, a produção de leite e queijos artesanais, a valorização dos saberes tradicionais, a inovação tecnológica e o turismo rural, sempre pautado nos princípios de sustentabilidade e fortalecimento das identidades locais.

A experiência evidencia que é viável manter e expandir uma unidade produtiva no semiárido, desafiando estigmas históricos de escassez e improdutividade. A trajetória da Queijaria da Nia oferece subsídios valiosos para a formulação de políticas públicas, estratégias de fomento ao desenvolvimento territorial e ações voltadas ao empreendedorismo rural, sendo um exemplo replicável para outras regiões com características semelhantes.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio ao desenvolvimento da pesquisa no Brasil; à Universidade do Estado da Bahia (UNEB), pela formação e pelo suporte institucional. Agradeço ao apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do estado da Bahia (FAPESB), pelo incentivo à pesquisa e pela concessão da bolsa de doutorado.

REFERÊNCIAS

ADESBA. Associação de apoio ao desenvolvimento sustentável e solidário do Estado da Bahia. **Casa de Queijos da Nia recebe visita de estudantes do IF Sertão PE**. 2025. ADESBA, [s.d.]. Disponível em: https://www.adesba.com.br/casa-de-queijos-da-nia-recebe-visita-de-estudantes-do-if-sertao-pe. Acesso em: 6 jul. 2025.

ARTICULAÇÃO SEMIÁRIDO BRASILEIRO (ASA). Casa de queijo da Nia: do Semiárido baiano para todo o Brasil. **Candeeiro**. 2025. Disponível em: https://asabrasil.org.br/candeeiro/casa-de-queijo-da-nia-do-semiarido-baiano-para-todo-o-brasil/. Acesso em: 24 jul. 2026

BAHIA. Secretaria de Desenvolvimento Rural - SDR. **Parceria entre cooperativa de criadores de caprinos e ovinos de Casa Nova e Frigbahia deve aquecer economia local**. Governo do Estado da Bahia, 2019. Disponível em: https://www.ba.gov.br/sdr/noticias/2019-06-03/parceria-entre-cooperativa-de-criadores-de-caprinos-e-ovinos-de-casa-nova-e. Acesso em: 06 julho de 2025.

BAHIA. Secretaria de Desenvolvimento Rural - SDR. **Caprinocultura de leite de Casa Nova gera resultados positivos com assistência técnica**. Bahiater, 2020. Disponível em: https://www.bahiater.sdr.ba.gov.br/noticias/2020-08-11/caprinocultura-de-leite-de-casa-nova-gera-resultados-positivos-com-assistencia. Acesso em: 6 de julho de 2025.

BAHIA. Secretaria de Comunicação Social – SECOM. **Unidade de beneficiamento de leite de cabra do semiárido baiano produz queijos premiados nacionalmente**, 2023. Disponível em: https://www.ba.gov.br/comunicacao/2023/09/noticias/unidade-de-beneficiamento-de-leite-de-cabra-do-semiarido-baiano-produz-queijos-premiados-nacionalmente. Acesso em: 09 de julho de 2025.

BAHIA. Secretaria de Desenvolvimento Rural - SDR. **Queijaria de Casa Nova é o primeiro empreendimento familiar da Bahia**. Governo do Estado da Bahia, 2024. Disponível em: https://www.ba.gov.br/sdr/noticias/2024-09/10480/queijaria-de-casa-nova-e-o-primeiro-empreendimento-familiar-da-bahia. Acesso em: 06 de julho de 2025.

CARNEIRO, F. F.; KREFTA, N.M.; FOLGADO, C. A.R.A práxis da Ecologia dos Saberes: Uma entrevista de Boaventura Santos. **Tempus, Actas de Saúde Coletiva**, v. 8, n. 2, p. 331-338, 2014.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A.; PAULUS, G. Agroecologia: uma ciência do campo da complexidade. Brasília, 110 p.; 2009. Disponível em: https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/agroecologia/livros/AGROECOLOGIA%20-%20UMA%20CIENCIA%20DO%20CAMPO%20DA%20COMPLEXIDADE.pdf. Acesso em: 18 de julho de 2026.

CASTRO, I. **A Importância do cooperativismo para a agricultura familiar**: um estudo sobre a Cooperativa Agropecuária Familiar Sertão Forte de Casa Nova e região (COOAF). 2022. 33 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, *Campus* Petrolina, Petrolina, 2022. Disponível em: https://releia.ifsertao-pe.edu.br/jspui/handle/123456789/842. Acesso em: 06 julho de 2026.

CASA NOVA. Prefeitura Municipal. **Portal Nacional de Contratações Públicas - PNCP**, 2025. Disponível em: https://pncp.gov.br/pncp-api/v1/orgaos/13691811000128/compras/2025/31/arquivos/1. Acesso em: 06 de julho de 2026.

CEDASB. Centro de Convivência e Desenvolvimento Agroecológico do Sudoeste da Bahia. **Produção de queijo na agricultura familiar**, 2021. Disponível em: https://cedasb.org.br/producao-de-queijo-na-agricultura-familiar/. Acesso em: 09 de julho de 2026.

CESOL. Centro Público de Economia Solidária do Sertão do São Francisco. **Queijo de Cabra da Nia**. YouTube, 2021. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=d5j7VOwlNnc. Acesso em: 6 de julho de 2026.

CRUZ, P. M.F. **Relação rural-urbana no contexto das novas ruralidades**: uma aproximação teórica. In: Encontro nacional da associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional, 2019. Anais [...]. Natal, 2019. Disponível em: http://anpur.org.br/xviiienanpur/anaisadmin/capapdf.php?reqid=1667. Acesso em 09 de junho de 2025.

DIVULGA PETROLINA. **Seminário discute potencial do enoturismo e vitivinicultura no Vale do São Francisco**. Divulga Petrolina, 2024. Disponível em: https://www.divulgapetrolina.com/2024/05/seminario-discute-potencial-do-enoturismo-e-vitivinicultura-no-vale-do-sao-francisco/. Acesso em: 06 julho de 2026.

ESTADÃO. **Rota da Queijaria da Nia**. Estadão, 2022. Disponível em: https://www.estadao.com.br/fotos/pme/rota-da-queijaria-da-nia/. Acesso em: 06 de jul.de 2026.

GUERRA, L. T. S. **Agricultura na Caatinga: o potencial do bioma como modelo de sustentabilidade.** Amigos da onça, 2024. Disponível em: https://amigosdaonca.org.br/agricultura-na-caatinga-o-potencial-do-bioma-como-modelo-de-sustentabilidade. Acesso em: 08 julho de 2026.

IRPAA. Instituto Regional da Pequena Agropecuária Apropriada **Seminário Interestadual da Caprinovinocultura evidencia potencial do Território Sertão do São Francisco nesse setor produtivo**. Irpaa, 2025. Disponível em: https://irpaa.org/2025/06/13/seminario-interestadual-da-caprinovinocultura-evidencia-potencial-do-territorio-sertao-do-sao-francisco-nesse-setor-produtivo/. Acesso em: 06 julho de 2026.

LIMA, J. S.; ALENCAR, L. A. C.; BORGES, A. C.; BARBOSA, J. B. LADEIRA, S.A. Diversificação da produção láctea: desenvolvimento e análise de queijo caprino condimentado e defumado. **Contribuiciones a Las Ciencias Sociales**, v. 16, n. 9, p. 16797-16807, 2023.

PROJETO LAGO DE SOBRADINHO. **Primeiro Selo SIM de Casa Nova é entregue a família que faz parte do Projeto Lago de Sobradinho.** Blogspot, 2018. Disponível em: http://projetolagodesobradinho.blogspot.com/2018/**.** Acesso em: 06 julho de 2026.

PORTAL SEMIÁRIDO. **Semiárido**: **superação da pobreza pelo desenvolvimento autossustentável**. 2009. Disponível em: https://semiarido.ufba.br/node/18. Acesso em: 04 de julho de 2026.

PEREIRA FILHO, J.M.; VIEIRA, E.L.; KAMALAK, A.; SILVA, A.M.A.; CÉZAR, M.F.; BEELEN, P.M.G. Ruminal disappearance of Mimosa tenuiflora hay treated with sodium hydroxide. Archivos de Zootecnia, v.56, n.216, p.959-962, 2007.

SILVA, F. E. L.; BEZERRA, J. A. Região e Território: Um breve olhar sobre a nova delimitação do semiárido brasileiro. **Revista Homem, Espaço e Tempo**, v.2, n. 14, p. 65-82, 2020.

SILVA, J. G.; GUANZIROLI, C. E. Políticas Públicas e agricultura familiar no semiárido Brasileiro. **Revista de Economia e Sociologia Rural**. v. 43, n. 4, p. 737-760, 2005.

VIEIRA, P. F. Políticas ambientais no Brasil: Do preservacionismo ao desenvolvimento territorial sustentável. **Política & Sociedade**, n. 4, 2009.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86611

ARBORIZAÇÃO URBANA E REDES DE ENERGIA: CONFLITOS E SOLUÇÕES NA ÁREA DE CONCESSÃO DA ENEL SÃO PAULO

FRANK MACHADO DE SOUSA

RESUMO

A convivência entre arborização e redes aéreas de distribuição de energia tornou-se um dos pontos mais sensíveis da infraestrutura urbana, principalmente em áreas periféricas. Este estudo analisa o conflito entre vegetação e rede elétrica com foco na área de concessão da Enel Distribuição São Paulo, enfatizando dois eixos inseparáveis: o manejo preventivo das árvores e a modernização de uma malha composta, em parte, por ativos legados que precisam ser progressivamente renovados. A pesquisa é bibliográfica, qualitativa e descritivo-exploratória, baseada em artigos científicos recentes, documentos regulatórios, publicações institucionais e informações técnicas divulgadas entre 2024 e 2026. Os resultados indicam que podas isoladas não solucionam o problema quando a infraestrutura permanece vulnerável. A redução das interrupções exige planejamento da arborização, inventário e monitoramento contínuos, substituição de espécies incompatíveis quando tecnicamente justificada, modernização das redes de distribuição por meio da substituição de cabos convencionais por cabos protegidos ou isolados em pontos críticos, além da automação do sistema, renovação de postes, transformadores e demais equipamentos, reforço de subestações e expansão de soluções subterrâneas quando justificadas por risco, densidade urbana e viabilidade técnica. Na área atendida pela Enel São Paulo, os investimentos anunciados para 2025-2027 e os projetos de resiliência sinalizam uma mudança de escala, mas o contexto regulatório recente demonstra que a efetividade deve ser medida pela continuidade do serviço e pela capacidade de resposta em situações críticas. Conclui-se que o conflito não deve ser apresentado como oposição entre árvores e energia. A solução depende de uma gestão integrada em que vegetação saudável, rede moderna, fiscalização, planejamento municipal e responsabilidade da concessionária sejam tratados como componentes de uma mesma política de resiliência urbana.

Palavras-chave: Infraestrutura; Manejo; Resiliência.

1 INTRODUÇÃO

A arborização urbana é parte da infraestrutura ambiental das cidades. Sua presença ajuda a moderar temperaturas, amplia áreas de sombra, favorece a biodiversidade e torna ruas e espaços públicos mais habitáveis. De acordo com Polizelli-Ricci e Agostini (2024), as árvores urbanas também contribuem para a conservação de polinizadores, demonstrando que o valor da vegetação ultrapassa a dimensão estética. Esse reconhecimento é importante porque, quando o debate sobre fornecimento de energia se intensifica após temporais, existe o risco de transformar a árvore no problema central e perder de vista a complexidade do sistema urbano.

Na Região Metropolitana de São Paulo, a discussão ganha relevância especial por envolver a Enel Distribuição São Paulo, concessionária responsável pelo atendimento da capital e de outros municípios de sua área de concessão. A empresa anunciou, em 2025, um ciclo de R$ 10,4 bilhões até 2027 destinado ao reforço, à digitalização e à expansão do sistema, incluindo manutenção preventiva, inspeção de rede, novos transformadores, postes,

DOI: 10.51189/vii-coninters/86612

subestações, automação e medição inteligente (Enel Distribuição São Paulo, 2025b). O volume anunciado evidencia que a modernização deixou de ser uma ação acessória e passou a ocupar posição estratégica.

Esse movimento é necessário porque redes de distribuição não são estruturas permanentes e imunes ao tempo. Trechos instalados em ciclos antigos de urbanização convivem com crescimento de carga, desgaste de materiais, mudanças no uso do solo e eventos meteorológicos mais severos. Postes, cruzetas, isoladores, transformadores, conexões e condutores precisam ser inspecionados, reformados ou substituídos conforme sua condição e criticidade. Em 2026, a própria Enel informou que parte dos investimentos era destinada à substituição de equipamentos antigos por tecnologias digitais e ao aumento da robustez do sistema, o que reforça a necessidade de renovar ativos legados em vez de concentrar a resposta apenas na vegetação (Enel Brasil, 2026).

O tema também recebeu novo tratamento regulatório. A Resolução Normativa ANEEL nº 1.137/2025 estabeleceu medidas voltadas à resiliência dos sistemas de distribuição e transmissão diante de eventos climáticos severos. Entre as mudanças, a norma determinou planos de manejo vegetal, inspeções periódicas, poda preventiva, articulação com o poder público e relatórios de gestão, deslocando o manejo da vegetação de uma lógica reativa para uma lógica planejada e documentada (ANEEL, 2025). Em 2026, a Agência detalhou que o plano deve apresentar métodos de monitoramento, cronograma, periodicidade e cuidados ambientais (ANEEL, 2026).

Diante desse cenário, o objetivo deste estudo é analisar o conflito entre arborização urbana e redes de distribuição de energia, com foco na atuação e nos desafios da Enel São Paulo, discutindo como o manejo vegetal, a renovação de redes antigas ou legadas, a automação e a coordenação institucional podem reduzir interrupções sem empobrecer a cobertura arbórea das cidades.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo caracteriza-se como pesquisa bibliográfica, de abordagem qualitativa e finalidade descritivo-exploratória. A investigação foi desenvolvida por meio de revisão de literatura científica e análise documental, com foco nas relações entre arborização urbana, infraestrutura elétrica, resiliência climática e continuidade do fornecimento de energia na área de concessão da Enel Distribuição São Paulo.

Foram consultados artigos científicos, trabalhos acadêmicos, documentos regulatórios e publicações institucionais relacionados ao manejo vegetal, ao planejamento urbano, à modernização das redes elétricas, à automação e à resposta a eventos climáticos severos. Priorizou-se material publicado entre 2024 e 2026, sem excluir referências anteriores quando diretamente pertinentes ao entendimento técnico do problema. A seleção considerou a aderência ao tema, a identificação da autoria ou da instituição responsável e a relação do conteúdo com a gestão da vegetação ou com a distribuição de energia.

A análise foi organizada em cinco eixos: conflito territorial entre árvores e infraestrutura; condição e modernização das redes elétricas; ações recentes da Enel São Paulo; exigências da Resolução Normativa ANEEL nº 1.137/2025; e alternativas de integração entre concessionária, municípios e sociedade. Por se tratar de revisão bibliográfica e documental, não foram realizadas entrevistas, levantamentos de campo ou medições em redes da concessionária. Os dados quantitativos apresentados correspondem às fontes citadas e foram utilizados como elementos de contextualização, sem serem tratados como resultados de coleta primária.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86612

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Arborização, periferias e conflito com a infraestrutura

A literatura recente mostra que o conflito entre árvores e equipamentos urbanos surge, em grande medida, quando a arborização é implantada sem considerar o espaço disponível e a estrutura que já existe na via. Conforme Oliveira e Almeida (2024), o manejo adequado depende do conhecimento do porte, da condição fitossanitária e da relação da copa e das raízes com o entorno. O problema, portanto, não está na existência da árvore, mas na incompatibilidade criada quando espécie, local de plantio e infraestrutura são tratados separadamente.

Nas periferias, essa incompatibilidade tende a produzir efeitos sociais mais intensos. Uma interrupção prolongada de energia não significa apenas ausência de iluminação. Pode afetar a conservação de alimentos, o funcionamento de pequenos comércios, o acesso à internet, o estudo, o trabalho remoto e outros equipamentos indispensáveis à rotina doméstica. A vulnerabilidade se torna maior onde a infraestrutura já apresenta menor redundância e onde o acesso das equipes é dificultado por vias estreitas, tráfego intenso, ocupações consolidadas ou vegetação sem cadastro atualizado.

O monitoramento tecnológico pode alterar esse padrão. Gonçalves e Albarici (2024) demonstraram a aplicação de mapeamento tridimensional para identificar conflitos entre vegetação e infraestrutura elétrica, indicando que inventários digitais e medições espaciais podem apoiar decisões mais precisas. Em áreas extensas, ferramentas desse tipo permitem classificar o risco, programar intervenções e distinguir uma árvore que exige poda imediata daquela que pode ser apenas acompanhada. Essa diferença é decisiva para reduzir cortes desnecessários e concentrar recursos nos pontos realmente críticos.

3.2 Redes antigas, ativos legados e necessidade de modernização

O segundo eixo do problema está na própria rede. Sistemas aéreos implantados em diferentes períodos acumulam tecnologias, padrões construtivos e ativos com idades distintas. A simples existência de uma rede antiga não significa, por si só, falha de serviço; contudo, o envelhecimento físico exige inspeção, manutenção e substituição programada. Quando essa renovação não acompanha o crescimento da cidade, os eventos climáticos encontram uma infraestrutura menos preparada para esforços mecânicos, quedas de galhos, sobrecargas e recomposição rápida após danos.

O plano de investimentos apresentado pela Enel em 2025 reconhece essa necessidade. A companhia informou que pretende inspecionar 34,4 mil quilômetros de rede, executar cerca de 100 mil pontos de manutenção preventiva, ampliar ou modernizar 80 subestações, instalar mais de 3,6 mil transformadores, inserir 8,2 mil postes e acrescentar aproximadamente 10 mil dispositivos de automação até 2027 (Enel Distribuição São Paulo, 2025b). São medidas que dialogam diretamente com o envelhecimento e a heterogeneidade dos ativos existentes.

Em 2026, a Enel Brasil declarou que a distribuidora paulista havia investido R$ 2,8 bilhões ao longo de 2025 e mais R$ 690,3 milhões no primeiro trimestre de 2026. A empresa associou esses recursos à modernização de ativos, à substituição de equipamentos antigos por tecnologias digitais, à expansão de capacidade e ao aumento da resiliência (Enel Brasil, 2026). Contudo tais números são relevantes, mas o volume financeiro, isoladamente, não encerra a discussão. O resultado precisa aparecer em indicadores de continuidade, redução de interrupções longas, rapidez de atendimento e menor vulnerabilidade a ocorrências recorrentes.

A modernização deve ser seletiva e orientada por risco. Em corredores com arborização consolidada e alta incidência de falhas, redes compactas protegidas ou cabos isolados podem diminuir o contato direto entre galhos e condutores. Em áreas de alta densidade, centros comerciais, vias estratégicas ou pontos com criticidade elevada, soluções subterrâneas podem ser tecnicamente justificáveis, embora apresentem custo de implantação e manutenção mais elevado. Em maio de 2026, a Enel concluiu seis novas linhas subterrâneas de alta tensão em

São Caetano do Sul, demonstrando que a solução subterrânea já integra projetos de reforço regional, ainda que não possa ser aplicada de forma indiscriminada em toda a rede (Enel Distribuição São Paulo, 2026).

3.3 Enel São Paulo: resiliência, automação e manejo vegetal

O foco na Enel permite observar como infraestrutura e vegetação estão sendo tratadas de maneira mais integrada. O plano 2025-2027 prevê mais de 1,8 milhão de podas preventivas, aproximadamente 600 mil por ano, além de reformas de redes e digitalização (Enel Distribuição São Paulo, 2025b). A escala é significativa e demonstra que o manejo vegetal continuará sendo parte central da operação. Entretanto, a qualidade desse manejo importa tanto quanto a quantidade. Podar com frequência sem planejamento de longo prazo pode apenas reproduzir o conflito em ciclos sucessivos.

A Resolução Normativa ANEEL nº 1.137/2025 amplia essa responsabilidade ao exigir que as distribuidoras estruturem plano de manejo vegetal, inspeções periódicas, poda preventiva, protocolos de atuação coordenada e relatório anual. A norma também prevê estímulo à substituição de árvores inadequadas por espécies compatíveis com os planos municipais, evitando que a solução seja uma retirada sem recomposição ambiental (ANEEL, 2025). Segundo a ANEEL (2026), o plano deve conter métodos de monitoramento e controle, cronograma de podas, periodicidade das ações e cuidados ambientais.

Esse desenho regulatório é especialmente importante para São Paulo porque o problema envolve competências diferentes. A concessionária conhece a rede e seus riscos elétricos; os municípios detêm atribuições relacionadas à arborização, licenciamento e manejo do espaço público; órgãos ambientais precisam assegurar que intervenções respeitem critérios técnicos. A ausência de coordenação gera atrasos, dúvidas sobre responsabilidades e decisões tomadas somente durante emergências. O modelo mais eficiente é aquele em que o risco é identificado antes do temporal e cada instituição conhece previamente sua função.

A modernização tecnológica pode reduzir o tamanho dos apagões mesmo quando não é possível impedir a ocorrência inicial. No projeto de resiliência desenvolvido em Alto de Pinheiros, Parque dos Príncipes e Alvarenga, a Enel substituiu trechos por cabos isolados compactos e intensificou o uso de religadores e telecontrole. Em Alvarenga, São Bernardo do Campo, o projeto concluído em 2025 foi apresentado como medida para tornar a rede mais robusta e agilizar manobras durante interrupções (Enel Distribuição São Paulo, 2025a). A lógica é relevante para áreas periféricas porque permite que falhas localizadas não interrompam necessariamente grandes blocos de consumidores.

3.4 Continuidade do serviço, fiscalização e responsabilidade

A pressão por melhorias não decorre apenas de expectativas sociais. Em abril de 2026, a ANEEL decidiu instaurar processo administrativo de caducidade relacionado à concessão da Enel São Paulo, apontando, entre os elementos considerados, falhas persistentes na prestação do serviço, elevado tempo de atendimento emergencial, crescimento de interrupções superiores a 24 horas e problemas no planejamento e execução de contingências (Agência Gov, 2026). A instauração do processo não equivale, por si só, ao encerramento definitivo da concessão, pois há etapas de defesa e decisão administrativa, mas demonstra a gravidade atribuída ao desempenho em situações críticas.

Esse contexto reforça uma conclusão importante: resiliência não pode ser medida apenas pelo número de árvores podadas, equipes contratadas ou equipamentos comprados. Esses elementos são meios. O resultado esperado é a redução do risco, a menor duração das interrupções e a recuperação mais rápida quando eventos extremos superam a capacidade preventiva. A fiscalização precisa acompanhar a execução dos investimentos e relacioná-la aos indicadores de continuidade, enquanto a concessionária deve demonstrar que os ativos

DOI: 10.51189/vii-coninters/86612

renovados e os novos sistemas de automação estão chegando aos pontos de maior vulnerabilidade.

A Arsesp explica que o acompanhamento da distribuição utiliza indicadores como DEC e FEC para avaliar duração e frequência de interrupções e que a fiscalização deve atuar com enfoque preventivo e baseado em evidências (Arsesp, 2026). Essa lógica pode ser aplicada também ao conflito com a arborização: mapas de recorrência, histórico de quedas, cadastro de ativos, condição das árvores e dados de interrupção devem formar uma base comum de priorização. Sem integração de dados, as intervenções tendem a seguir a urgência do momento e não o risco acumulado.

Nas periferias, essa priorização precisa considerar equidade territorial. Bairros com menor visibilidade pública não podem receber modernização apenas depois de sucessivas falhas. O critério técnico deve incorporar o número de consumidores afetados, a existência de serviços essenciais, a frequência de ocorrências, o tempo médio de recomposição, a condição dos ativos e a exposição à vegetação. Uma política de resiliência é efetiva quando reduz desigualdades de confiabilidade entre áreas da mesma concessão, e não apenas quando melhora médias globais.

3.5 Caminhos para compatibilizar arborização e rede elétrica

A compatibilização exige uma mudança de enfoque. O primeiro passo é reconhecer árvores e rede elétrica como infraestruturas que devem coexistir. A cidade necessita de sombra, biodiversidade e conforto térmico, ao mesmo tempo em que depende de energia contínua. Portanto, não existe solução sustentável baseada na retirada generalizada da vegetação, assim como não é razoável manter espécies incompatíveis em condições que gerem risco recorrente sem qualquer intervenção.

O segundo passo é planejar o ciclo completo. O plantio deve considerar a largura da calçada, a distância dos equipamentos, o porte adulto, a arquitetura da copa e as condições do solo. O manejo deve ser periódico e tecnicamente orientado. Quando a substituição for necessária, ela precisa ser acompanhada de replantio adequado. Paralelamente, a rede deve receber renovação programada, com troca de ativos envelhecidos, reforço de estruturas, instalação de automação e adoção de cabos mais protegidos em trechos sensíveis.

Por fim, a transparência precisa acompanhar a modernização. A ANEEL (2025) passou a exigir a divulgação de plano e relatório anual de manejo vegetal. Essa informação pode aproximar a população da gestão, mostrar por que determinada árvore foi podada, indicar áreas previstas para intervenção e permitir controle social sobre a reposição de indivíduos removidos. Em um tema que costuma gerar tensão entre moradores, prefeitura e concessionária, explicar critérios técnicos é parte da própria solução.

4 CONCLUSÃO

O conflito entre arborização urbana e redes de distribuição de energia não pode ser encerrado com a ideia simplificada de que árvores causam apagões e, por isso, precisam ser cortadas. A análise bibliográfica mostra que a vegetação pode interferir no sistema elétrico, sobretudo quando espécies e locais de plantio são incompatíveis, mas a gravidade das interrupções também depende da condição dos ativos, da automação, da capacidade de manobra e da preparação operacional da concessionária.

No caso da Enel São Paulo, os investimentos divulgados para 2025-2027 apontam uma agenda de modernização necessária: novas subestações, reforma de instalações, substituição de equipamentos antigos, implantação de transformadores e postes, expansão da automação, inspeções e uso de cabos isolados em projetos de resiliência. Essa agenda precisa continuar e ganhar prioridade justamente nos trechos de rede legada e nos bairros mais vulneráveis. Redes

DOI: 10.51189/vii-coninters/86612

antigas não devem ser tratadas como uma característica permanente da cidade; devem entrar em programas de renovação com critérios de risco, desempenho e impacto social.

Ao mesmo tempo, o manejo vegetal deve ser preventivo, ambientalmente responsável e integrado aos municípios. A Resolução Normativa ANEEL nº 1.137/2025 fornece um marco relevante ao exigir planejamento, inspeção, poda preventiva, articulação institucional e transparência. Seu potencial, contudo, depende da execução. Planos de manejo precisam sair do papel e dialogar com inventários arbóreos, planos municipais e dados reais de interrupção.

Conclui-se que a solução mais consistente é uma política de resiliência urbana baseada em dois movimentos simultâneos: cuidar melhor das árvores e modernizar de forma contínua a rede elétrica. Quando a concessionária renova ativos, automatiza circuitos e reforça pontos críticos, o sistema se torna menos sensível a uma ocorrência isolada. Quando o poder público planeja a arborização e acompanha a saúde das árvores, diminui a necessidade de podas emergenciais e preserva os benefícios ambientais. A cidade não precisa escolher entre energia e vegetação. Precisa fazer com que ambas sejam planejadas como infraestruturas essenciais, com responsabilidades definidas, fiscalização efetiva e resultados percebidos pela população.

REFERÊNCIAS

Documento institucional: AGÊNCIA GOV. **Agência reguladora inicia processo para retirar contrato de concessão da Enel-SP.** Brasília, DF, 7 abr. 2026. Disponível em: https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202604/aneel-inicia-processo-de-recomendacao-de-caducidade-do-contrato-de-concessao-da-enel-sp. Acesso em: 28 jul. 2026.

Página institucional: AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **FAQ – Resolução Normativa nº 1.137/2025.** Brasília, DF, 30 mar. 2026. Atualizado em: 8 abr. 2026. Disponível em: https://www.gov.br/aneel/pt-br/acesso-a-informacao/perguntas-frequentes/faq-resolucao-normativa-no-1-137-2025. Acesso em: 28 jul. 2026.

Documento normativo: AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Resolução Normativa ANEEL nº 1.137, de 21 de outubro de 2025.** Estabelece disposições para o aumento da resiliência do sistema de distribuição e de transmissão a eventos climáticos severos e dá outras providências. Brasília, DF: ANEEL, 2025. Disponível em: https://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren20251137.pdf. Acesso em: 28 jul. 2026.

Página institucional: AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS PÚBLICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO (ARSESP). **Fiscalização do setor de energia.** São Paulo: ARSESP, 2026. Disponível em: https://www.arsesp.sp.gov.br/Paginas/energia/Fiscalizacao_de_Distribuicao.aspx. Acesso em: 28 jul. 2026.

Documento institucional: ENEL BRASIL. **Enel Brasil eleva em 31% investimentos em distribuição de energia no primeiro trimestre de 2026.** São Paulo, 2026. Disponível em: https://www.enel.com.br/pt-saopaulo/investimentos/d2026-enel-brasil-eleva-investimentos-em-distribuicao-de-energia-no-primeiro-trimestre-de-2026.html. Acesso em: 28 jul. 2026.

Documento institucional: ENEL DISTRIBUIÇÃO SÃO PAULO. **Enel amplia capacidade e confiabilidade da rede no ABC com obra de alta tensão em São Caetano do Sul.** São Paulo, 6 maio 2026. Disponível em: https://www.enel.com.br/pt-saopaulo/midia/press/d202605-enel-amplia-capacidade-e-confiabilidade-da-rede-no-abc-com-obra-de-alta-tensao-em-sao-caetano-do-sul.html. Acesso em: 28 jul. 2026.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86612

Documento institucional: ENEL DISTRIBUIÇÃO SÃO PAULO. **Enel SP conclui projeto de resiliência no Alvarenga e 24 mil clientes têm rede mais robusta.** São Paulo, 5 jun. 2025a. Disponível em: https://www.enel.com.br/pt-saopaulo/midia/press/d202506-enel-sp-conclui-projeto-de-resiliencia-no-alvarenga-e-24-mil-clientes-tem-rede-mais-robusta.html. Acesso em: 28 jul. 2026.

Documento institucional: ENEL DISTRIBUIÇÃO SÃO PAULO. **Enel SP vai investir R$ 10,4 bi para modernizar a rede até 2027.** São Paulo, 2 abr. 2025b. Disponível em: https://www.enel.com.br/pt-saopaulo/midia/press/d202504-investimentos-Sao-Paulo-2025-a-2027.html. Acesso em: 28 jul. 2026.

Anais de evento: GONÇALVES, Enrico Moreira; ALBARICI, Fábio Luiz. Monitoramento de conflitos entre vegetação urbana e infraestrutura elétrica com mapeamento tridimensional. In: JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA E SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO IFSULDEMINAS, 16., 2024, Pouso Alegre. **Anais [...]**. Pouso Alegre: IFSULDEMINAS, 2024. Disponível em: https://josif.ifsuldeminas.edu.br/ojs/index.php/anais/article/download/1786/1517. Acesso em: 28 jul. 2026.

Artigo científico: OLIVEIRA, William Rocha Maximino de; ALMEIDA, Fábio Souto de. Avaliação da arborização da Praça Leoni Ramos, Niterói, estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, Curitiba, v. 22, n. 9, e6861, 2024. DOI: https://doi.org/10.55905/oelv22n9-173.

Artigo científico: POLIZELLI-RICCI, Nícolas Alberto; AGOSTINI, Kayna. A arborização urbana como protagonista na manutenção e conservação de polinizadores. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana**, Curitiba, v. 18, n. 4, p. 1-16, 2024. DOI: https://doi.org/10.5380/revsbau.v18i4.92496. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/92496. Acesso em: 28 jul. 2026.

DESAFIOS DA IMPLEMENTAÇÃO DA PNRS: MARCO LEGAL, REALIDADE OPERACIONAL E A PERSISTÊNCIA DOS LIXÕES

NATAN ARAÚJO FRANCISCO; ADRIANA MIGLIORINI KIECKHÖFER

RESUMO

A gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) permanece como um dos principais desafios ambientais do Brasil, mesmo após a instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) que estabeleceu a meta de eliminar os lixões até 2024. Este estudo analisou os limites da efetividade da PNRS, integrando o marco legal vigente com os dados setoriais de 2024. Para tanto, realizou-se uma pesquisa descritiva e explicativa, de abordagem mista, combinando análise documental da legislação e tratamento estatístico de dados secundários. As fontes de dados foram os relatórios da Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (ABREMA) e do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA), referentes ao ano de 2024. A análise quantitativa envolveu estatística descritiva para caracterizar o cenário nacional e regional, seguida do cálculo do coeficiente de correlação de Pearson para examinar a associação entre planejamento municipal e desempenho na destinação final. A região Sul, com 66,5% dos municípios com Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), alcançou 68,9% de destinação adequada, enquanto o Norte, com apenas 36,2% de cobertura de planos, registrou 38,7%, evidenciando que as assimetrias regionais na capacidade de planejamento se refletem diretamente nos indicadores de destinação final. Os resultados revelaram que, apesar do Brasil possuir um arcabouço normativo consolidado, 40,3% dos RSU ainda tiveram destinação inadequada em 2024. Esse cenário reflete limitações estruturais no processo de implementação da política, no qual a formulação das diretrizes se concentra na esfera federal enquanto os municípios, com capacidades administrativas e financeiras profundamente desiguais, são os principais responsáveis pela execução. Identificou-se forte correlação positiva ($r = 0,87$) entre a existência de PMGIRS e índices de destinação adequada, na qual a presença dos planos explica 75,7% da variância. Conclui-se que os principais desafios da PNRS não estão relacionados à inexistência de instrumentos legais, mas à limitada capacidade dos municípios de implementá-los de forma efetiva, evidenciando a necessidade de fortalecer a coordenação federativa, a capacidade institucional e os mecanismos de financiamento da gestão dos RSU, com destaque para os consórcios públicos intermunicipais e instrumentos econômicos como o ICMS Ecológico.

Palavras-chave: Efetividade de políticas públicas; Gestão ambiental; Planejamento municipal.

1 INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos sólidos constitui um dos desafios socioambientais mais urgentes do século XXI. Em escala global, a geração de resíduos urbanos, que já era de 2,3 bilhões de toneladas em 2025, pode atingir 3,8 bilhões até 2050 (PNUMA, 2025). No Brasil, a situação é particularmente crítica. O país produziu 81,6 milhões de toneladas de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) em 2024 (ABREMA, 2025), expondo milhões de pessoas a riscos sanitários e ambientais.

Para enfrentar essa crise, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabeleceu metas ambiciosas fundamentadas na responsabilidade

DOI: 10.51189/vii-coninters/86613

compartilhada e na logística reversa, tendo como objetivo central a erradicação dos lixões (Brasil, 2010a). Os prazos foram revisados pelo Novo Marco do Saneamento (Lei nº 14.026/2020), que fixou agosto de 2024 como data limite final para todos os municípios (Brasil, 2020). Contudo, a implementação da PNRS tem sido marcada por sucessivos descumprimentos. Dados da ABREMA (2025) revelam que, no ano do prazo final, 40,3% dos resíduos coletados ainda foram destinados de forma inadequada, evidenciando uma profunda desconexão entre o arcabouço normativo e a realidade operacional dos municípios.

Embora a literatura, com contribuições de Jacobi e Besen (2011) e Cruz *et al.* (2025), aponte os desafios históricos da gestão de RSU, ainda há uma lacuna de estudos que integrem a análise do marco legal pós-2022, incluindo o Decreto nº 10.936/2022 e o Planares, com um diagnóstico empírico do exato ano de 2024. Diante disso, esta pesquisa teve como objetivo analisar os limites da efetividade da PNRS em 2024, por meio da integração entre o marco legal vigente e os dados setoriais do período.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para atingir o objetivo proposto, realizou-se uma pesquisa de natureza descritiva e explicativa (Gil, 2019). A abordagem foi mista, combinando a análise qualitativa do marco legal com o tratamento quantitativo de dados secundários (Vergara, 2019). O procedimento técnico central foi a pesquisa documental, que abrangeu os principais dispositivos legais da PNRS, como a Lei nº 12.305/2010, o Decreto nº 7.404/2010, a Lei nº 14.026/2020 e as atualizações de 2022 (Brasil, 2010a, 2010b, 2020, 2022a, 2022b), além de relatórios setoriais.

Os dados quantitativos foram extraídos de duas fontes principais. A primeira foi o Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2024 (ABREMA, 2025), de onde se obtiveram os indicadores nacionais e regionais de geração, coleta, reciclagem e despesas com manejo de RSU. A segunda foi o Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA, 2025), que disponibiliza dados municipais sobre a existência de Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS). Como a base do SINISA é desagregada por município, foi necessário um tratamento prévio de agregação. Os 5.570 municípios foram agrupados segundo as cinco Grandes Regiões brasileiras para, então, ser calculado o percentual de municípios que declararam possuir PMGIRS em relação ao total de cada região. Esse procedimento permitiu compatibilizar a base de planejamento municipal com os indicadores de destinação final da ABREMA, que já são fornecidos em nível regional.

A análise dos dados foi conduzida em duas etapas. Inicialmente, empregou-se a estatística descritiva para caracterizar o cenário nacional e regional da destinação final, da coleta e da reciclagem. Posteriormente, para investigar a associação entre o planejamento municipal e o desempenho na destinação, foi calculado o coeficiente de correlação de Pearson (r). Este coeficiente é uma medida estatística que varia de -1 a +1 e expressa a intensidade e a direção da associação linear entre duas variáveis quantitativas. Ele foi utilizado para medir a associação entre o percentual de municípios com PMGIRS e o índice de destinação adequada, utilizando as cinco Grandes Regiões brasileiras como unidades de análise (Paranhos *et al*., 2014). Cabe registrar que esta análise, com cinco observações regionais, possui um caráter exploratório, oferecendo uma indicação inicial relevante sobre a associação entre as variáveis investigadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da pesquisa empírica confirmam o diagnóstico de insuficiência da política. Em 2024, dos 69,7 milhões de toneladas de RSU encaminhadas para disposição final, apenas 59,7% tiveram um destino ambientalmente adequado (aterros sanitários). Em contrapartida, 28,1 milhões de toneladas, ou 40,3% do total, foram dispostas em lixões e aterros controlados (ABREMA, 2025). Essa persistência da inadequação, mesmo após o prazo legal, evidencia que o avançado arcabouço normativo da PNRS não foi suficiente para assegurar sua

DOI: 10.51189/vii-coninters/86613

efetividade, corroborando o conceito de que a efetividade de uma política não se mede apenas por sua existência legal, mas por sua capacidade de gerar resultados na prática (Souza, 2006).

A desagregação regional dos dados evidencia as desigualdades estruturais do país. Enquanto o Sudeste (71,3%) e o Sul (68,9%) apresentaram índices de destinação adequada acima da média nacional (59,7%), o Norte (38,7%), o Nordeste (44,7%) e o Centro-Oeste (45,8%) ficaram muito abaixo. O Norte, com 61,3% de destinação inadequada, representa a situação mais grave dessa assimetria, que reflete diferenças históricas de capacidade financeira e institucional (Silva; Capanema, 2019). A análise da distribuição de gastos reforça esse ponto: a região Sudeste, com o melhor desempenho, concentrou R$ 22 bilhões em despesas com manejo de RSU, enquanto a região Norte, com o pior desempenho, respondeu por apenas R$ 2,6 bilhões (ABREMA, 2025).

Conforme a Tabela 1, a dinâmica de geração e coleta também varia significativamente, com o Sudeste gerando 49,2% do RSU nacional e apresentando a maior coleta (98,9%), enquanto as regiões Norte e Nordeste registram as menores coberturas, com cerca de 84%. Esse panorama revela diferentes necessidades de políticas públicas e investimentos.

Tabela 1 – Distribuição regional de geração e coleta de RSU em 2024

Região	Total gerado (milhões t)	Participação (%)	Geração *per capita* (kg/hab/dia)	Coleta (%)
Sudeste	40,1	49,2%	1,241	98,9%
Nordeste	20,2	24,7%	0,967	84,0%
Sul	8,9	10,9%	0,781	97,3%
Norte	6,1	7,5%	0,894	83,7%
Centro-Oeste	6,3	7,7%	1,011	95,5%
Brasil	**81,6**	**100%**	**1,051**	**93,7%**

Fonte: Elaborada pelos autores com base em ABREMA (2025).

Na Tabela 2, os indicadores de fluxo de resíduos reforçam a complexidade do problema. A cobertura da coleta alcançou 93,7% dos RSU gerados, mas aproximadamente 5,1 milhões de toneladas não foram coletadas. A taxa de reciclagem foi de apenas 8,7% e 5,4% dos resíduos tiveram como destino a queima a céu aberto. Esses dados demonstram que a ampliação da coleta, embora essencial, não é suficiente para garantir uma gestão ambientalmente adequada, sendo necessários investimentos em triagem, reciclagem e educação ambiental (Spoti; Amaral, 2023). Essa limitação orçamentária, especialmente em municípios de pequeno porte, é apontada como um entrave à implementação da política (Queiroz; Pinto Filho, 2022).

Tabela 2 - Indicadores do fluxo de resíduos sólidos urbanos no Brasil (2024)

Indicador	Valor
Total gerado de resíduos	81,6 milhões t
Coletado	93,7%
Não coletado	~ 5,1 milhões t
Reciclado	8,7%
Queima a céu aberto	5,4%

Fonte: Elaborada pelos autores com base nos dados da ABREMA (2025).

DOI: 10.51189/vii-coninters/86613

Adicionalmente, os entraves operacionais e sociais contribuem para agravar esse quadro. A coleta de RSU pode representar até 70% dos custos totais do sistema de manejo, e sua precariedade compromete toda a cadeia de gestão (Spoti; Amaral, 2023). Somado a isso, a ausência de programas permanentes de educação ambiental reduz a participação social, comprometendo a coleta seletiva e limitando o reaproveitamento adequado dos resíduos (Silveira; Cornélio, 2025).

A análise da evolução temporal dos indicadores reforça a persistência do problema. Em 2010, ano de instituição da PNRS, o Brasil gerava 60,8 milhões de toneladas de RSU, das quais 42,3% tinham destinação inadequada. Em 2024, a geração atingiu 81,6 milhões de toneladas, um crescimento de 34,2%, enquanto o percentual de destinação inadequada recuou apenas para 40,3% (ABREMA, 2025). Esses números evidenciam que, apesar dos avanços normativos, a velocidade de melhoria dos indicadores é incompatível com a magnitude do desafio.

As metas estabelecidas pelo Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares) para 2040 tornam esse cenário ainda mais desafiador. O plano prevê que 50% dos resíduos gerados deverão ser reciclados ou passar por algum processo de recuperação, e que 13,5% dos resíduos orgânicos sejam aproveitados por compostagem ou geração de biogás. Considerando que a taxa de reciclagem em 2024 foi de apenas 8,7%, o cumprimento dessas metas exigirá investimentos substanciais em infraestrutura, educação ambiental e inclusão socioprodutiva dos catadores, especialmente nas regiões que hoje apresentam os piores indicadores.

Apesar de a PNRS reconhecer formalmente o protagonismo dos catadores na coleta seletiva e na logística reversa, sua inserção efetiva nos sistemas formais de gestão ainda é limitada. Muitas cooperativas operam em condições precárias, sem infraestrutura adequada ou apoio financeiro suficiente para ampliar sua capacidade operacional, o que reduz a capacidade de recuperação e valorização dos materiais potencialmente recicláveis.

Para além da dimensão financeira e operacional, a pesquisa identificou o papel estratégico do planejamento municipal. A análise de correlação de Pearson revelou uma associação forte e positiva ($r = 0,87$) entre o percentual de municípios que possuem PMGIRS e o percentual de destinação adequada. O cálculo do coeficiente de determinação ($R^2 = 0,7569$) indica que a presença do PMGIRS está associada a expressivos 75,7% da variação nos índices de destinação adequada entre as regiões. Como mostrado na Tabela 3, as regiões Sul (66,5%) e Sudeste (59,6%) possuem os maiores percentuais de municípios com PMGIRS e, simultaneamente, os melhores resultados de destinação. Em contraste, as regiões Norte (36,2%) e Nordeste (22,5%) apresentam uma presença muito menor do instrumento de planejamento e resultados de destinação muito inferiores.

Tabela 3 - Proporção de municípios com PMGIRS e percentual de destinação adequada de RSU, por Grandes Regiões do Brasil em 2024

Região	Total de municípios (n)*	Municípios com PMGIRS (n) **	Municípios com PMGIRS (%)**	Destinação adequada dos RSU (%)***
Norte	450	163	36,2	38,7
Nordeste	1.794	403	22,5	44,7
Sudeste	1.668	994	59,6	71,3
Sul	1.191	792	66,5	68,9
Centro-Oeste	467	202	43,3	45,8
Brasil	**5.570**	**2.554**	**45,9**	**59,7**

Fonte: Elaborada pelos autores com base em *IBGE, **SINISA e ***ABREMA (2025).

DOI: 10.51189/vii-coninters/86613

Esse achado confere base empírica à hipótese de que o planejamento municipal é um fator estruturante para o desempenho da gestão de resíduos, como sinalizado por Grisa e Capanema (2018). No entanto, é fundamental interpretar essa correlação com cautela, pois ela não implica causalidade direta. A efetividade da política também é influenciada por outros fatores limitantes, como as desigualdades regionais, a desarticulação institucional e a indefinição de responsabilidades que sobrecarregam os municípios, principais executores da política (Santiago, 2024).

Para além dos aspectos financeiros e de planejamento, os resultados revelam limitações estruturais no processo de implementação da política. Conforme discutido por Arretche (2012), a implementação de políticas públicas no Brasil é um campo de interações entre atores federativos com capacidades profundamente desiguais. No caso da PNRS, a União concentra a formulação das diretrizes, enquanto os municípios, que apresentam realidades administrativas e financeiras consideravelmente heterogêneas, são os principais responsáveis pela execução. A baixa taxa de reciclagem (8,7%) e a permanência da queima a céu aberto (5,4%) são indicadores claros dessa incapacidade operacional e da fragilidade dos mecanismos de fiscalização, problemas que se agravam em municípios com restrições financeiras e carência de equipes técnicas (Silveira; Cornélio, 2025).

Essa lacuna entre a diretriz normativa e a execução local é um reflexo direto de falhas na governança multinível da política. A efetividade da PNRS depende da coordenação entre União, estados e municípios, mas, conforme destacado por Santiago (2024), a desarticulação institucional, a indefinição de responsabilidades e as limitações de financiamento sobrecarregam os municípios. A inclusão socioeconômica dos catadores, um dos pilares da PNRS, também permanece limitada, reduzindo a capacidade de recuperação de materiais recicláveis (Brasil, 2010a). Nesse cenário, os resultados aqui apresentados corroboram e atualizam o diagnóstico antecipado por Kieckhöfer (2023), que, ao analisar os dados de 2010 e 2022, já alertava para a improbabilidade de cumprimento do prazo final. Ao verificar que a previsão se confirmou com os dados de 2024, este estudo fornece evidências que reforçam a necessidade de ações concretas para a superação dos entraves identificados.

4 CONCLUSÃO

Este estudo cumpriu o objetivo de analisar os limites da efetividade da PNRS por meio de uma análise integrada entre o marco legal e os dados empíricos de 2024. A conclusão central é que o principal desafio para a política de resíduos sólidos no Brasil não reside na ausência de normas, mas sim nas acentuadas assimetrias de capacidade institucional, financeira e administrativa entre os municípios para implementá-las. A forte correlação entre o planejamento municipal, representado pelos PMGIRS, e o desempenho na destinação final ($r = 0,87$; $R^2 = 75,7\%$) comprova que os instrumentos de gestão previstos na PNRS são eficazes e pertinentes. Contudo, sua efetividade está significativamente condicionada por um contexto de desigualdade regional e recorrente limitação de recursos, que impede que essas ferramentas de planejamento se traduzam em resultados ambientais concretos e universais.

Como limitações, reconhece-se que a análise de correlação foi baseada em apenas cinco observações regionais, o que lhe confere um caráter exploratório. Além disso, o uso de dados secundários declaratórios (SINISA) e de estimativas setoriais (ABREMA) impõe cautela às conclusões. Estudos futuros que utilizem dados municipais desagregados poderão testar a consistência dessa associação com amostras mais amplas e maior consistência estatística.

Os achados desta pesquisa convergem com o diagnóstico de que a governança multinível da PNRS permanece fragilizada. A desarticulação entre os entes federativos, a indefinição de responsabilidades e a insuficiência de mecanismos estáveis de financiamento sobrecarregam os municípios, especialmente os de pequeno porte, que concentram a execução da política sem dispor de capacidade técnica e financeira compatível com as exigências legais.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86613

Esse quadro é agravado pelas desigualdades regionais históricas, que fazem com que as regiões Norte e Nordeste acumulem os piores indicadores de destinação adequada e, simultaneamente, os menores percentuais de municípios com PMGIRS.

Diante do exposto, para superar os entraves identificados, as recomendações são direcionadas ao fortalecimento das bases de implementação. No campo da gestão, é necessário o fortalecimento dos consórcios públicos intermunicipais como estratégia para o compartilhamento de infraestrutura e redução de custos operacionais, especialmente para municípios de pequeno porte. No campo do financiamento, é imperativo o aperfeiçoamento dos mecanismos de incentivo, como a vinculação de repasses de ICMS Ecológico ao cumprimento de metas de encerramento de lixões e à ampliação da coleta seletiva. Essas medidas podem fortalecer a gestão municipal e incentivar a adoção de práticas alinhadas aos objetivos estabelecidos pela PNRS. No campo social, as políticas devem priorizar a ampliação dos investimentos em educação ambiental e o fortalecimento da inclusão socioeconômica dos catadores de materiais recicláveis. Os achados desta pesquisa reforçam que o fortalecimento das condições de execução é o caminho mais promissor para que o Brasil avance na gestão de seus resíduos sólidos, mais do que a mera criação de novos instrumentos normativos.

REFERÊNCIAS

ABREMA (Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente). **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2024**. São Paulo: Abrema, 2025.

ARRETCHE, M. **Democracia, federalismo e centralização no Brasil.** Rio de Janeiro: Editoras FGV/Fiocruz, 2012.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 3 ago. 2010a.

BRASIL. Decreto nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010. **Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 23 dez. 2010b.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. **Atualiza o marco legal do saneamento básico.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 16 jul. 2020.

BRASIL. Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022. **Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 13 jan. 2022a.

BRASIL. Decreto nº 11.043, de 13 de abril de 2022. **Aprova o Plano Nacional de Resíduos Sólidos - Planares.** Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 14 abr. 2022b.

CRUZ, U. R. X. da; FERREIRA, E. R.; GARCIA, R. A.; DÍAZ, M. A. Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil: desafios, políticas públicas e inclusão social. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista,** Tupã, SP: ANAP, v. 21, n. 1, p. 195-219, 2025.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GRISA, D. C.; CAPANEMA, L. X. de L. Resíduos sólidos: municipal solid waste (MSW). In: PUGA, Fernando Pimentel; CASTRO, Lavínia Barros de (Org.). **Visão 2035:** Brasil, país

desenvolvido: agendas setoriais para alcance da meta. Rio de Janeiro: BNDES, 2018. p. 415-438.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **DTB - Divisão Territorial Brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2025.

JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011.

KIECKHÖFER, A. M. Estado e políticas públicas: o caso da gestão integrada de resíduos sólidos urbanos. **Sociedade em Debate**, Pelotas, v. 29, n. 3, p. 36-53, set./dez. 2023.

PARANHOS, R.; FIGUEIREDO FILHO, D. B.; ROCHA, E. C. da; SILVA JÚNIOR, J. A. da; NEVES, J. A. B.; SANTOS, M. L. W. D. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson: o retorno. **Leviathan**, São Paulo, n. 8, p. 66-95, 2014.

PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente). **Relatório Anual do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente.** 2025.

QUEIROZ, J. H. M. de; PINTO FILHO, J. L. de O. Desafios dos municípios brasileiros de pequeno porte para atendimento à Lei n° 12.305/2010. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer, Jandaia, GO, v. 19, n. 41, p. 46-63, 2022.

SANTIAGO, C. D. A Política Nacional de Resíduos Sólidos: um olhar sobre a governança. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, Brasília, n. 31, p. 117-125, jan./jun. 2024.

SILVA, V. P. M. e; CAPANEMA, L. X. de L. Políticas públicas na gestão de resíduos sólidos: experiências comparadas e desafios para o Brasil. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro: BNDES, v. 25, n. 50, p. 153-200, set. 2019.

SILVEIRA, M. A.; CORNELIO, A. G. Desafios na implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos nos municípios: aspectos econômicos, políticas públicas, planos de gestão e educação ambiental. In: **RESÍDUOS e sustentabilidade**: planejamento, políticas e práticas ambientais. Barueri, SP: Científica Digital, v. 1, p. 8-20, 2025.

SINISA (Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico). **Relatório da Gestão Municipal do Saneamento Básico - 2025:** ano de referência 2024. Brasília: Ministério das Cidades, 2025.

SOUZA, C. Políticas Públicas: uma revisão da literatura. **Sociologias**, Porto Alegre, ano 8, n. 16, p. 20-45, jul./dez. 2006.

SPOTI, T. B.; AMARAL, C. S. T. Os desafios da gestão de resíduos sólidos urbanos domésticos no Brasil. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 8712-8724, feb. 2023.

VERGARA, S. C. **Métodos de pesquisa em administração**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86613

MAPEAMENTO DOS PONTOS DE ABASTECIMENTO COLETIVO DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO MUNICÍPIO DE TUCURUÍ-PA

ARTHUR DE FREITAS DUTRA; ALESSON BRUNO CARVALHO PINHEIRO; FABRÍCIO JÚNIOR VIANA GAIA; TAUMATURGO DE OLIVEIRA PONTES NETO; RAFAELA RIBEIRO SIQUEIRA

RESUMO

O acesso à água potável é um fator essencial para a saúde pública e para a qualidade de vida da população, sendo o abastecimento adequado um dos principais desafios enfrentados por diversos municípios brasileiros. Em Tucuruí, no estado do Pará, além da rede pública de distribuição, existem diversos pontos coletivos de abastecimento utilizados diariamente pela população, como poços e nascentes conhecidas popularmente como bicas. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo identificar, mapear e caracterizar esses pontos de abastecimento existentes na área urbana do município, contribuindo para o conhecimento de sua distribuição espacial e para futuras avaliações da qualidade da água fornecida. A pesquisa foi desenvolvida por meio de levantamento virtual utilizando a plataforma Google Maps, com posterior organização dos dados em ambiente de geoprocessamento (QGIS), permitindo a localização geográfica das fontes identificadas. Os resultados mostraram a existência de 20 pontos coletivos de abastecimento distribuídos em diferentes bairros da cidade, sendo a maioria proveniente de poços e uma parcela menor de nascentes naturais. Observou-se ainda uma distribuição desigual dessas fontes, com alguns bairros não apresentando pontos de abastecimento alternativo, indicando a necessidade de fontes alternativas e inadequadas para aquisição de água para consumo nesses locais, como advindas do abastecimento público ("água da rua"). O estudo evidencia a importância dessas estruturas para a população local e destaca a necessidade de monitoramento contínuo da qualidade da água, além de fornecer informações que podem subsidiar ações de planejamento urbano, gestão dos recursos hídricos e políticas públicas voltadas ao saneamento básico no município.

Palavras-chave: bica; poço; saneamento.

1 INTRODUÇÃO

A água potável é um recurso indispensável para a manutenção da vida e para a promoção da saúde pública, sendo seu fornecimento adequado um dos principais indicadores da qualidade dos serviços de saneamento básico. Entretanto, em diversas cidades brasileiras ainda são observadas limitações relacionadas à distribuição contínua e à qualidade da água fornecida à população, refletindo diretamente nas condições de vida dos habitantes. Segundo o World Business Council for Sustainable Development (WBCSD, 2006), apenas 0,5% da água do planeta é doce e disponível ao consumo humano, enquanto 2,5% de água doce que existe está gelada .

No município de Tucuruí, localizado no sudeste do estado do Pará, as bicas de água são amplamente conhecidas e utilizadas por parte da população para consumo doméstico. Essas fontes naturais representam uma alternativa ao abastecimento convencional e fazem parte da cultura local, atraindo diariamente moradores que buscam água para beber e cozinhar.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86615

Segundo (Moreira, 2014), o histórico da gestão do sistema de abastecimento de água do município evidencia dificuldades estruturais e administrativas que influenciam diretamente a prestação do serviço à população.

Pesquisas mais recentes demonstram que a percepção dos moradores sobre a qualidade do abastecimento ainda apresenta aspectos preocupantes. (Silva e Silva, 2021), ao realizarem um diagnóstico do sistema de abastecimento em bairros urbanos de Tucuruí, verificaram que quase metade dos entrevistados classificou a qualidade da água distribuída como ruim e relataram frequentes interrupções no fornecimento, evidenciando fragilidades na prestação do serviço. Já relacionando ao acesso da água das bicas, estudos científicos realizados na cidade evidenciam a importância dessas nascentes para a população. Segundo Martins *et al.* (2014), ao avaliarem a qualidade físico-química e bacteriológica da nascente da Praça da Bica, verificaram que os parâmetros analisados estavam em conformidade com os padrões estabelecidos pela legislação vigente para água destinada ao consumo humano, concluindo que a água apresentava condições adequadas de potabilidade.

Diante da importância das bicas como fonte alternativa de abastecimento para a população de Tucuruí, este trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade da água potável fornecida por essas fontes naturais, verificando sua conformidade com os padrões de potabilidade estabelecidos pela legislação brasileira. Além disso, busca-se contribuir para o conhecimento sobre as condições de qualidade dessas águas e ressaltar a importância do monitoramento contínuo, visando garantir a segurança sanitária e a preservação desse importante recurso hídrico utilizado pela população local.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O estudo foi realizado no município de Tucuruí, localizado na região sudeste do estado do Pará, zona conhecida como Região de Integração (RI) do Lago de Tucuruí. O município possui diversas bicas de água utilizadas pela população como fonte alternativa de abastecimento para consumo doméstico, especialmente para ingestão e preparo de alimentos. Com o objetivo de organizar o levantamento das bicas existentes na área urbana, o município foi subdividido em quatro áreas de estudo, abrangendo diferentes bairros da cidade, conforme mostra a Figura 1. A Área 1 compreende os bairros Nova Conquista, Beira Rio, Getat, Jardim Paraíso, Mangal, Jaqueira e Matinha. A Área 2 abrangeu os bairros Jardim Alcobaça, Nova Alcobaça, Colorado, Nova Tucuruí, Palmares I e II, Paravoá, Serra Azul, Caripe e Bela Vista. A Área 3 foi composta pelos bairros Luz e Liberdade, Nova Matinha, São Sebastião, Vila Pioneira, São Francisco, Vila Peniel e Colinas. Por fim, a Área 4 incluiu os bairros Santa Mônica, Jardim Marilucy, Parque dos Buritis, Cohab, Santa Isabel e Cristo Vive. A divisão espacial foi adotada para garantir uma cobertura mais abrangente do município e facilitar a identificação das fontes de abastecimento distribuídas na área urbana.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86615

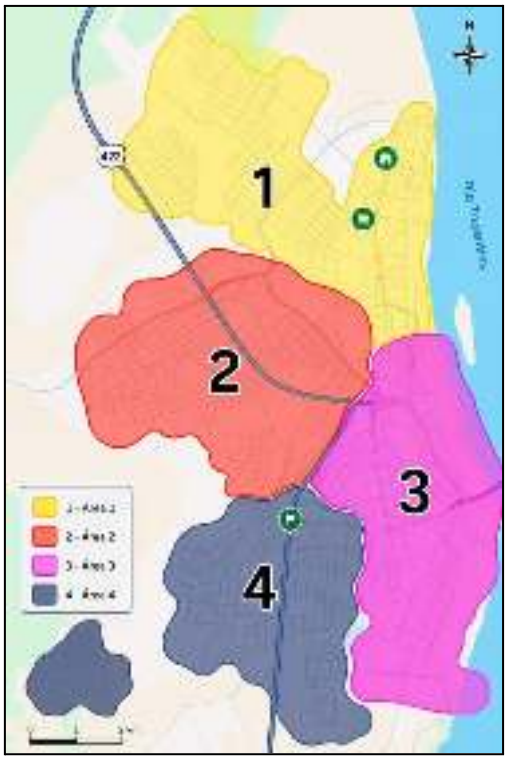


Figura 1: Divisão de áreas do município para a identificação dos pontos de água.

2.2 Levantamento e identificação das bicas de água

O levantamento dos pontos de abastecimento foi realizado por meio de mapeamento virtual utilizando a plataforma Google Maps. A identificação das bicas ocorreu a partir da análise sistemática das vias urbanas dos bairros pertencentes a cada área de estudo, percorrendo virtualmente as ruas e registrando os locais onde foram observadas fontes de água utilizadas pela população. Para cada ponto identificado, foram registradas informações referentes à sua localização, possibilitando a elaboração de um banco de dados georreferenciado das bicas existentes no município. A estratégia de divisão da cidade em áreas permitiu uma busca mais organizada e reduziu a possibilidade de omissão de pontos durante o levantamento. Os dados obtidos serviram como base para a seleção dos pontos avaliados e para as etapas subsequentes da pesquisa.

Figura 2: Identificação de um ponto de bica no Bairro Santa Monica.
Fonte: Google Street View (2026).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

DOI: 10.51189/vii-coninters/86615

Após o mapeamento através da plataforma do Google Meet foi possível classificar todos os pontos de abastecimento de água coletivos no município de Tucuruí, assim como classificá-los. A Tabela 1 apresenta todos os pontos que foram encontrados e a localização de cada um. Os pontos também foram agrupados pelo tipo de ambiente, que podem ser escolas públicas, praças, galpões, garagens, ginásios ou residências; também pela origem da água fornecida, que pode ser de poços escavados/artesianos ou de nascentes.

Tabela 1: Classificação dos pontos de abastecimento de água para consumo humano no município de Tucuruí.

Bairro	Local	Fornecimento	Área
Bela vista	Escola Zolima Tenório	Poço	4
Bela vista	Residência	Poço	4
Colinas/Belém	Ginásio Poliesportivo	Poço	3
Colinas	Local aberto	Nascente	3
Alto Alegre	Escola Maria Fernandes	Poço	1
Getat	Residência	Poço	1
Jaqueira	Escola Júlia Passarinho	Poço	1
Jaqueira/Santa Isabel	Praça (Bica)	Nascente	1
Jardim Marilucy	Residência	Poço	4
Jardim Marilucy	Templo Central (Igreja)	Poço	4
Luz e Liberdade	Residência	Poço	3
Mangal	Garagem	Poço	1
Matinha	Praça da Matinha	Poço	1
Nova Matinha	Escola Manoel Carlos	Poço	3
Nova Tucuruí	Escola (Tia Berna)	Poço	2
Santa Isabel	Escola Fernando José Leão Guilhon	Poço	1
Santa Mônica	Escola	Poço	4
Santa Mônica	Quartel	Poço	4
São Francisco	Escola Maria Odete	Poço	3
Supan	Residência	Poço	1

Fonte: Autores.

Além disso, foi possível elaborar a distribuição geográfica dos pontos de abastecimento no município utilizando o software QGIS. A Figura 3 mostra a localização de cada ponto no mapa de Tucuruí, o qual está dividido pelas áreas adotadas na metodologia do estudo. Os pontos destacados em azul indicam abastecimento coletivo de água de poços, com torneiras enfileiradas. Os pontos destacados em amarelo indicam abastecimento de água por meio de afloramentos (nascentes), incluindo o ponto de maior demanda do município conhecido como “Bica”. A Figura 3 também destaca a área de aproveitamento de água “Sítio Deus é Grande”, onde está localizada a Estação de Tratamento de Água (ETA) do município para o fornecimento público de água (não recomendada para consumo humano).

O município de Tucuruí não possui uma divisão clara de seus bairros e essa delimitação deve ser feita de forma intuitiva a partir de informações dispersas em sites e documentos, ou disponibilizadas pelos moradores locais. A partir da distribuição gráfica dos pontos na Figura 3 é possível observar que não existe concentração de pontos de abastecimento em áreas específicas, mas há uma falta de disponibilidade desses pontos

coletivos em bairros inteiros como Beira Rio e Nova Conquista, na Área 1; Cristo Vive e Parque dos Buritis, na Área 4 e, por fim, boa parte da Área 2.

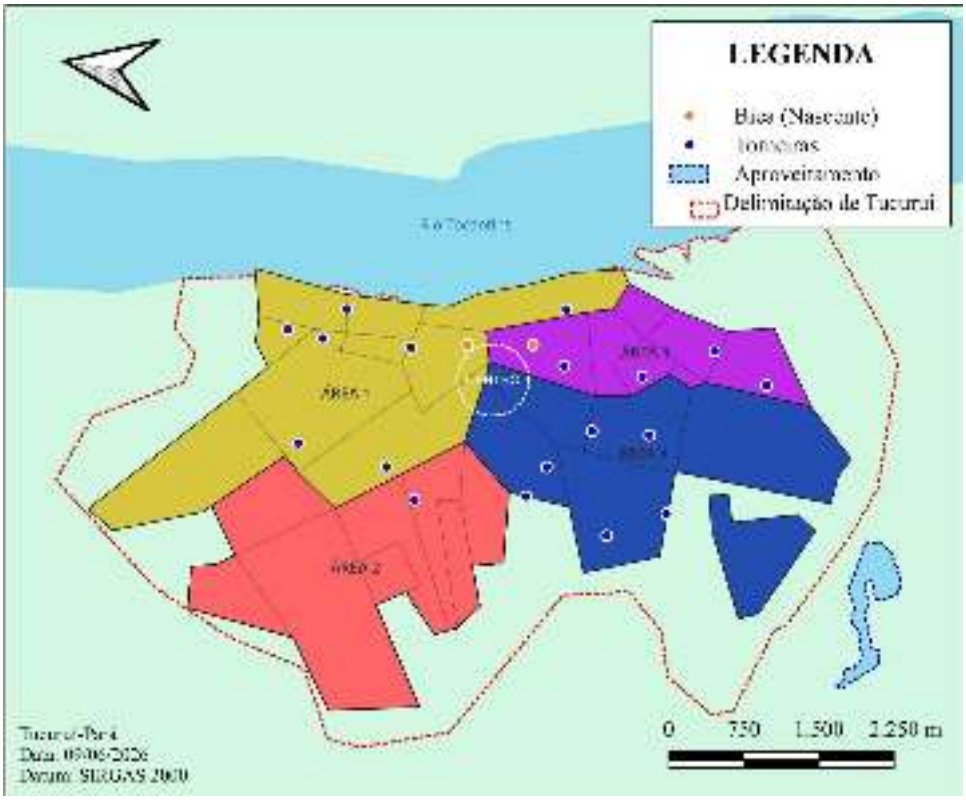


Figura 3: Distribuição geográfica dos pontos de abastecimento coletivos de água para consumo humano no município de Tucuruí-PA.

4 CONCLUSÃO

O estudo permitiu identificar e mapear os principais pontos de abastecimento coletivo de água para consumo humano existentes na área urbana do município de Tucuruí-PA. De acordo com os resultados, essas fontes estão distribuídas em diferentes bairros da cidade, sendo constituídas predominantemente por poços, além de algumas nascentes utilizadas pela população. Os dados obtidos mostram a relevância dessas fontes alternativas de abastecimento para os moradores de Tucuruí, especialmente diante das limitações percebidas no sistema público de distribuição de água. Nota-se a ausência desses pontos de abastecimentos em alguns bairros, e também em determinadas áreas, o que pode indicar abastecimento de água para consumo humano por meio de poços individuais, compra de galões, longa distância na busca por pontos disponíveis ou até mesmo utilização de água do abastecimento público para consumo.

O levantamento realizado pode subsidiar estudos voltados à avaliação da qualidade da água, bem como auxiliar o planejamento de políticas públicas relacionadas ao saneamento básico e à segurança hídrica da população, contribuindo para a melhoria das condições de saúde e qualidade de vida no município.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86615

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020 . Atualiza o marco legal do saneamento básico. Brasília, DF, 2020.

MARTINS, D. R.; ALMEIDA, W. C. G.; FONSECA, D. R. M.; et al. Avaliação físico-química e bacteriológica da nascente da Praça da Bica no município de Tucuruí-PA. In: **Anais do 54º Congresso Brasileiro de Química**, 2014.

MOREIRA, D. D. C. **O sistema de abastecimento de água de Tucuruí: caracterização e perspectiva histórica da gestão pública local**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Pará, 2014.

SILVA, R. O.; SILVA, A. B. Diagnóstico do Sistema de Abastecimento de Água em Zona Urbana Sob a Percepção do Usuário no Município de Tucuruí-PA. **Revista de Ciência e Tecnologia**, 2021.

WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT (WBCSD). Facts and Trends: Water. Geneva, 2005.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86615

RACISMO AMBIENTAL NO SEMIÁRIDO POTIGUAR: UMA REVISÃO BIBLIOMÉTRICA COM ENFOQUE NO MUNICÍPIO DE ITAJÁ/RN

PAULINA ALVES DA SILVA; JOSÉ CARLOS FIRMINO DA SILVA; CARLOS EDUARDO NOBRE DE OLIVEIRA; PEDRO VALERO MELO NETO; JOSENILTON ALVES LOPES

RESUMO

O racismo ambiental reflete a distribuição desproporcional dos custos e impactos ambientais sobre populações socialmente vulneráveis, um fenômeno com desdobramentos marcantes no Semiárido brasileiro. Diante disso, este estudo teve como objetivo mapear e analisar a produção científica sobre racismo ambiental e suas interlocuções com a realidade do Semiárido, fornecendo subsídios conceituais para a discussão das vulnerabilidades socioambientais no município de Itajá/RN. Caracteriza-se como uma pesquisa quantitativa, descritiva e exploratória, baseada em uma revisão bibliométrica de artigos publicados entre 2020 e 2025 e indexados na Web of Science Core Collection. A amostra final consistiu em 880 artigos, os quais foram processados e analisados no software R com o auxílio do pacote Bibliometrix. Os resultados indicaram forte concentração da produção científica nos Estados Unidos e no Brasil, com centralidade temática em conceitos de racismo, raça, justiça ambiental, desigualdades estruturais e impactos na saúde pública. A análise evidenciou, contudo, uma escassez de estudos direcionados às especificidades do Semiárido e aos municípios de pequeno porte. Conclui-se que a abordagem do racismo ambiental se consolida como um referencial teórico indispensável para diagnosticar as assimetrias no acesso à água, saneamento e gestão de resíduos em Itajá/RN, oferecendo caminhos para a formulação de políticas públicas voltadas à equidade territorial.

Palavras-chave: Justiça; Desigualdades; Bibliometria.

1 INTRODUÇÃO

As discussões sobre as desigualdades socioambientais têm ganhado cada vez mais espaço no debate acadêmico contemporâneo, sobretudo a partir do conceito de racismo ambiental (Diogo Cirqueira, 2020). Essa perspectiva teórica lança luz sobre como processos históricos, socioeconômicos e institucionais fazem com que os impactos da degradação do meio ambiente, a escassez de recursos e a ausência de infraestrutura básica incidam desproporcionalmente sobre populações e territórios historicamente marginalizados. No contexto brasileiro, o Semiárido destaca-se como uma região em que tais assimetrias se revelam de forma severa, haja vista a interseção entre vulnerabilidades climáticas, históricas e de acesso aos serviços públicos essenciais (Filgueira, 2021).

A investigação desse fenômeno no Semiárido potiguar, com enfoque no município de Itajá, no Rio Grande do Norte, justifica-se pela constatação de que a literatura sobre o tema ainda prioriza grandes centros urbanos ou áreas com conflitos ambientais explícitos, deixando lacunas relevantes acerca da dinâmica vivida em municípios de menor porte. Em Itajá, situado no Vale do Açu, as disparidades socioambientais manifestam-se em problemas cotidianos, como as deficiências no saneamento básico, a gestão inadequada de resíduos sólidos, a vulnerabilidade dos corpos hídricos e as dificuldades de acesso à água potável. Compreender o panorama científico construído ao redor dessa temática torna-se, assim, fundamental para fundamentar teoricamente a reflexão e o enfrentamento das injustiças vivenciadas no âmbito local (Felix *et. al*, 2020).

DOI: 10.51189/vii-coninters/86617

Diante desse cenário, esta pesquisa tem como objetivo geral mapear e analisar a produção científica acerca do racismo ambiental e suas conexões com o contexto do Semiárido brasileiro, fornecendo subsídios teóricos e conceituais para discutir a realidade socioambiental do município de Itajá/RN. De forma específica, o estudo busca caracterizar o perfil e a evolução das publicações indexadas na base de dados Web of Science Core Collection no período de 2020 a 2025, identificando autores, instituições e países mais produtivos, além de examinar a estrutura conceitual desse campo do conhecimento por meio de redes de palavras-chave e citações seminais. Por fim, procura-se articular as evidências bibliométricas encontradas com os desafios socioambientais do Semiárido potiguar, analisando como a literatura científica internacional e nacional pode contribuir para a promoção da equidade e da justiça ambiental na região estudada.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliométrica, de natureza quantitativa, descritiva e exploratória, desenvolvida com o propósito de analisar a produção científica sobre racismo ambiental e sua relação com o contexto do semiárido brasileiro. Para a obtenção dos dados, utilizou-se a Web of Science Core Collection, escolhida por ser uma das principais bases de dados internacionais, reconhecida pela abrangência, qualidade da indexação e relevância dos periódicos científicos que compõem seu acervo.

O procedimento de busca foi definido com base em descritores representativos do tema e da área geográfica de interesse, empregando operadores booleanos para combinar os termos de forma sistemática. As pesquisas foram realizadas no campo Topic (TS), que contempla o título, o resumo, as palavras-chave fornecidas pelos autores e as Keywords Plus. A expressão de busca utilizada foi: TS=("environmental racism") AND TS=(Brazil OR Brasil) AND TS=("Northeast Brazil" OR Caatinga).

Dessa maneira, a estratégia foi adotada com o objetivo de recuperar estudos relacionados ao racismo ambiental no contexto brasileiro, com ênfase na região Nordeste e no bioma Caatinga, permitindo reunir publicações que dialogam com a realidade socioambiental do semiárido potiguar e fornecem subsídios para a discussão do município de Itajá/RN.

Sendo assim, foram considerados apenas artigos científicos publicados entre 2020 e 2025, redigidos em inglês e indexados na Web of Science Core Collection. Foram excluídos documentos duplicados, editoriais, cartas, resumos de eventos, capítulos de livros e publicações que, após a leitura do título e do resumo, não apresentavam relação direta com o tema da pesquisa.

Na sequência, a recuperação dos registros, os dados bibliográficos foram exportados para análise, contemplando indicadores como evolução anual das publicações, autores mais produtivos, países de origem, instituições de pesquisa, periódicos científicos, áreas do conhecimento, número de citações e frequência de palavras-chave.

Posteriormente, os resultados obtidos foram interpretados à luz da literatura científica sobre racismo ambiental e justiça ambiental, buscando estabelecer relações entre as evidências identificadas e as desigualdades socioambientais presentes no semiárido potiguar, com enfoque no município de Itajá/RN.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

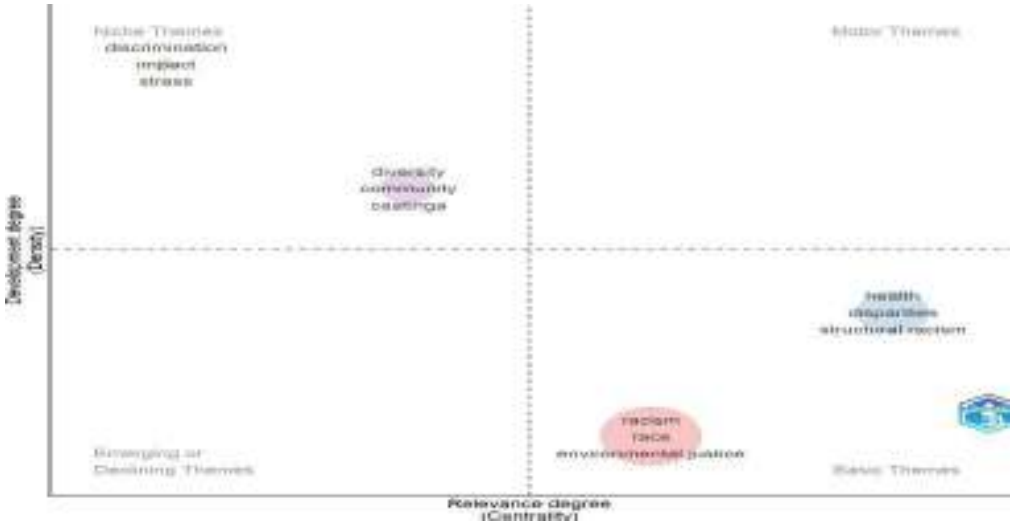
Os resultados desta pesquisa foram obtidos a partir da análise bibliométrica dos artigos recuperados na base de dados Web of Science Core Collection, utilizando a estratégia de busca previamente definida. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, constituiu-se um banco de dados composto por 880 artigos científicos, os quais serviram de base para todas as análises realizadas neste estudo.

Com o intuito de organizar, processar e interpretar as informações bibliográficas, os registros foram exportados da Web of Science e analisados por meio do pacote Bibliometrix, desenvolvido para o software R. Essa ferramenta possibilitou o tratamento dos dados bibliográficos e a elaboração dos gráficos, tabelas e indicadores empregados na análise da

produção científica sobre racismo ambiental. O Bibliometrix permitiu identificar padrões relacionados à evolução temporal das publicações, produtividade de autores, países e instituições, distribuição dos periódicos científicos, frequência de palavras-chave e demais indicadores bibliométricos relevantes.

A utilização do Bibliometrix favoreceu uma análise sistemática e reprodutível do conjunto de dados, permitindo sintetizar o panorama da literatura científica acerca do racismo ambiental. Os gráficos gerados a partir do banco de dados possibilitaram visualizar tendências de crescimento das publicações, identificar os principais centros de produção científica e compreender a estrutura do campo de pesquisa, contribuindo para uma interpretação mais ampla da evolução do conhecimento nessa temática.

Figura 1- Mapa temático das palavras-chave da produção científica sobre racismo estrutural, justiça ambiental e desigualdades em saúde indexada na Web of Science.

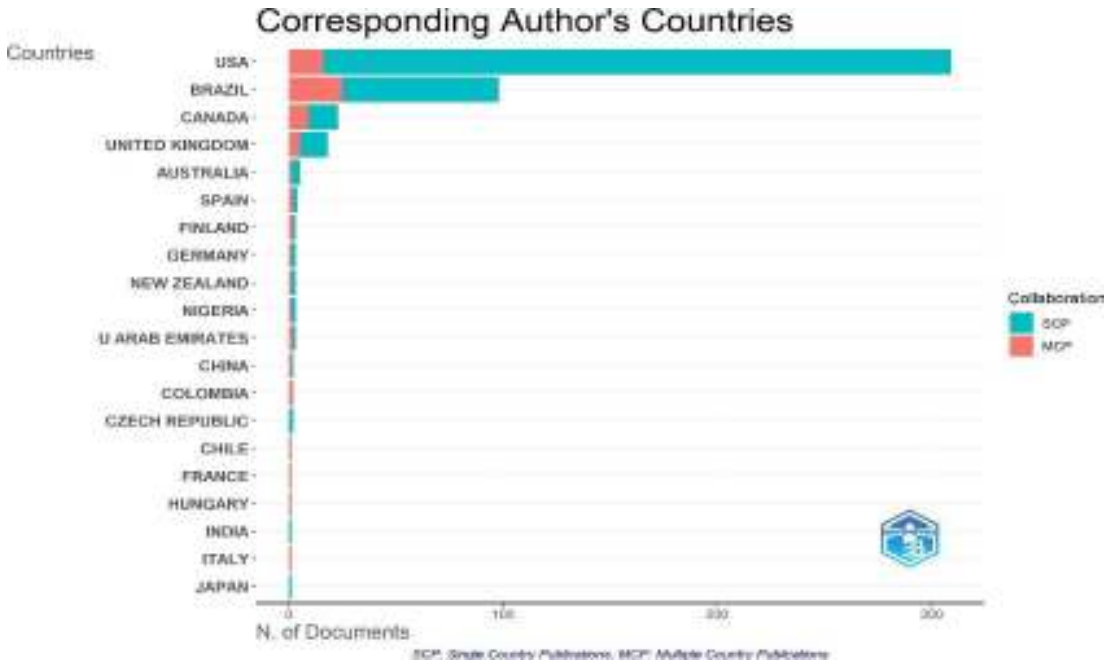


Fonte: Elaboração própria (2026).

A Figura 1 apresenta o mapa temático da produção científica indexada na Web of Science, evidenciando que "racism", "race" e "environmental justice" constituem os principais temas da área, localizados no quadrante dos temas básicos. Esse posicionamento indica que esses conceitos são centrais para o campo de pesquisa, embora ainda apresentem potencial para maior aprofundamento e desenvolvimento. Em seguida, destacam-se os termos "health", "disparities" e "structural racism", que demonstram a crescente integração entre as discussões sobre racismo estrutural e desigualdades em saúde. Já os temas "discrimination", "stress" e "impact", classificados como temas de nicho, apresentam elevado grau de desenvolvimento, porém menor conexão com as demais pesquisas, caracterizando linhas de investigação mais especializadas. De forma geral, o mapa evidencia que a literatura concentra seus esforços na compreensão das relações entre racismo, justiça ambiental e desigualdades em saúde, reforçando o caráter interdisciplinar e a relevância desses temas para o avanço do conhecimento científico.

Figura 2 – Países de afiliação dos autores correspondentes nas publicações analisadas, classificados em publicações de um único país (SCP) e publicações com colaboração internacional (MCP).

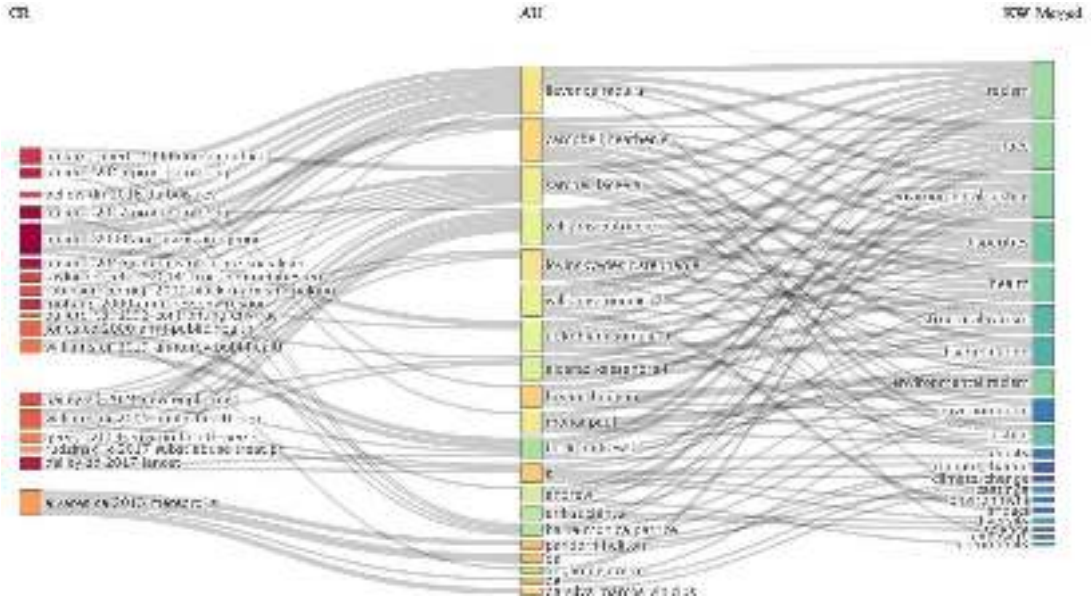
DOI: 10.51189/vii-coninters/86617



Fonte: Elaborado pela autora utilizando o pacote Bibliometrix (2026).

A Figura 2 demonstra que a produção científica está fortemente concentrada em poucos países, com destaque para os Estados Unidos, que apresentam o maior número de publicações de autores correspondentes, predominando estudos classificados como SCP (Single Country Publications). Esse resultado demonstra a elevada capacidade de pesquisa e a consolidação da infraestrutura científica norte-americana, permitindo que grande parte dos estudos seja desenvolvida por instituições nacionais. O Brasil ocupa a segunda posição em número de publicações, destacando-se por apresentar uma participação relativamente maior de MCP (Multiple Country Publications) em comparação aos demais países, o que evidencia o fortalecimento das colaborações internacionais e a crescente inserção da pesquisa brasileira em redes globais de cooperação. Países como Canadá e Reino Unido também apresentam contribuição relevante, embora em menor escala, enquanto as demais nações possuem participação mais discreta. De modo geral, os resultados indicam que, apesar da predominância de pesquisas desenvolvidas em âmbito nacional, a colaboração internacional vem se consolidando como uma estratégia importante para ampliar a qualidade, a visibilidade e o impacto científico das publicações, favorecendo a troca de conhecimentos e o desenvolvimento conjunto de pesquisas de maior alcance.

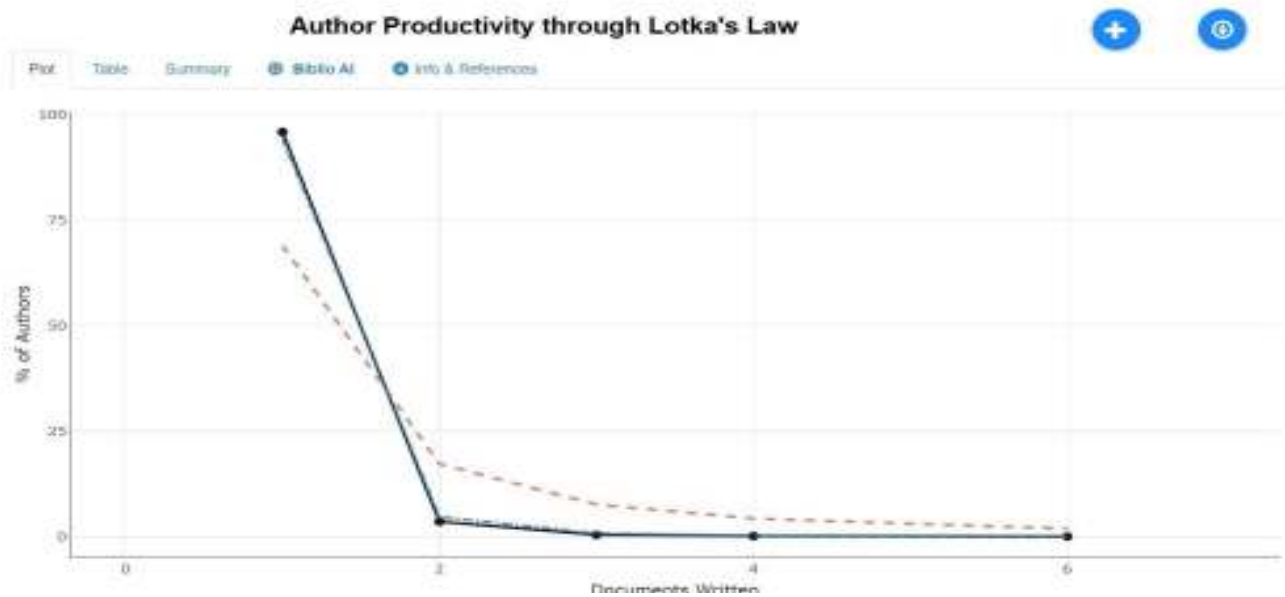
Figura 3 – Relação entre as referências citadas (CR), autores (AU) e palavras-chave (KW_Merged) da produção científica sobre racismo ambiental.



Fonte: Elaborado pela autora com dados da Web of Science, utilizando o pacote Bibliometrix (Aria; Cuccurullo, 2017).

A Figura 3 apresenta um diagrama de três campos que relaciona as referências mais citadas (CR), os principais autores (AU) e as palavras-chave (KW_Merged), evidenciando a estrutura intelectual da literatura sobre racismo ambiental e justiça ambiental. Observa-se que autores como Raoul S. Lievanos, Heather E. Campbell, Lacee A. Satchell, Patrice C. Williams e Stephanie Lovinsky-Desir estão fortemente conectados às referências clássicas da área, como os trabalhos de Robert D. Bullard e Laura Pulido, considerados fundamentais para a consolidação desse campo de pesquisa. As conexões também demonstram que as investigações estão concentradas em temas como racism, race, environmental justice, disparities, health, structural racism, discrimination e environmental racism, indicando que a produção científica evoluiu de uma abordagem voltada à denúncia das desigualdades socioambientais para discussões mais amplas sobre seus impactos na saúde pública, nas desigualdades estruturais e nas mudanças climáticas. Dessa forma, o diagrama evidencia a forte influência das obras seminais na formação das atuais redes de pesquisa e confirma que os estudos sobre justiça ambiental são desenvolvidos de maneira interdisciplinar, articulando aspectos sociais, ambientais e de saúde na compreensão das desigualdades ambientais.

Figura 4 – Distribuição da produtividade dos autores segundo a Lei de Lotka para as publicações sobre racismo ambiental analisadas.



Fonte: Elaborado pela autora com dados da Web of Science, utilizando o pacote Bibliometrix (Aria; Cuccurullo, 2017).

A Figura 4 apresenta a distribuição da produtividade dos autores segundo a Lei de Lotka, evidenciando que aproximadamente 95% dos autores publicaram apenas um artigo sobre racismo ambiental, enquanto uma parcela muito reduzida publicou dois ou mais trabalhos. Observa-se que a distribuição empírica acompanha a tendência prevista pela Lei de Lotka, caracterizada pela elevada concentração de autores ocasionais e por um pequeno grupo de pesquisadores mais produtivos.Dessa forma, os resultados indicam que o campo de estudos sobre racismo ambiental ainda é sustentado por um número restrito de autores recorrentes, reforçando a importância de pesquisadores de referência para a consolidação teórica da área e evidenciando oportunidades para ampliação das redes de pesquisa e fortalecimento da produção científica.

4 CONCLUSÃO

A análise bibliométrica evidenciou que a produção científica sobre racismo ambiental está concentrada em países como Estados Unidos e Brasil, abordando principalmente temas relacionados à justiça ambiental, desigualdades socioambientais, saúde, discriminação e racismo estrutural. Apesar do crescimento das pesquisas e da ampliação das redes de colaboração científica, observa-se uma escassez de estudos voltados às especificidades do Semiárido brasileiro, especialmente em municípios de pequeno porte, como Itajá, no Rio Grande do Norte. Essa lacuna demonstra a necessidade de ampliar as investigações em contextos locais, onde os impactos da degradação ambiental e da desigual distribuição dos recursos naturais tendem a afetar de forma mais intensa populações socialmente vulneráveis. No município de Itajá, situado na região do Vale do Açu, tais desigualdades podem ser observadas em aspectos como a exposição de comunidades a problemas relacionados ao saneamento básico, à gestão inadequada de resíduos sólidos, à poluição de corpos hídricos, à escassez de água e às condições ambientais que comprometem a qualidade de vida na região. Assim, os resultados da revisão bibliométrica reforçam que o conceito de racismo ambiental constitui um importante referencial teórico para compreender as injustiças socioambientais presentes no Semiárido Potiguar, contribuindo para subsidiar políticas públicas voltadas à promoção da equidade ambiental e da justiça social no município de Itajá/RN.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86617

REFERÊNCIAS

CIRQUEIRA, D. M. **Milton Santos: um corpo estranho no paraíso.** PINTO; CHALHOUB (Orgs.); PIRES (Coord.). In: **Pensadores negros pensadoras negras: Brasil século XIX e XX.** Belo Horizonte: Fino Traço, 2020.

FÉLIX-SILVA, A. V.; OLIVEIRA, M. M. S. de; BEZERRA L. L. da S. **Cartografia da luta eresistência de uma comunidade de pesca artesanal.** In: Saúde Debate. Rio De Janeiro, V. 44,N. Especial 2, P. 303-315, Julho 2020.

FILGUEIRA, André Luiz de Souza. **Racismo ambiental, cidadania e biopolítica: considerações gerais em torno de espacialidades racializadas.** Ateliê Geográfico, Goiânia, v. 15, n. 2, p. 186–201, ago. 2021. Disponível em: http://www.revistas.ufg.br/index.php/atelie. Acesso em: 29 jul. 2026.

GARCIA, A. dos S. **Mulher negra e o direito à cidade: relações raciais e de gênero**. SANTOS (Org.). In.: Questões urbanas e racismo. Petrópolis, RJ: DP et Alii; Brasília, DF: ABPN, 2012.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86617

A HIDROVIA DO RIO TAPAJÓS (HN-106) NO CONTEXTO DO ARCO NORTE: ANÁLISE DOS CORREDORES DE EXPORTAÇÃO, IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS E A NECESSIDADE DE FORTALECIMENTO DA GOVERNANÇA PARTICIPATIVA E INTEGRAÇÃO DOS COMITÊS DE BACIA NO PROCESSO DECISÓRIO

ELMA SUELENE DA SILVA OLIVEIRA; GABRIEL VITOR DA SILVA COELHO; MICHAEL ANDREY PEREIRA MONTEIRO; THAINÁ DA SILVA CUNHA; MARCOS ANTONIO CORREA MATOS DO AMARAL

RESUMO

As hidrovias amazônicas vêm assumindo um papel estratégico na logística nacional, especialmente no escoamento de *commodities* agrícolas provenientes do Centro-Oeste pelo chamado Arco Norte. No entanto, a expansão dessas infraestruturas – impulsionada pelo aumento de portos e do tráfego hidroviário e por atividades como a dragagem – tem gerado impactos socioambientais significativos e evidenciado graves lacunas na governança hídrica. Este estudo analisa os principais desafios ambientais e regulatórios e propõe diretrizes para subsidiar a tomada de decisão em comitês de bacias hidrográficas, com foco no trecho de 250 km da hidrovia HN-106 no rio Tapajós. A metodologia baseia-se em revisão bibliográfica e análise documental de dados oficiais de órgãos de transporte e gestão hídrica. Os resultados indicam que o trecho entre Itaituba e Santarém intercepta diversas áreas protegidas, incluindo as terras indígenas Sawré Ba'pim, Cobra Grande e Maró, a Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns, a Floresta Nacional do Tapajós, assentamentos, territórios quilombolas e comunidades ribeirinhas. A navegação é regulada por um marcante pulso de inundação sazonal, e intervenções no canal alteram a dinâmica hidrossedimentológica. Essas obras amplificam a ressuspensão de sedimentos contaminados por mercúrio, aumentam a turbidez, formam bancos de areia e causam processos erosivos nas margens, afetando ecossistemas aquáticos e comprometendo a subsistência de populações tradicionais. Conclui-se que o uso hidroviário ocorre sob fragilidade institucional e sem avaliação integrada de bacia. Torna-se essencial fortalecer a governança participativa e integrar os comitês de bacia ao processo decisório, aplicando instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos para conciliar o desenvolvimento logístico com a proteção socioambiental e os múltiplos usos da água.

Palavras-chave: Dragagem; Gestão hídrica; Bacia hidrográfica.

1 INTRODUÇÃO

A região amazônica possui uma das maiores redes hidrográficas do mundo, sendo historicamente utilizada como principal meio de transporte. Nos últimos anos, o avanço do agronegócio e a necessidade de otimização logística intensificaram o uso das hidrovias, especialmente na Bacia do Tapajós (Rodrigues; Rodrigues; Castro, 2014).

A intensificação do uso das hidrovias amazônicas está intrinsecamente associada à consolidação do chamado Arco Norte, corredor logístico voltado ao escoamento da produção agrícola do Centro-Oeste brasileiro por meio de portos situados na Amazônia Oriental. Nesta seara, a Bacia do Tapajós tornou-se estratégica para a logística nacional devido à integração

DOI: 10.51189/vii-coninters/86618

entre rodovias, terminais portuários e transporte hidroviário (Rodrigues, 2018; E Silva; Miranda, 2023).

O Decreto Federal nº 12.600, de 28 de agosto de 2025, representou um marco decisivo no processo de ordenamento da infraestrutura hidroviária na Amazônia, incluindo trechos considerados estratégicos como os do rio Madeira, Tapajós e Tocantins. Na prática, esse ato normativo inseriu esses rios no conjunto de ativos prioritários para a concessão da iniciativa privada no âmbito do Programa Nacional de Desestatização (PND), fazendo parte da política nacional voltada à expansão de commodities, conectando o Centro-Oeste a portos amazônicos (REPAM, 2026).

Apesar dos benefícios econômicos e da alta eficiência energética do modal hidroviário (CNT, 2018), estudos científicos indicam que a expansão hidroviária está associada a impactos ambientais significativos e conflitos socioambientais. Segundo Fearnside (2015), a implantação de hidrovias na Amazônia pode induzir o desmatamento indireto e alterar profundamente a dinâmica territorial.

Diante desse contexto, este trabalho busca analisar os desafios ambientais e institucionais da hidrovia HN - 106, identificando lacunas regulatórias e propondo diretrizes para atuação dos comitês de bacia hidrográfica do tapajós.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo estruturou-se por meio de revisão bibliográfica de artigos científicos, dissertações e documentos técnicos relacionados à logística hidroviária e à gestão ambiental na Amazônia. Além disso, foram realizadas consultas documentais na base de dados oficiais provenientes de órgãos como ANTAQ, ANA e Marinha do Brasil.

Como estudo de caso, foi adotada a Hidrovia do Rio Tapajós, que compreende os municípios de Santarém, Belterra, Aveiro, Itaituba e Rurópolis, devido à sua relevância para o escoamento da produção agrícola do Centro-Oeste brasileiro. Os dados coletados foram submetidos à análise crítica e interpretativa, permitindo avaliar a relação entre o desenvolvimento logístico e os desafios socioambientais da região.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A área de influência compreende a hidrovia do rio Tapajós, da qual seu leito passa por municípios como Santarém, Belterra, Aveiro, Itaituba e Rurópolis, no oeste do estado do Pará, (figura 1) em um trecho de aproximadamente 250 km de extensão. Esses municípios concentram importantes estruturas portuárias e corredores de transporte associados ao escoamento de grãos provenientes do estado do Mato Grosso, constituindo área estratégica do corredor logístico do Arco Norte (Rodrigues, 2018; CNT, 2018).

DOI: 10.51189/vii-coninters/86618

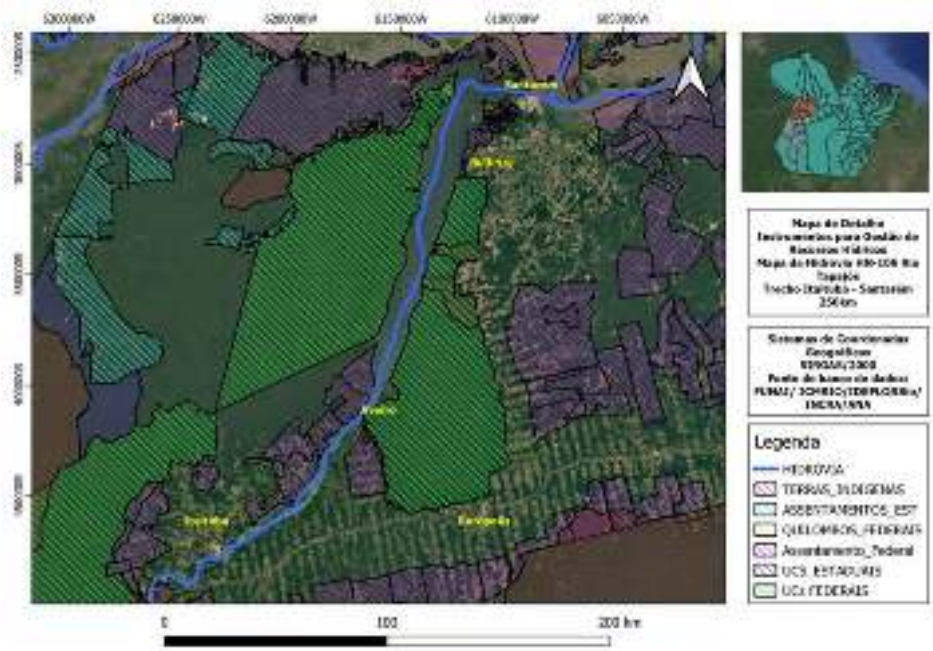


Figura 1 - Mapa de localização da hidrovia do rio Tapajós e identificação das áreas protegidas em sua área de influência. Fonte: Autores (2026).

De acordo com a figura 1, foram constatadas diversas áreas protegidas sob diferentes esferas governamentais no trecho Itaituba–Santarém da hidrovia HN-106. As principais áreas afetadas correspondem às Unidades de Conservação Federais (em verde): à esquerda da hidrovia, localiza-se a Reserva Extrativista Tapajós-Arapiuns e, à direita, a Floresta Nacional do Tapajós. Também foram identificados assentamentos federais (em roxo), que ocupam uma extensa região do mapa. Ao norte, em vermelho, estão as Terras Indígenas Cobra Grande e Maró. No extremo sul, também em vermelho, encontra-se a Terra Indígena Sawré Ba'pim (APOMPU), localizada a montante de Itaituba. Por fim, ao norte e nordeste, a jusante de Santarém, situam-se as áreas quilombolas Arapema, Saracura e Maria Valentina.

Além disso, diversas populações ribeirinhas residem nas margens do rio Tapajós. Contudo, não há uma base de dados oficial para o devido georreferenciamento desses moradores, que figuram entre os mais afetados por qualquer atividade executada no canal hidroviário.

Sendo assim, evidencia-se que um único trecho da hidrovia, como a HN-106, afeta direta e indiretamente diversos povos tradicionais que utilizam do rio Tapajós como seu meio de transporte e subsistência.

Navegabilidade

A navegabilidade do rio Tapajós está intrinsecamente ligada ao regime hidrológico amazônico, caracterizado por forte sazonalidade entre períodos de cheia e estiagem. Essa variabilidade é explicada pelo pulso de inundação, que regula os níveis dos rios amazônicos ao longo do ano e influencia diretamente os processos hidrológicos e ecológicos (Junk et al., 1989).

No rio Tapajós, o período de cheia ocorre, normalmente, entre março e agosto, com níveis máximos entre maio e julho. Nesse período, o aumento da lâmina d'água favorece a navegabilidade, permitindo maior calado das embarcações e reduzindo restrições operacionais. Por outro lado, o período de seca ou vazante, que se estende aproximadamente de setembro a fevereiro, apresenta níveis mínimos entre outubro e dezembro, resultando na formação de bancos de areia e redução da profundidade do canal (Brasil, 2021).

Expansão de área portuária e impactos ambientais, o caso das dragagens

A hidrovia do Tapajós insere-se no sistema logístico baseado na combinação entre transporte rodoviário e hidroviário. A produção agrícola é transportada por rodovias, principalmente pela BR-163, até os terminais de transbordo em Miritituba, de onde segue por via fluvial até os portos marítimos (Schröder, 2026).

A exemplo da dinâmica e logística do escoamento de produção agrícola, temos o Relatório de Impacto Ambiental da Estação de Transbordo de Carga HIDROVIAS DO BRASIL S.A. - TAPAJÓS que confirma que o empreendimento foi concebido para atender à crescente demanda por transporte de grãos oriundos do norte de Mato Grosso, consolidando a hidrovia como alternativa logística eficiente (HBSA, 2012).

No entanto, decorre disso, impactos ambientais diversos, variando de contaminação de mercúrio, oriundo de lavras garimpeiras ilegais, assoreamentos devido à ausência de área de preservação Permanente em alguns pontos e, especialmente, as atividades de dragagens voltadas à manutenção de navegabilidade no trecho entre Itaituba e Santarém (Tapajós de Fato, 2022).

Somando-se às alterações físicas do leito do rio, a bacia do Tapajós enfrenta pressões decorrentes da contaminação por mercúrio oriundo do garimpo ilegal. Quando associadas às atividades de dragagem, tais intervenções amplificam a ressuspensão de sedimentos tóxicos, comprometendo ainda mais os ecossistemas aquáticos e a subsistência das populações locais.

A dragagem é uma intervenção essencial para garantir a navegabilidade, porém apresenta impactos significativos. Sem informações sobre a dinâmica do fluxo de sedimentos não é possível saber, por exemplo, se as dragagens serão realmente efetivas para garantir um trânsito permanente nos trechos reparados. No âmbito do Decreto Federal, essas dragagens tidas como "manutenção da navegabilidade" versam para um único propósito, a viabilidade do transporte de cargas, especificamente grãos, sem, entretanto, considerar que uma vez dragadas, as passagens podem ser tapadas por sedimentos e voltar à condição anterior (Piland, 2018).

Nos últimos dez anos, o rio Tapajós vem sofrendo grandes impactos socioambientais diante da expansão do número de portos e no volume de carga transportada de seu leito. São 41 portos em projeto, construção ou em operação nos municípios de Itaituba, Santarém e Rurópolis, às margens do rio Tapajós (CIMI, 2026; Montiel, 2026).

A remoção periódica dos sedimentos do leito da hidrovia HN-106 pode gerar alteração morfológica do canal, devido à mudança de deposição hidrossedimentar. Com a turbidez gerada pela dragagem, a suspensão dos sedimentos mais finos, como argila e silte, tendem a ser redistribuídos em outras áreas do canal ao longo do rio, formando barrancos de areia que outrora não existiam (Montiel, 2026; Piland, 2018).

Os impactos ecológicos afetam diretamente as populações humanas que dependem dos recursos pesqueiros ao longo do Rio Tapajós. Alterações na disponibilidade de pescado, mudanças na qualidade da água e processos erosivos nas margens podem comprometer atividades econômicas e promover a relação do rio com as comunidades ribeirinhas, pescadores artesanais e povos indígenas em razão da dependência dos recursos pesqueiros e da dinâmica natural do rio para subsistência, mobilidade e reprodução cultural o que amplia conflitos socioambientais associados à expansão da infraestrutura logística regional (Montiel, 2026).

4 CONCLUSÃO

As hidrovias amazônicas representam um importante vetor de desenvolvimento, mas também impõem desafios significativos à gestão ambiental. A ausência de integração entre instrumentos de gestão e a fragilidade institucional comprometem a sustentabilidade dessas atividades. Diante desta problemática, é fundamental a implementação da gestão da hidrovia do Tapajós, devendo estar alinhada à Política Nacional de Recursos Hídricos no sentido de estabelecer a água como bem público, recurso limitado e gerido de forma integrada e participativa.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86618

Nessa lógica, instrumentos como o enquadramento dos corpos d'água, a outorga de uso, a cobrança pelo uso da água e os sistemas de informação se materializam como fundamentais na busca por uma gestão sustentável dos recursos hídricos, permitindo a integração de diversos atores na mediação de conflitos e na busca pela harmonia dos usos múltiplos da água.

Nesse sentido, é fundamental, portanto, fortalecer instrumentos para a materialização de comitês de bacia hidrográfica para as bacias amazônicas, promovendo maior participação social e integração entre os diferentes atores envolvidos. O avanço normativo e institucional é essencial para conciliar desenvolvimento econômico e proteção ambiental.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES AQUAVIÁRIOS (ANTAQ). **Movimentação portuária fecha o primeiro trimestre com balanço positivo**. Brasília, DF, 10 maio 2023. Disponível em: https://www.gov.br/antaq/pt-br/noticias/2023/movimentacao-portuaria-fecha-o-primeiro-trimestre-com-balanco-positivo. Acesso em: 29 jul. 2026.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT). **Hidrovia do Tapajós – Teles Pires:** HN-106 Rio Tapajós/ HN-110 Rio Teles Pires. Brasília, DF: DNIT, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/dnit/pt-br/assuntos/aquaviario/intervencao-em-hidrovias/hidrovias-1/hidrovia-do-tapajos-teles-pires. Acesso em: 29 jul. 2026.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Anuário CNT do transporte**: estatísticas consolidadas 2018. Brasília: CNT, 2018. cap. 3, p. 119-202.

CONSELHO INDÍGENA MISSIONÁRIO (CIMI). **Mobilização indígena faz governo federal recuar e revogar o Decreto nº 12.600/2025**. 2026. Disponível em: https://cimi.org.br/2026/02/governo-recuar-revogar-decreto-12-600-2025/. Acesso em: 29 jul. 2026.

E SILVA, A. L. F.; MIRANDA, D. F. de. Infraestrutura de transporte, desafio logístico e a importância do Arco Norte para a competitividade agrícola regional. **Cadernos CEPEC**, [S.l.], v. 12, n. 2, dez. 2023. DOI: http://dx.doi.org/10.18542/cepec.v12i2.15009. Disponível em: https://periodicos.ufpa.br/index.php/cepec/article/view/15009. Acesso em: 29 jul. 2026.

FEARNSIDE, P. M. **Barragens do Tapajós**: 5 - Hidrovias e Desmatamento. Amazônia Real, 27 jul. 2015. Disponível em: http://amazoniareal.com.br/barragens-do-tapajos-5-hidrovias-e-desmatamento/. Acesso em: 29 jul. 2026.

HIDROVIAS DO BRASIL (HBSA). **Relatório de Impacto Ambiental (RIMA):** Estação de Transbordo de Carga HBSA Tapajós. Ambientare; Hidrovia do Brasil, 2012.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: DODGE, D. P. (ed.). **Proceedings of the International Large River Symposium** (LARS). Ottawa: Department of Fisheries and Oceans, 1989. p. 110–127. (Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 106). Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/256981220_The_Flood_Pulse_Concept_in_River-Floodplain_Systems. Acesso em: 4 ago. 2026.

MARINHA DO BRASIL. Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). **Carta Náutica nº 4381A – De Santarém a Surucuá**. Centro de Hidrografia da Marinha. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-segnav/cartas-raster. Acesso em: 29 jul. 2026.

MONTIEL, F. GOVERNANÇA versus DOMINÂNCIA: Hidrovia do Tapajós não é um Projeto de Infraestrutura Isolado. **Solidariedade & Sustentabilidade**, [S. l.], v. 2, n. 1, 2026. Disponível em: https://revistas.unama.br/index.php/gcinter/article/view/3632. Acesso em: 29 jul. 2026.

PILAND, N. **Hidrovia Amazônica**: quem ganha e quem paga? Águas Amazônicas, 15 nov. 2018. Disponível em: https://pt.aguasamazonicas.org/hidrovia-amazonica-2. Acesso em: 21 jun. 2026.

REDE ECLESIAL PAN-AMAZÔNICA – REPAM. **Decreto nº 12.600/2025 e a concessão de hidrovias na Amazônia: implicações técnicas, jurídicas e socioambientais para os territórios**. Brasília: REPAM Brasil, 2026. Disponível em: https://repam.org.br/decreto-no-12-600-2025-e-a-concessao-de-hidrovias-na-amazonia-implicacoes-tecnicas-juridicas-e-socioambientais-para-os-territorios/. Acesso em: 29 jul. 2026.

RODRIGUES, J. C. O Arco Norte e as políticas públicas portuárias para o Oeste do estado do Pará (Itaituba e Rurópolis): apresentação, debate e articulações. **Revista NERA**, Presidente Prudente, v. 21, n. 42, p. 202–228, maio/ago. 2018. DOI: https://doi.org/10.47946/rnera.v0i42.5693. Disponível em: https://revista.fct.unesp.br/index.php/nera/article/view/5693. Acesso em: 21 jun. 2026.

RODRIGUES, J. C.; RODRIGUES, J. C.; CASTRO, E. M. R. de. Transporte hidroviário, portos e terminais interiores na Amazônia brasileira: uma análise sobre seus papéis na política pública territorial. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, ano 16, v. 1, n. 25, p. 115–137, 1º sem. 2014. DOI: https://doi.org/10.12957/geouerj.2014.8197.

SCHRÖDER, A. Indígenas rejeitam hidrovia do Tapajós enquanto governo acelera dragagem. **Mongabay**, 20 jan. 2026. Disponível em: https://brasil.mongabay.com/2026/01/indigenas-rejeitam-hidrovia-do-tapajos-enquanto-governo-acelera-dragagem/. Acesso em: 21 jun. 2026.

TAPAJÓS DE FATO. Contaminação por mercúrio de garimpo entre Mundurukus e povos do Tapajós é tema central do novo documentário de Bodanzky, 'Amazônia, a nova Minamata'. **Tapajós de Fato**, Santarém, 15 set. 2022. Atualizado em: 21 set. 2022. Disponível em: https://www.tapajosdefato.com.br/noticia/929/contaminacao-por-mercurio-de-garimpo-entre-mundurukus-e-povos-do-tapajos-e-tema-central-do-novo-documentario-de-bodanzky-lamazonia-a-nova-minamatar. Acesso em: 19 jun. 2026.

CUSTOS DO CONTROLE DA POLUIÇÃO E SUA RELAÇÃO COM EFICIÊNCIA ECONÔMICA E A REGULAÇÃO AMBIENTAL

MARCILIO MARCIO SILVA CORREIA; ALINE JORGE DE BRITO SILVA; JOABSON FERNANDES DA SILVA; MAYARA SOUZA SANTOS; SUELLEN KAROLYNE SILVA CORREIA; JULIANA DIAS DE FARIAS

RESUMO

A crescente intensificação das atividades econômicas tem ampliado os impactos ambientais decorrentes da emissão de poluentes, evidenciando a necessidade de mecanismos capazes de compatibilizar desenvolvimento econômico e preservação ambiental. Nesse contexto, o controle da poluição constitui um dos principais desafios da economia ambiental, uma vez que busca corrigir falhas de mercado provocadas pelas externalidades negativas e promover maior eficiência na alocação dos recursos. O presente estudo teve como objetivo analisar os custos do controle da poluição e sua relação com a eficiência econômica e a regulação ambiental, identificando os principais instrumentos de política pública, discutindo seus impactos sobre inovação, competitividade e sustentabilidade, bem como sua contribuição para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). A pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica qualitativa, de natureza exploratória e interpretativa, fundamentada em obras clássicas da economia ambiental e em estudos contemporâneos sobre tributação ambiental, externalidades, mercados de carbono, comando e controle, subsídios à inovação verde e instrumentos econômicos de regulação. Os resultados evidenciam que a poluição gera ineficiência econômica ao transferir parte dos custos ambientais para a sociedade, justificando a intervenção estatal por meio de políticas públicas. Verificou-se que instrumentos econômicos, como tributos ambientais e sistemas de comércio de emissões, tendem a apresentar maior custo-efetividade quando associados a instituições sólidas e adequada governança, enquanto instrumentos regulatórios tradicionais permanecem relevantes em situações específicas. Observou-se ainda que regulamentações ambientais bem estruturadas podem estimular inovação tecnológica, ganhos de produtividade e melhoria da competitividade empresarial, corroborando a perspectiva de que os custos ambientais podem representar investimentos estratégicos de longo prazo. Conclui-se que a adoção integrada de instrumentos econômicos e regulatórios, alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente aqueles relacionados à inovação, à produção responsável e à ação climática, constitui alternativa mais eficiente para reduzir os impactos ambientais, promover o crescimento econômico sustentável e ampliar o bem-estar social.

Palavras-chave: Externalidades ambientais; Economia ecológica; Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A poluição ambiental constitui uma externalidade negativa típica, pois parte relevante de seus custos sociais não é incorporada aos custos privados de produção, gerando ineficiência alocativa e justificando a intervenção pública (Pigou, 1920; Caldari; Masini, 2011; Knittel, 2018). A tradição da economia do bem-estar consolidou esse entendimento ao tratar as externalidades como elemento central da regulação econômica, defendendo mecanismos capazes de internalizar os custos sociais decorrentes da degradação ambiental (Pigou, 1920).

DOI: 10.51189/vii-coninters/86624

Nesse contexto, tributos ambientais, padrões regulatórios, subsídios e sistemas de permissões negociáveis passaram a compor o conjunto dos principais instrumentos de política ambiental. Entretanto, a literatura contemporânea demonstra que nenhum desses mecanismos é universalmente superior, sendo sua eficiência condicionada ao desenho institucional, às características do setor regulado, aos custos de transação e às condições econômicas existentes (Goulder; Parry, 2008; Goulder et al., 1999).

A contribuição de Coase (1960) acrescentou nova perspectiva ao debate ao demonstrar que, sob custos de transação reduzidos e direitos de propriedade bem definidos, agentes privados poderiam negociar soluções eficientes para determinadas externalidades. Todavia, em problemas ambientais envolvendo grande número de agentes e elevados custos de negociação, a atuação estatal permanece indispensável (Schneider, 2022).

A literatura contemporânea evidencia que a eficiência econômica das políticas ambientais não decorre exclusivamente da adoção de instrumentos de mercado ou de mecanismos regulatórios tradicionais, mas da articulação entre ambos em estruturas institucionais complementares. Nesse sentido, observa-se crescente consenso de que políticas híbridas, capazes de combinar incentivos econômicos, regulamentação ambiental e instrumentos de governança, tendem a promover reduções de emissões a menores custos sociais, ao mesmo tempo em que estimulam a inovação tecnológica e favorecem a transição para economias de baixo carbono (Stavins, 2003; Goulder; Parry, 2008; IPCC, 2023).

Apesar do avanço teórico, a literatura ainda é dispersa quanto aos efeitos econômicos da combinação de instrumentos ambientais, sobretudo em economias emergentes, onde limitações institucionais e regulatórias afetam sua efetividade. Além disso, muitos estudos concentram-se em países desenvolvidos ou em instrumentos isolados, havendo pouca sistematização sobre sua aplicação integrada na transição energética. Assim, esta pesquisa contribui ao articular diferentes perspectivas da economia ambiental e analisar as interações entre regulação, instrumentos econômicos e eficiência ambiental.

Sob a perspectiva prática e social, os resultados desta investigação poderão subsidiar formuladores de políticas públicas, órgãos reguladores, empresas e instituições de pesquisa na elaboração de estratégias capazes de conciliar crescimento econômico, competitividade e conservação ambiental. Além disso, a compreensão dos mecanismos que favorecem maior eficiência das políticas ambientais contribui para o aperfeiçoamento dos processos decisórios relacionados à mitigação das mudanças climáticas, ao uso sustentável dos recursos naturais e ao cumprimento dos compromissos assumidos no âmbito da Agenda 2030 e do Acordo de Paris, fortalecendo políticas voltadas à sustentabilidade e à transição para uma economia de baixo carbono (Porter; Van der Linde, 1995; OECD, 2023).

Considerando esse cenário, faz-se necessário analisar, por meio de revisão bibliográfica, os custos do controle da poluição e sua relação com a eficiência econômica e a regulação ambiental, identificando os principais instrumentos de política pública, discutindo seus impactos sobre inovação, competitividade e sustentabilidade, bem como sua contribuição para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica qualitativa, de natureza exploratória e interpretativa, fundamentada em obras clássicas da economia ambiental e em estudos contemporâneos nacionais e internacionais acerca das externalidades ambientais, eficiência econômica e instrumentos regulatórios.

O referencial teórico contempla as contribuições clássicas de Pigou (1920), Coase (1960), Baumol e Oates (1988) e Tietenberg (1990), além das análises sobre escolha de instrumentos desenvolvidas por Goulder e Parry (1999; 2008). Também foram incorporadas

pesquisas recentes sobre mercados de carbono, inovação verde, subsídios ambientais e eficiência regulatória (Hu, Qi e Chen, 2023; Gan et al., 2024; Li et al., 2023; Gu et al., 2024).

Complementarmente, utilizaram-se contribuições de Porter e Van der Linde (1995), Ambec et al. (2013), OECD (2011; 2023), UNEP (2011) e Banco Mundial (2022), ampliando a discussão acerca da relação entre regulação ambiental, inovação tecnológica e desenvolvimento sustentável.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos analisados confirmam que a poluição representa uma falha de mercado decorrente da dissociação entre custos privados e custos sociais, tornando necessária a adoção de mecanismos institucionais capazes de internalizar tais externalidades (Pigou, 1920; Shastitko; Pavlova, 2022).

Os instrumentos econômicos, como tributação ambiental e mercados de permissões negociáveis, apresentam elevado potencial de eficiência por permitirem que os agentes escolham alternativas de menor custo para reduzir emissões. Entretanto, seu desempenho depende diretamente do desenho regulatório, da reciclagem das receitas arrecadadas, da existência de tributos preexistentes e da qualidade das instituições responsáveis pela implementação (Goulder et al., 1999; Goulder; Parry, 2008).

Em relação ao Teorema de Coase, a literatura demonstra que sua aplicação prática encontra limitações significativas diante de problemas ambientais complexos, envolvendo múltiplos agentes econômicos e elevados custos de transação, circunstâncias que reforçam a necessidade da intervenção pública (Coase, 1960; Schneider, 2022).

Quanto aos instrumentos tradicionais de comando e controle, os resultados mostram que tais políticas reduzem efetivamente os níveis de poluição, embora frequentemente imponham elevados custos de conformidade e possam afetar negativamente a produtividade quando não acompanhadas por incentivos à inovação (Li; Huang; Li, 2023). Em contrapartida, pesquisas também evidenciam que regulamentações ambientais bem estruturadas podem elevar simultaneamente o desempenho ambiental e a eficiência produtiva regional (Yang; Yan; Li, 2021).

Os mercados de carbono destacam-se entre os instrumentos mais promissores da atualidade. Estudos recentes indicam que sistemas de comércio de emissões associados a incentivos fiscais e investimentos em inovação tecnológica estimulam o desenvolvimento de tecnologias limpas, reduzem emissões e aumentam a produtividade ambiental das empresas (Hu; Qi; Chen, 2023; Gan et al., 2024).

Os subsídios governamentais, por sua vez, apresentam resultados heterogêneos. Em determinados contextos, favorecem investimentos em tecnologias verdes e aceleram a transição energética; em outros, políticas baseadas em limites de emissão ou combinações de instrumentos apresentam maior eficiência econômica (Gu et al., 2024; Li et al., 2021).

3.1 Custos do controle da poluição e inovação tecnológica

A literatura recente evidencia significativa mudança na compreensão dos custos ambientais. Tradicionalmente interpretados como fator de redução da competitividade, esses custos passaram a ser analisados como potenciais indutores de inovação e eficiência produtiva.

Porter e Van der Linde (1995) argumentam que regulamentações ambientais rigorosas, desde que flexíveis e tecnicamente bem elaboradas, incentivam empresas a desenvolver novos processos produtivos, reduzir desperdícios e elevar sua competitividade. Essa proposição ficou conhecida como Hipótese de Porter.

Posteriormente, Ambec et al. (2013) revisaram extensivamente a literatura e concluíram que políticas ambientais podem efetivamente estimular inovação, sobretudo quando promovem ganhos de ecoeficiência e redução do consumo de recursos naturais.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86624

Sob essa perspectiva, investimentos em controle ambiental deixam de representar apenas custos regulatórios e passam a constituir mecanismos estratégicos de modernização tecnológica, melhoria da eficiência operacional e geração de vantagens competitivas sustentáveis.

A Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OECD, 2011) reforça esse entendimento ao afirmar que políticas ambientais consistentes incentivam investimentos privados em tecnologias limpas, ampliando simultaneamente produtividade econômica e desempenho ambiental.

3.2 Regulação ambiental e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, instituída pela Organização das Nações Unidas (ONU), representa um marco internacional na integração entre crescimento econômico, inclusão social e proteção ambiental. Composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), conforme figura 01 abaixo, a Agenda estabelece metas que orientam governos, empresas e sociedade civil na implementação de políticas voltadas ao desenvolvimento sustentável (United Nations, 2015). Nesse contexto, a economia ambiental oferece importante base teórica ao propor instrumentos econômicos e regulatórios capazes de corrigir falhas de mercado decorrentes das externalidades ambientais, promovendo maior eficiência na alocação dos recursos naturais (Pearce; Turner, 1989; Perman et al., 2011).

Figura 01 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS

Fonte: Organização das Nações Unidas (2015).

A pesquisa apresenta estreita relação com o ODS 9, ao mostrar que tecnologias limpas, processos eficientes e modelos circulares fortalecem a inovação e a competitividade. Também se alinha ao ODS 12, pois a economia circular e instrumentos como logística reversa, tributação ambiental e incentivos à ecoeficiência estimulam consumo e produção responsáveis. Além disso, contribui para o ODS 13, já que a redução do uso de recursos, a valorização de resíduos e políticas de precificação do carbono ajudam a diminuir emissões e impulsionar a transição para sistemas de baixo carbono (Geissdoerfer et al., 2017; Leitão, 2015; Ellen MacArthur Foundation, 2013; Stern, 2007; Pigou, 1920).

Dessa forma, observa-se que os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável convergem com os princípios da economia ambiental ao reconhecer que o crescimento econômico pode ocorrer de maneira compatível com a conservação dos recursos naturais quando apoiado por uma estrutura institucional eficiente, instrumentos regulatórios adequados e políticas públicas capazes de corrigir falhas de mercado, incentivar a inovação e promover a sustentabilidade de longo prazo (United Nations, 2015; Pearce; Turner, 1989).

3.3 O contexto brasileiro

No Brasil, a conciliação entre crescimento econômico e proteção ambiental constitui um dos principais desafios ao desenvolvimento sustentável, em razão da relevância dos setores agropecuário, energético e mineral para a economia nacional e de seus impactos sobre os

recursos naturais. Nesse cenário, a economia ambiental fundamenta a adoção de instrumentos econômicos e regulatórios destinados à correção das externalidades ambientais, como licenciamento ambiental, tributação ambiental, incentivos econômicos e mercados de carbono (Pearce; Turner, 1989; Perman et al., 2011).

A Política Nacional do Meio Ambiente (Lei nº 6.938/1981), a Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187/2009) e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) consolidam importantes mecanismos para promover a gestão sustentável dos recursos naturais, enquanto os compromissos assumidos pelo Brasil no Acordo de Paris reforçam a necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa, ampliar a inovação tecnológica e fortalecer a governança ambiental. Assim, a integração entre políticas públicas, instrumentos econômicos e estratégias de economia circular apresenta-se como elemento essencial para aumentar a competitividade da economia brasileira e promover um modelo de desenvolvimento alinhado aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (United Nations, 2015; IPCC, 2023).

Embora a literatura brasileira tenha avançado nos instrumentos econômicos de gestão ambiental, ainda há limites na mensuração de externalidades, nas diferenças regionais e na implementação das políticas. Nesse sentido, Pearce e Turner (1989), Motta (2006) e Young (2005; 2010) destacam que a internalização dos custos ambientais depende também de instituições fortes; já Cavalcanti (2004) e Veiga (2010) ressaltam que a sustentabilidade envolve restrições biofísicas e desigualdades territoriais. Como contribuição, esses estudos ajudam a compreender as relações entre crescimento, regulação e conservação; como limitação, enfrentam escassez de dados, dificuldade de valorar serviços ecossistêmicos e baixa comparabilidade entre setores. Para pesquisas futuras, recomenda-se ampliar análises empíricas com dados municipais e setoriais e usar métodos econômicos e espaciais mais robustos.

Entretanto, sua efetividade depende da qualidade das instituições responsáveis pelo monitoramento ambiental, da transparência regulatória e da previsibilidade das políticas públicas, fatores essenciais para estimular investimentos privados em tecnologias sustentáveis e para assegurar a internalização adequada dos custos ambientais ao longo da cadeia produtiva.

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que os custos do controle da poluição não devem ser interpretados exclusivamente como ônus econômicos decorrentes da regulação ambiental. A literatura demonstra que tais custos representam investimentos voltados à correção de falhas de mercado, à redução dos danos sociais provocados pela degradação ambiental e ao estímulo da inovação tecnológica.

Os estudos clássicos de Pigou, Coase, Baumol e Oates, complementados pelas contribuições contemporâneas de Goulder, Tietenberg, Porter e Ambec, evidenciam que a eficiência econômica das políticas ambientais depende menos da adoção isolada de um único instrumento e mais da combinação entre mecanismos econômicos e regulatórios, ajustados às especificidades institucionais e setoriais.

A incorporação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável reforça essa perspectiva ao demonstrar que políticas ambientais eficientes contribuem simultaneamente para inovação industrial (ODS 9), produção e consumo sustentáveis (ODS 12) e mitigação das mudanças climáticas (ODS 13).

No contexto brasileiro, a consolidação de uma política ambiental eficiente exige fortalecimento institucional, aprimoramento dos mecanismos de fiscalização, expansão dos mercados de carbono, incentivo à inovação tecnológica e utilização integrada de instrumentos econômicos e regulatórios. Dessa forma, torna-se possível promover crescimento econômico, competitividade empresarial e proteção ambiental de maneira compatível com os princípios do desenvolvimento sustentável.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86624

REFERÊNCIAS

AMBEC, S.; COHEN, M. A.; ELGIE, S.; LANOIE, P. The Porter hypothesis at 20: can environmental regulation enhance innovation and competitiveness? Review of Environmental Economics and Policy, v. 7, n. 1, p. 2-22, 2013. DOI: 10.1093/reep/res016.

BAUMOL, W. J.; OATES, W. E. The theory of environmental policy. 2. ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

BRASIL. Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 30 dez. 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2009/lei/l12187.htm. Acesso em: 23 jul. 2026.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 23 jul. 2026.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 2 set. 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm. Acesso em: 23 jul. 2026.

CALDARI, K.; MASINI, F. Pigouvian tax versus Marshallian tax: market failure, public intervention and the problem of externalities. The European Journal of the History of Economic Thought, 2011. DOI: 10.1080/09672567.2010.539687.

CAVALCANTI, C. Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2004.

COASE, R. H. The problem of social cost. Journal of Law and Economics, v. 3, p. 1-44, 1960. DOI: 10.1086/466560.

GAN, T.; ZHOU, Z.; LI, S.; TU, Z. Carbon emissions trading, technological progress, synergistic control of environmental pollution and carbon emissions in China. Journal of Cleaner Production, 2024. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.140016.

GOULDER, L. H.; PARRY, I. W. H. Instrument choice in environmental policy. Review of Environmental Economics and Policy, v. 2, n. 2, p. 152-174, 2008. DOI: 0.1093/reep/ren005.

GOULDER, L. H.; PARRY, I. W. H.; WILLIAMS, R. C.; BURTRAW, D. The cost-effectiveness of alternative instruments for environmental protection in a second-best setting. Journal of Public Economics, 1999. DOI: 10.1016/S0047-2727(98)00078-1.

GU, J.; LI, Y.; HONG, J.; WANG, L. Carbon emission cap or energy technology subsidies? Humanities and Social Sciences Communications, 2024. DOI: 10.1057/s41599-024-03233-0.

HU, H.; QI, S.; CHEN, Y. Using green technology for a better tomorrow: how firms and government use carbon trading system and incentive policies. China Economic Review, 2023. DOI: 10.1016/j.chieco.2022.101965.

IPCC. Climate change 2023: synthesis report. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023.

LI, J.; HUANG, J.; LI, B. Do command-and-control environmental regulations achieve the win-win effect of “pollution reduction” and “efficiency improvement” for enterprises? Sustainability, 2023. DOI: 10.1002/sd.2927.

LI, Z.; PAN, Y.; YANG, W.; MA, J.; ZHOU, M. Effects of government subsidies on green technology investment and green marketing coordination in the supply chain under the cap-and-trade mechanism. Energy Economics, 2021. DOI: 10.1016/j.eneco.2021.105738.

MOTTA, R. S. da. Economia ambiental. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

OECD. Effective carbon rates 2023: pricing carbon emissions through taxes and emissions trading. Paris: OECD Publishing, 2023.

OECD. Green growth indicators 2023. Paris: OECD Publishing, 2023.

OECD. Towards green growth. Paris: OECD Publishing, 2011.

PEARCE, D. W.; TURNER, R. K. Economics of natural resources and the environment. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1989.

PERMAN, R.; MA, Y.; COMMON, M.; MADDISON, D.; MCGILVRAY, J. Natural resource and environmental economics. 4. ed. Harlow: Pearson, 2011.

PIGOU, A. C. The economics of welfare. London: Macmillan, 1920.

PORTER, M. E.; VAN DER LINDE, C. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. Journal of Economic Perspectives, v. 9, n. 4, p. 97-118, 1995. DOI: 10.1257/jep.9.4.97.

SCHNEIDER, N. Internalizing environmental externalities and the Coase theorem. World Journal of Applied Economics, 2022. DOI: não identificado no material fornecido.

SHASTITKO, A.; PAVLOVA, N. Pigouvian versus Coasean approach: ideas, values, perspectives. Voprosy Ekonomiki, 2022. DOI: não identificado no material fornecido.

TIETENBERG, T. Economic instruments for environmental regulation. Oxford Review of Economic Policy, v. 6, n. 1, p. 17-33, 1990. DOI: 10.1093/oxrep/6.1.17.

UNEP. Towards a green economy: pathways to sustainable development and poverty eradication. Nairobi: United Nations Environment Programme, 2011.

UNITED NATIONS. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations, 2015.

VEIGA, J. E. da. Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI. Rio de Janeiro: Garamond, 2010.

WORLD BANK. World development report 2022: finance for an equitable recovery. Washington, DC: World Bank, 2022.

YANG, M.; YAN, X.; LI, Q. Impact of environmental regulations on efficient control of industrial pollution in China. China Population, Resources and Environment, 2021. DOI: 10.1016/j.cjpre.2021.09.002.

YOUNG, C. E. F. Economia do meio ambiente: teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

YOUNG, C. E. F. Fundamentos para a transição rumo a uma economia verde no Brasil. Rio de Janeiro: UFRJ, 2010.

ECONOMIA CIRCULAR E RECICLAGEM ANIMAL NO BRASIL: DESAFIOS REGULATÓRIOS PARA O APROVEITAMENTO SUSTENTÁVEL DE SUBPRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL

ANSELMO FERREIRA DA CRUZ FILHO
YCARIM MELGAÇO BARBOSA

RESUMO

A reciclagem animal ocupa posição estratégica na transição para modelos produtivos circulares, pois permite transformar materiais provenientes do abate e do processamento de animais em insumos destinados à alimentação animal, fertilizantes, biocombustíveis e aplicações industriais. No Brasil, esse potencial ganhou novo significado com a consolidação da Política Nacional de Resíduos Sólidos e, mais recentemente, com a Estratégia Nacional de Economia Circular e o Plano Nacional de Economia Circular. Este estudo analisa os desafios regulatórios para que o aproveitamento de subprodutos de origem animal contribua efetivamente para a sustentabilidade sem reduzir os padrões sanitários e ambientais aplicáveis à cadeia. Adotou-se pesquisa bibliográfica, documental e jurídico-normativa, de abordagem qualitativa e caráter descritivo-exploratório, com análise de legislação federal, documentos institucionais e estudos científicos recentes. Os resultados indicam que a circularidade do setor depende de quatro condições articuladas: classificação adequada dos materiais, origem e processamento controlados, rastreabilidade dos fluxos e comprovação de que a valorização econômica não transfere riscos para outras etapas da cadeia. A literatura recente demonstra possibilidades de recuperação de proteínas, gorduras, minerais e compostos de maior valor agregado, enquanto o quadro jurídico brasileiro exige compatibilidade com normas de defesa agropecuária, alimentação animal, gestão de resíduos e autocontrole. Identificou-se que o principal desafio não é a ausência de instrumentos legais, mas a coordenação entre políticas que foram construídas com finalidades distintas e hoje precisam dialogar com metas de circularidade. Conclui-se que a reciclagem animal pode integrar de forma consistente a bioeconomia brasileira quando inovação tecnológica, segurança sanitária, responsabilidade ambiental, fiscalização baseada em risco e indicadores de desempenho circular forem tratados como partes do mesmo sistema regulatório.

Palavras-chave: Bioeconomia; Rastreabilidade; Valorização.

1 INTRODUÇÃO

A economia circular propõe uma mudança importante na maneira de compreender materiais que tradicionalmente aparecem ao final de cadeias produtivas. Em vez de considerar o descarte como destino inevitável, o modelo busca preservar valor, recuperar recursos e reduzir a dependência de matérias-primas virgens. No Brasil, o Decreto nº 12.082/2024 instituiu a Estratégia Nacional de Economia Circular e definiu como diretrizes a redução da geração de resíduos, a manutenção do valor dos materiais, a regeneração ambiental e a diminuição da dependência de recursos naturais (Brasil, 2024a). Esse marco aproxima a política industrial e ambiental de atividades que já operavam, há décadas, com lógica de reaproveitamento, entre elas a reciclagem animal.

A cadeia de carnes produz uma diversidade de materiais que não segue para consumo humano, mas conserva proteínas, gorduras, minerais, colágeno e outros componentes com

DOI: 10.51189/vii-coninters/86626

potencial econômico. Segundo Alibekov *et al.* (2024), sangue, ossos, tecidos, gordura, peles e diferentes frações do abate podem originar produtos para alimentação animal, fertilizantes, aplicações tecnológicas, biomateriais e outros mercados. A relevância dessa transformação cresce quando se considera que a valorização reduz a quantidade de matéria orgânica que precisaria receber destinação distinta e pode substituir insumos obtidos de fontes convencionais. A circularidade, contudo, não se resume à existência de um uso posterior: ela depende da segurança da rota escolhida e da capacidade de demonstrar que o benefício não foi obtido às custas de novos riscos.

Essa cautela é especialmente necessária porque subprodutos animais possuem características sanitárias e ambientais sensíveis. Conforme a Instrução Normativa MAPA nº 34/2008, o processamento de resíduos animais exige controle sobre origem, transporte, recepção, segregação, tratamento, armazenamento, identificação de lotes e documentação (Brasil, 2008). A matéria-prima precisa vir de estabelecimento autorizado e seguir condições compatíveis com o processamento, o que revela uma diferença essencial entre circularidade e reaproveitamento informal. O retorno de um material à economia somente é sustentável quando ocorre dentro de um sistema capaz de controlar sua trajetória e a finalidade do produto obtido.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos fornece outra base para essa discussão. A Lei nº 12.305/2010 estabelece hierarquia que prioriza não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição ambientalmente adequada dos rejeitos, vinculando a valorização de materiais à responsabilidade do gerador e ao gerenciamento dos resíduos (Brasil, 2010). Essa estrutura dialoga com a economia circular porque desloca o foco da simples disposição final para a recuperação de valor. No caso dos materiais de origem animal, porém, o aproveitamento ambientalmente desejável precisa permanecer compatível com regras de defesa agropecuária e, quando houver destinação à alimentação animal, com o regime específico aplicável a esse mercado.

O avanço tecnológico amplia as possibilidades de valorização. De acordo com Pérez-Aguilar, Hernández-Fernández e Arán-Ais (2024), correntes líquidas provenientes do processamento de subprodutos animais podem ser submetidas a hidrólise enzimática para recuperação de proteínas com potencial de uso como bioestimulantes agrícolas. Conforme Alibekov *et al.* (2024), a diversidade química de sangue, ossos, gordura, tecidos e outras frações também permite aplicações específicas em cadeias alimentares, agrícolas e tecnológicas. Esses estudos mostram que a reciclagem animal contemporânea não se limita às rotas tradicionais de farinhas e gorduras; ela passa a integrar um ambiente de biorrefinaria em que diferentes componentes podem receber destinos distintos conforme qualidade, risco e finalidade.

No cenário brasileiro, essa transformação encontra um contexto institucional mais favorável à circularidade. O Plano Nacional de Economia Circular 2025-2034, aprovado no âmbito da Estratégia Nacional, organiza diretrizes e ações para ambiente normativo, inovação, redução do uso de recursos, financiamento e articulação entre cadeias circulares (Brasil, 2025). A atividade de reciclagem animal se conecta a esses objetivos porque combina redução de desperdício, transformação industrial e criação de mercados para materiais secundários. A conexão, entretanto, exige indicadores que permitam avaliar não apenas o volume processado, mas também os efeitos sobre emissões, uso de recursos, destinação de rejeitos e segurança dos produtos.

A própria literatura brasileira recente reforça a diversidade de aplicações. Segundo Silva *et al.* (2024), subprodutos bovinos podem percorrer cadeias que alcançam couro, cosméticos, fármacos, biocombustíveis, alimentação animal e outras utilizações, demonstrando que o valor do animal abatido se distribui por mercados muito diferentes. Quanto maior a variedade de destinos, maior também a necessidade de identificar a origem do material, o processamento recebido e a finalidade atribuída ao produto derivado.

Por essa razão, o debate regulatório precisa ultrapassar a oposição entre resíduo e produto. Um material pode nascer como fluxo residual, tornar-se matéria-prima industrial após segregação e controle e, depois, assumir a condição de produto destinado a mercado específico. Cada passagem modifica responsabilidades e requisitos. A Lei nº 14.515/2022 e o Decreto nº 12.126/2024 reforçaram essa lógica ao estruturar programas de autocontrole e fiscalização baseada em risco para agentes das cadeias de produtos de origem animal, comestíveis e não comestíveis, e de alimentação animal (Brasil, 2022; Brasil, 2024b). A circularidade passa, assim, a depender também da qualidade dos registros e da capacidade de verificar a conformidade ao longo do processo.

Diante desse cenário, o objetivo deste estudo é analisar os desafios regulatórios para o aproveitamento sustentável de subprodutos de origem animal no contexto da economia circular brasileira, discutindo a articulação entre valorização econômica, gestão de resíduos, segurança sanitária, autocontrole, rastreabilidade, inovação tecnológica e políticas recentes de transição circular. A questão central é compreender como ampliar o aproveitamento sem transformar a ideia de circularidade em justificativa para flexibilizar controles que permanecem indispensáveis à proteção ambiental e à defesa agropecuária.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo caracteriza-se como pesquisa bibliográfica, documental e jurídico-normativa, de abordagem qualitativa e caráter descritivo-exploratório. A investigação partiu do trabalho-base sobre o regime jurídico federal do aproveitamento e processamento de subprodutos e resíduos de origem animal não comestíveis, preservando seus conceitos centrais de segurança sanitária, rastreabilidade e responsabilidade ambiental, mas deslocando a questão de pesquisa para a relação entre reciclagem animal e economia circular. O recorte permitiu examinar não apenas quais regras incidem sobre o setor, mas como essas regras podem favorecer ou limitar rotas de valorização sustentável.

Foram analisadas normas federais relacionadas à gestão de resíduos, defesa agropecuária, processamento de resíduos animais e autocontrole, com destaque para a Lei nº 12.305/2010, a Lei nº 14.515/2022, a Instrução Normativa MAPA nº 34/2008, o Decreto nº 12.126/2024 e o Decreto nº 12.082/2024, que instituiu a Estratégia Nacional de Economia Circular. Também foi considerado o Plano Nacional de Economia Circular 2025-2034, por representar a etapa de implementação das diretrizes federais de circularidade e oferecer elementos para discutir inovação, mercados secundários, métricas e integração de políticas públicas (Brasil, 2025).

A revisão bibliográfica priorizou produção recente sobre valorização de resíduos de abate, recuperação de proteínas, uso de subprodutos em cadeias de maior valor agregado e princípios de bioeconomia circular. Foram incorporadas referências que não haviam sido utilizadas nos trabalhos anteriores, entre elas Alibekov *et al.* (2024), Pérez-Aguilar, Hernández-Fernández e Arán-Ais (2024), Silva *et al.* (2024) e documento da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* sobre o papel da pecuária em sistemas de bioeconomia circular (FAO, 2025). A seleção considerou aderência ao tema, atualidade e capacidade de relacionar aproveitamento material a critérios de sustentabilidade e segurança.

A análise foi organizada em quatro eixos: potencial de circularidade dos subprodutos; desafios de classificação e regulação; inovação e criação de valor; e governança, rastreabilidade e avaliação de desempenho. Como se trata de revisão bibliográfica e documental, não houve coleta de dados primários, entrevistas ou medições em unidades industriais. As informações econômicas, tecnológicas e regulatórias foram utilizadas de forma analítica, sem extrapolar os limites das fontes consultadas.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86626

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Circularidade dos materiais e aproveitamento em cascata

Os resultados mostram que a reciclagem animal possui afinidade estrutural com a economia circular porque transforma fluxos que perderam destinação para consumo humano em matérias-primas para novos processos. De acordo com Alibekov *et al.* (2024), diferentes frações de abate apresentam composições que permitem rotas de aproveitamento distintas, de modo que o potencial de valorização aumenta quando o material é segregado e direcionado segundo suas propriedades. Essa lógica é mais eficiente do que tratar todo o conjunto como massa homogênea, pois permite preservar qualidade e destinar componentes a usos compatíveis com seu risco e valor.

A ideia de aproveitamento em cascata ajuda a compreender essa dinâmica. Em termos de circularidade, o melhor destino não é necessariamente o primeiro uso tecnicamente possível, mas aquele que mantém o valor do recurso pelo maior tempo e reduz a necessidade de insumos adicionais. Conforme a FAO (2025), sistemas de bioeconomia circular podem recuperar nutrientes, energia e materiais provenientes da produção pecuária, desde que as escolhas sejam avaliadas segundo efeitos ambientais e funções produtivas. Para a reciclagem animal, isso significa comparar rotas de alimentação animal, fertilizantes, combustíveis, biomateriais e usos técnicos sem presumir que todas oferecem desempenho equivalente.

A Estratégia Nacional de Economia Circular reforça essa leitura ao estabelecer a manutenção do valor dos materiais e a redução da dependência de recursos naturais como diretrizes nacionais (Brasil, 2024a). Em consequência, a reciclagem animal pode deixar de ser percebida somente como serviço de destinação e passar a integrar políticas de eficiência de recursos. Essa mudança de perspectiva é relevante, mas cria uma responsabilidade adicional: demonstrar que o material secundário substitui insumos de maneira segura e que a rota escolhida não produz impactos desproporcionais em energia, água, emissões, efluentes ou rejeitos.

3.2 Classificação jurídica, segurança sanitária e limites da circularidade

O primeiro desafio regulatório identificado é a classificação. A economia circular trabalha com a ideia de conservar valor, enquanto a legislação sanitária e ambiental precisa saber em que momento determinado fluxo é resíduo, matéria-prima, produto derivado ou insumo sujeito a regime específico. Conforme a Lei nº 12.305/2010, reciclagem pressupõe transformação de resíduos em insumos ou novos produtos, mas a existência de valor econômico não elimina, por si só, as responsabilidades associadas à geração e ao gerenciamento (Brasil, 2010). No setor animal, a finalidade posterior também modifica as regras aplicáveis, principalmente quando o produto ingressa em alimentação animal ou em mercados sujeitos a certificação sanitária.

A Instrução Normativa MAPA nº 34/2008 demonstra que a circularidade sanitariamente segura começa antes da transformação. Segundo a norma, os resíduos devem vir de estabelecimentos autorizados, ser obtidos em condições higiênicas, transportados de forma apropriada e acompanhados da documentação prevista (Brasil, 2008). Isso limita uma interpretação excessivamente ampla de economia circular: não basta que o material possa ser tecnicamente reaproveitado. A origem e o histórico do fluxo fazem parte do risco e precisam permanecer identificáveis.

A inovação tecnológica torna essa fronteira ainda mais importante. Segundo Alibekov *et al.* (2024), diferentes frações do abate possuem características próprias e podem sustentar usos de maior valor agregado, desde que o processamento respeite as propriedades e os riscos do material. Conforme Pérez-Aguilar, Hernández-Fernández e Arán-Ais (2024), tecnologias de recuperação proteica demonstram que até fluxos antes tratados apenas como efluentes podem se converter em insumos, desde que haja controle técnico. Quando novas rotas criam usos que

antes não existiam, o regulador precisa definir requisitos proporcionais ao risco sem bloquear a valorização de forma automática. A resposta mais consistente tende a ser baseada em evidências, processos validados e rastreabilidade.

A experiência regulatória recente reforça esse movimento. A Lei nº 14.515/2022 exige programas de autocontrole com registros sistematizados e auditáveis, enquanto o Decreto nº 12.126/2024 relaciona os controles internos à fiscalização baseada em risco (Brasil, 2022; Brasil, 2024b). Para a economia circular, esses instrumentos são relevantes porque permitem acompanhar mudanças de destino e avaliar se o estabelecimento mantém controle sobre matérias-primas, processos e produtos. Uma cadeia circular perde credibilidade quando o percurso do material não pode ser reconstruído.

3.3 Inovação tecnológica e ampliação do valor agregado

O segundo desafio está em transformar potencial material em inovação efetivamente sustentável. As rotas tradicionais de *rendering* continuam essenciais para estabilizar matérias-primas e produzir farinhas e gorduras, mas pesquisas recentes mostram alternativas de maior especialização. Conforme Pérez-Aguilar, Hernández-Fernández e Arán-Ais (2024), águas residuárias ricas em proteínas provenientes do processamento de subprodutos podem ser tratadas por hidrólise enzimática, recuperando material com potencial de aplicação agrícola. Esse tipo de solução aproxima tratamento de efluentes e produção de insumos, reduzindo a separação tradicional entre controle ambiental e geração de valor.

A diversidade também aparece na cadeia bovina. Segundo Silva *et al.* (2024), diferentes subprodutos podem ser aproveitados em setores como cosméticos, fármacos, couro, biocombustíveis e alimentação animal. Essa multiplicidade é positiva para a circularidade porque reduz dependência de uma única rota e cria possibilidades de direcionar cada fração conforme qualidade e mercado. Por outro lado, cada destino possui padrões próprios, o que exige coordenação regulatória. O produto que deixa o regime de um setor pode ingressar imediatamente em outro, criando pontos de transição em que documentação e responsabilidade precisam estar claramente definidas.

O Plano Nacional de Economia Circular cria uma oportunidade para aproximar essas iniciativas de políticas de inovação e financiamento. Conforme Brasil (2025), o plano busca incentivar tecnologias, mercados circulares, padrões e indicadores capazes de apoiar a transição produtiva. Para o setor de reciclagem animal, instrumentos desse tipo podem estimular modernização de plantas, recuperação de componentes de maior valor e redução de perdas. O risco regulatório aparece quando o incentivo à inovação não é acompanhado por critérios de validação e monitoramento. A inovação precisa aumentar a eficiência do uso de recursos sem diminuir a proteção sanitária e ambiental que sustenta a legitimidade do produto circular.

3.4 Rastreabilidade, indicadores e governança para uma circularidade verificável

O terceiro desafio é demonstrar a circularidade de forma verificável. Quantificar toneladas reaproveitadas é útil, mas insuficiente para concluir que uma rota é sustentável. De acordo com a FAO (2025), a avaliação de sistemas circulares na pecuária exige métricas capazes de observar uso de recursos, reciclagem de nutrientes e impactos associados. Aplicado à reciclagem animal, esse entendimento sugere indicadores que combinem volume recuperado, substituição de matérias-primas, consumo de água e energia, geração de efluentes, destino dos rejeitos, conformidade sanitária e rastreabilidade dos lotes.

A rastreabilidade funciona como ponte entre desempenho ambiental e segurança. Conforme a Instrução Normativa MAPA nº 34/2008, origem, transporte e identificação dos materiais devem permanecer documentados (Brasil, 2008). A Lei nº 14.515/2022 amplia a relevância dos registros ao exigir sistemas auditáveis nos programas de autocontrole (Brasil, 2022). Em uma cadeia de economia circular, esses registros podem cumprir função ainda mais

ampla: indicar de onde veio o recurso secundário, qual transformação recebeu e para qual uso foi direcionado. Sem essa informação, torna-se difícil comprovar circularidade e responsabilizar agentes quando o fluxo sai das condições previstas.

A governança também precisa integrar órgãos que historicamente atuam com objetivos diferentes. A gestão de resíduos busca destinação ambientalmente adequada; a defesa agropecuária protege saúde animal e segurança dos produtos; a política industrial estimula inovação e competitividade. O Decreto nº 12.082/2024 reconhece a necessidade de articulação institucional para a economia circular (Brasil, 2024a). No caso da reciclagem animal, essa articulação pode reduzir insegurança jurídica, evitar exigências contraditórias e criar procedimentos mais claros para novas rotas tecnológicas, desde que os padrões de proteção não sejam enfraquecidos.

Essa integração é particularmente relevante para pequenas e médias unidades, que podem enfrentar maior dificuldade para acompanhar normas de diferentes sistemas administrativos. Um ambiente regulatório mais coerente não significa menor rigor, mas maior previsibilidade. Requisitos claros de classificação, documentação, licenciamento, autocontrole e destino reduzem custos de interpretação e ajudam a separar operadores regulares de práticas informais. A economia circular ganha força quando a valorização deixa de depender de exceções e passa a fazer parte de um sistema regulatório planejado.

Os resultados, portanto, indicam que o desafio brasileiro é construir uma circularidade qualificada. A reciclagem animal já apresenta práticas de recuperação de valor, mas a agenda atual exige conectá-las a metas ambientais mais amplas e a mecanismos de comprovação. O caminho mais consistente combina inovação tecnológica, rastreabilidade, fiscalização baseada em risco, integração de políticas e indicadores transparentes. A circularidade precisa ser demonstrada pelo desempenho do sistema, não apenas pelo fato de um material ter recebido um novo uso.

4 CONCLUSÃO

A análise demonstra que a reciclagem animal possui condições concretas para ocupar espaço relevante na economia circular brasileira. O setor transforma materiais provenientes da cadeia pecuária em insumos que podem retornar à produção, substituir recursos convencionais e reduzir fluxos destinados ao descarte. A Estratégia Nacional de Economia Circular e o Plano Nacional de Economia Circular ampliam essa oportunidade ao estabelecer diretrizes de valorização, eficiência no uso de recursos, inovação e desenvolvimento de mercados circulares (Brasil, 2024a; Brasil, 2025).

O potencial, contudo, não elimina os limites sanitários e ambientais. Subprodutos de origem animal carregam características próprias, e a sustentabilidade de seu aproveitamento depende da origem regular, da segregação, do processamento adequado, da documentação e do destino compatível. A Instrução Normativa MAPA nº 34/2008 permanece importante porque conecta o produto final ao histórico da matéria-prima, enquanto a Lei nº 14.515/2022 e o Decreto nº 12.126/2024 reforçam programas de autocontrole e fiscalização orientada por risco (Brasil, 2008; Brasil, 2022; Brasil, 2024b).

A literatura recente mostra que a fronteira tecnológica está se ampliando. Recuperação de proteínas de efluentes, aproveitamento de sangue, uso de componentes em agricultura, cosméticos, fármacos, combustíveis e outras aplicações indicam que a reciclagem animal tende a se aproximar de modelos de biorrefinaria e bioeconomia. Esse avanço pode gerar mais valor com a mesma matéria-prima, mas exige avaliação de risco e regras capazes de acompanhar novos produtos sem transformar inovação em zona de indefinição regulatória.

Conclui-se que o principal desafio não é criar uma autorização genérica para reaproveitar mais, mas construir condições para reaproveitar melhor. A circularidade do setor deve ser sustentada por critérios de classificação, rastreabilidade, validação tecnológica,

indicadores ambientais e coordenação entre defesa agropecuária, gestão de resíduos e política industrial. Quando esses elementos funcionam de forma integrada, o subproduto deixa de representar apenas um passivo a ser destinado e passa a constituir recurso produtivo cuja trajetória pode ser comprovada. Essa combinação permite ampliar competitividade e inovação sem reduzir a proteção sanitária, ambiental e institucional necessária à sustentabilidade de longo prazo.

REFERÊNCIAS

ALIBEKOV, R. S.; ALIBEKOVA, Z. I.; BAKHTYBEKOVA, A. R.; TAIP, F. S.; URAZBAYEVA, K. A.; KOBZHASAROVA, Z. I. Review of the slaughter wastes and the meat by-products recycling opportunities. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 8, art. 1410640, 2024. DOI: 10.3389/fsufs.2024.1410640.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Instrução Normativa nº 34, de 28 de maio de 2008**. Aprova o Regulamento Técnico da Inspeção Higiênico-Sanitária e Tecnológica do Processamento de Resíduos de Animais. Brasília, DF: MAPA, 2008.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: Presidência da República, 2010.

BRASIL. **Lei nº 14.515, de 29 de dezembro de 2022**. Dispõe sobre os programas de autocontrole dos agentes privados regulados pela defesa agropecuária e sobre a organização e os procedimentos aplicados pela defesa agropecuária. Brasília, DF: Presidência da República, 2022.

BRASIL. **Decreto nº 12.082, de 27 de junho de 2024**. Institui a Estratégia Nacional de Economia Circular. Brasília, DF: Presidência da República, 2024a.

BRASIL. **Decreto nº 12.126, de 31 de julho de 2024**. Regulamenta os programas de autocontrole dos agentes privados regulados pela defesa agropecuária e dispõe sobre procedimentos de inspeção e fiscalização baseados em risco. Brasília, DF: Presidência da República, 2024b.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços. **Plano Nacional de Economia Circular 2025-2034**. Brasília, DF: MDIC, 2025.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **The role of livestock in circular bioeconomy systems**. Rome: FAO, 2025. ISBN 978-92-5-140091-3. DOI: 10.4060/cd6765en.

PÉREZ-AGUILAR, H.; HERNÁNDEZ-FERNÁNDEZ, C.; ARÁN-AIS, F. Protein recovery from animal by-product wastewater rich in protein for application as biostimulant in agriculture. **Journal of Water Process Engineering**, v. 66, art. 106120, 2024. DOI: 10.1016/j.jwpe.2024.106120.

SILVA, C. L. da; SILVA, J. V. S. da; BONFIM, R. D. R.; SILVEIRA, S. O.; BRITO, V. L. P. Da carne ao cosmético: o ciclo sustentável dos subprodutos bovinos. **Simpósio InterAgro**, v. 2, n. 1, p. 39-49, 2024.

RASTREABILIDADE E AUTOCONTROLE NA RECICLAGEM ANIMAL: SEGURANÇA SANITÁRIA E SUSTENTABILIDADE NA GESTÃO DE SUBPRODUTOS NÃO COMESTÍVEIS

ANSELMO FERREIRA DA CRUZ FILHO
YCARIM MELGAÇO BARBOSA

RESUMO

A rastreabilidade e os programas de autocontrole assumiram papel central na regulação contemporânea da reciclagem animal, pois a transformação de subprodutos não comestíveis depende da capacidade de demonstrar, de forma contínua, a origem das matérias-primas, as condições de processamento e o destino dos produtos obtidos. Este estudo analisa como esses instrumentos contribuem para a segurança sanitária, a sustentabilidade e a responsabilização dos agentes envolvidos na cadeia brasileira de subprodutos de origem animal. Adotou-se pesquisa bibliográfica, documental e jurídico-normativa, de abordagem qualitativa e caráter descritivo-exploratório, com análise da legislação federal vigente até 29 de julho de 2026 e de publicações científicas recentes sobre sistemas de rastreabilidade, digitalização e fiscalização baseada em risco. Os resultados indicam que a Lei nº 14.515/2022 e o Decreto nº 12.126/2024 consolidaram uma mudança relevante: o estabelecimento passou a ter dever expresso de estruturar controles internos, manter registros sistematizados, corrigir não conformidades e disponibilizar evidências verificáveis à fiscalização oficial. A Instrução Normativa MAPA nº 34/2008 permanece essencial para a cadeia de resíduos animais, ao exigir controle de origem, transporte, processamento, lotes e documentação. Verificou-se, ainda, que tecnologias digitais podem ampliar rapidez, integridade e interoperabilidade dos registros, embora não substituam a qualidade dos dados nem a responsabilidade técnica. A futura entrada em vigor da Portaria SDA/MAPA nº 871/2023, prevista para 1º de setembro de 2026, tende a reforçar a padronização do trânsito e da certificação sanitária de determinados subprodutos. Conclui-se que rastreabilidade, autocontrole e fiscalização baseada em risco devem funcionar de forma integrada, permitindo prevenir falhas, localizar lotes, reduzir impactos ambientais e fortalecer a confiança regulatória sem transferir ao setor privado a função pública de fiscalização.

Palavras-chave: Digitalização; Fiscalização; Regulação.

1 INTRODUÇÃO

A reciclagem animal transforma materiais não destinados ao consumo humano em produtos e insumos com valor econômico, sanitário e ambientalmente condicionado. Essa cadeia inclui resíduos e subprodutos provenientes do abate, do processamento de carnes e de outras atividades pecuárias, os quais podem seguir para farinhas, gorduras, usos industriais ou finalidades técnicas. Segundo Woodgate (2023), o rendering moderno consolidou-se como atividade industrial capaz de estabilizar materiais de origem animal e devolver proteínas, gorduras e minerais a diferentes cadeias produtivas. No entanto, a possibilidade de aproveitamento não elimina os riscos associados à origem, à conservação, ao transporte e ao processamento desses materiais.

Quando a matéria-prima circula entre geradores, transportadores e processadores, cada etapa acrescenta informações indispensáveis para demonstrar conformidade. De acordo com a Instrução Normativa MAPA nº 34/2008, os resíduos animais destinados ao processamento

DOI: 10.51189/vii-coninters/86628

devem ter origem regular, ser transportados em condições apropriadas e permanecer vinculados a registros que permitam identificar lotes, fornecedores e operações. Essa lógica mostra que a segurança do produto final não pode ser avaliada apenas no término do processo; ela depende da possibilidade de reconstruir a trajetória do material desde sua geração.

A rastreabilidade, nesse contexto, possui função prática e regulatória. Conforme Zanetoni *et al.* (2024), sistemas de rastreabilidade de produtos de origem animal são importantes para a segurança, a qualidade e a confiança na cadeia, e tecnologias como blockchain vêm sendo estudadas justamente por oferecer mecanismos de registro compartilhado e maior integridade das informações. A tecnologia, contudo, não cria confiabilidade sozinha. Dados incompletos, registros tardios ou cadastros incompatíveis podem permanecer problemáticos mesmo quando armazenados em plataformas avançadas.

No Brasil, a discussão ganhou novo alcance com a Lei nº 14.515/2022. Segundo a norma, agentes privados regulados pela defesa agropecuária devem implantar programas de autocontrole compatíveis com suas atividades e manter registros sistematizados e auditáveis que demonstrem atendimento aos requisitos aplicáveis. O Decreto nº 12.126/2024 regulamentou esse modelo para setores de produtos de origem animal, comestíveis e não comestíveis, e para produtos destinados à alimentação animal, articulando os controles internos à inspeção e à fiscalização oficial baseadas em risco (Brasil, 2022; Brasil, 2024a).

Para a reciclagem animal, essa relação é especialmente sensível. A natureza perecível da matéria-prima, a possibilidade de mistura de origens e espécies, as diferentes finalidades dos produtos derivados e a necessidade de compatibilizar defesa agropecuária, alimentação animal e gestão ambiental tornam os registros uma espécie de memória técnica da operação. Conforme o Decreto nº 12.031/2024, estabelecimentos de produtos destinados à alimentação animal devem manter mecanismos capazes de assegurar rastreabilidade e disponibilizar controles de recepção, estoque, produção e expedição, o que se conecta diretamente aos produtos derivados do processamento de resíduos quando destinados a essa finalidade (Brasil, 2024b).

A digitalização adiciona possibilidades e deveres. Segundo Pavithra, Rawat e Sunil (2025), sistemas baseados em blockchain, integrados a RFID, internet das coisas e análise de dados, podem ampliar transparência, integridade e velocidade de rastreamento. Na reciclagem animal, essas ferramentas podem relacionar fornecedor, lote, tratamento e destino, mas precisam respeitar segurança da informação, interoperabilidade e auditabilidade.

A proximidade da entrada em vigor da Portaria SDA/MAPA nº 871/2023 amplia a atualidade do tema. Conforme a Portaria SDA/MAPA nº 1.355/2025, os procedimentos de trânsito e certificação sanitária de subprodutos animais não comestíveis de uso industrial ou técnico terão vigência a partir de 1º de setembro de 2026 (Brasil, 2023; Brasil, 2025b). Como o marco deste estudo é 29 de julho de 2026, a portaria é tratada como norma publicada de vigência futura, relevante para compreender a tendência de padronização documental, cadastro e Guia de Trânsito de Subprodutos, mas não como obrigação já plenamente exigível na data da análise.

Diante desse cenário, o objetivo deste estudo é analisar a função da rastreabilidade e dos programas de autocontrole na reciclagem animal brasileira, examinando sua relação com segurança sanitária, fiscalização baseada em risco, sustentabilidade e digitalização dos registros. Busca-se compreender de que forma esses instrumentos podem fortalecer a prevenção de falhas e a responsabilização dos agentes sem substituir a verificação oficial, preservando a articulação entre regulação pública e gestão interna da cadeia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo caracteriza-se como pesquisa bibliográfica, documental e jurídico-normativa, de abordagem qualitativa e finalidade descritivo-exploratória. O trabalho parte do regime federal de aproveitamento e processamento de subprodutos e resíduos de origem animal não

comestíveis, concentrando a análise em quatro dimensões: rastreabilidade, programas de autocontrole, fiscalização baseada em risco e instrumentos de digitalização aplicáveis à gestão dos registros.

O corpus normativo principal compreendeu a Instrução Normativa MAPA nº 34/2008, a Lei nº 14.515/2022, os Decretos nº 12.031/2024 e nº 12.126/2024, o Decreto nº 12.502/2025 e a Portaria SDA/MAPA nº 871/2023, considerada juntamente com a Portaria nº 1.355/2025, que fixou sua entrada em vigor para 1º de setembro de 2026. Foram priorizadas fontes oficiais do Governo Federal e do Ministério da Agricultura e Pecuária, mantendo como marco temporal 29 de julho de 2026.

A revisão bibliográfica reuniu estudos recentes sobre rastreabilidade de produtos de origem animal, tecnologias digitais e gerenciamento de cadeias complexas. Foram incluídos trabalhos publicados entre 2023 e 2025, com destaque para Woodgate (2023), Zanetoni *et al.* (2024) e Pavithra, Rawat e Sunil (2025), além de materiais técnicos da FAO sobre inspeção baseada em risco. A seleção considerou relação direta com segurança, integridade de dados, rastreamento de lotes ou organização de controles preventivos.

A análise foi organizada por interpretação sistemática das fontes. Primeiro, identificaram-se os deveres de origem, registro e documentação presentes na disciplina do processamento de resíduos animais. Em seguida, foram examinados os elementos mínimos do autocontrole, a função dos registros auditáveis e a relação desses dados com a fiscalização oficial. Por fim, discutiram-se as possibilidades e limitações da digitalização, bem como a transição regulatória do trânsito de subprodutos não comestíveis. Por se tratar de pesquisa bibliográfica e documental, não houve coleta de dados primários, entrevistas ou inspeções em estabelecimentos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Rastreabilidade como memória da cadeia produtiva

Os resultados indicam que a rastreabilidade não deve ser reduzida a um documento de expedição. Na reciclagem animal, ela funciona como uma cadeia de evidências que relaciona origem, transporte, recebimento, processamento, lote, armazenamento e destino. Conforme a Instrução Normativa MAPA nº 34/2008, o controle da matéria-prima começa antes da entrada no equipamento industrial, porque a regularidade do fornecedor e as condições de transporte influenciam diretamente a conformidade do produto derivado (Brasil, 2008).

Essa característica é relevante porque materiais fisicamente semelhantes podem possuir histórias sanitárias diferentes. Um lote proveniente de estabelecimento autorizado e corretamente identificado não apresenta o mesmo nível de confiabilidade documental de outro cuja origem não possa ser comprovada. Segundo Woodgate (2023), a segurança do *rendering* depende de barreiras sucessivas e de controle de processo, razão pela qual a informação sobre o material recebido precisa acompanhar as demais medidas tecnológicas de tratamento.

A rastreabilidade também reduz o alcance de uma eventual não conformidade. Quando registros permitem localizar rapidamente fornecedores, lotes correlacionados e destinatários, a resposta pode ser dirigida ao fluxo afetado, evitando intervenções genéricas. Conforme Zanetoni *et al.* (2024), sistemas de rastreamento estruturados aumentam a visibilidade da cadeia de produtos de origem animal e podem fortalecer mecanismos de segurança e confiança. Essa capacidade é particularmente importante em mercados nos quais a mesma unidade industrial recebe matérias-primas de origens distintas e produz lotes para finalidades diferentes.

O Decreto nº 12.031/2024 reforça essa lógica no campo da alimentação animal ao exigir mecanismos de controle que assegurem rastreabilidade e informações da cadeia produtiva, bem como registros de recepção, estoque, produção e expedição (Brasil, 2024b). Para a reciclagem animal, a norma torna visível a necessidade de integração entre a etapa de transformação e a

finalidade do produto obtido. Farinhas, gorduras e outros ingredientes destinados à alimentação animal não podem ser tratados como resultados desconectados da história da matéria-prima.

3.2 Programas de autocontrole e responsabilidade do agente

O segundo resultado está relacionado à consolidação do autocontrole como obrigação organizada. De acordo com a Lei nº 14.515/2022, os agentes abrangidos pela defesa agropecuária devem desenvolver, implementar, manter, monitorar e verificar programas capazes de assegurar o atendimento à legislação, incluindo registros sistematizados e auditáveis. O modelo desloca parte importante da prevenção para dentro do processo produtivo, onde os desvios podem ser identificados antes de alcançar o produto final ou o trânsito para outro estabelecimento (Brasil, 2022).

O Decreto nº 12.126/2024 detalha esse desenho ao relacionar dados operacionais, dados de qualidade, cadeia produtiva e histórico de conformidade. Conforme o decreto, a autoridade pode utilizar essas informações para orientar a inspeção e a fiscalização segundo o risco, sem afastar a responsabilidade oficial de verificar a efetividade dos controles (Brasil, 2024a). Na prática, o programa de autocontrole precisa mostrar não apenas que existe um procedimento escrito, mas que ele é executado, registrado e capaz de gerar evidências quando ocorre uma falha.

Na reciclagem animal, um programa consistente precisa alcançar pontos sensíveis como qualificação de fornecedores, recebimento, segregação de materiais, higiene, parâmetros de processamento, armazenamento, expedição e tratamento das não conformidades. A relação entre esses elementos é decisiva. Um controle térmico adequado, por exemplo, não corrige automaticamente um problema de origem documental; da mesma forma, um fornecedor regular não compensa falhas posteriores de processamento. O autocontrole ganha efetividade quando conecta os pontos críticos em uma sequência verificável (Brasil, 2008; Brasil, 2024a).

O Decreto nº 12.502/2025, ao regulamentar aspectos do processo administrativo de fiscalização agropecuária e da responsabilização, reforça que a existência de autocontrole não elimina consequências jurídicas do descumprimento. A lógica de conformidade exige que o agente produza evidências confiáveis e responda pelos processos sob sua responsabilidade, enquanto a Administração conserva instrumentos de fiscalização, medidas cautelares e sanção quando os requisitos legais não são atendidos (Brasil, 2025a).

3.3 Fiscalização baseada em risco e qualidade das evidências

A fiscalização baseada em risco aparece como terceiro eixo do modelo. Em cadeias extensas, não é possível atribuir o mesmo nível de prioridade a todos os estabelecimentos, lotes e operações. Conforme a FAO (2026), programas de inspeção baseados em risco buscam direcionar recursos para atividades e pontos da cadeia com maior probabilidade ou consequência de falha, substituindo uma lógica predominantemente reativa por uma atuação preventiva e documentada.

O Decreto nº 12.126/2024 aproxima essa abordagem da defesa agropecuária brasileira. O risco pode ser avaliado à luz de dados operacionais, qualidade, histórico de conformidade e características da cadeia, o que torna os registros internos uma fonte relevante para a fiscalização oficial (Brasil, 2024a). Esse arranjo cria um incentivo importante: quanto mais consistentes e auditáveis forem os dados do estabelecimento, maior será a capacidade de demonstrar comportamento preventivo e de localizar a origem de problemas.

Entretanto, fiscalização baseada em risco não deve ser confundida com fiscalização reduzida por princípio. Estabelecimentos com falhas recorrentes, rastreabilidade incompleta ou controles incapazes de demonstrar conformidade podem exigir intervenção mais intensa. Da mesma forma, a ausência de ocorrência registrada não prova automaticamente baixo risco

DOI: 10.51189/vii-coninters/86628

quando o próprio sistema de registro é frágil. A qualidade da evidência precisa ser considerada juntamente com o resultado documentado, sob pena de premiar cadeias pouco transparentes.

Na reciclagem animal, essa cautela é indispensável porque a falha pode produzir efeitos em múltiplos destinos. Um problema identificado em matéria-prima utilizada em vários lotes pode alcançar alimentação animal, aplicações industriais ou fluxos de exportação, dependendo da produção do estabelecimento. A rastreabilidade deve permitir delimitar quais produtos foram efetivamente afetados, enquanto o programa de autocontrole precisa demonstrar quais controles falharam e quais medidas foram adotadas. A fiscalização, por sua vez, deve verificar se essa reconstrução é tecnicamente confiável (Brasil, 2008; Brasil, 2024a).

3.4 Digitalização, interoperabilidade e limites tecnológicos

A digitalização representa uma oportunidade relevante para tornar a rastreabilidade mais rápida, mas não resolve sozinha as fragilidades de gestão. Segundo Zanetoni *et al.* (2024), tecnologias de blockchain vêm sendo aplicadas à rastreabilidade de cadeias animais por oferecerem registro descentralizado e dificuldade de alteração posterior das informações. O benefício potencial está na integridade e no compartilhamento dos registros. Ainda assim, a tecnologia somente preserva aquilo que foi corretamente inserido, motivo pelo qual validação, responsabilidade e padronização continuam indispensáveis.

Conforme Pavithra, Rawat e Sunil (2025), a integração entre blockchain, RFID, internet das coisas, inteligência artificial e grandes bases de dados pode ampliar transparência e capacidade de acompanhamento em tempo real. Para estabelecimentos de reciclagem animal, uma arquitetura digital poderia associar identificação do fornecedor, horário de coleta, entrada da matéria-prima, parâmetros do processo, liberação do lote e expedição. O ganho seria maior quando esses dados utilizassem identificadores consistentes e pudessem ser lidos por diferentes sistemas.

A interoperabilidade, porém, constitui uma dificuldade concreta. A cadeia envolve geradores, transportadores, processadores, serviços oficiais e, em alguns casos, mercados com requisitos distintos. Sistemas que não conversam entre si tendem a exigir digitação repetida, aumentar erros e criar versões divergentes do mesmo evento. Por isso, a modernização da rastreabilidade deve priorizar padrões de identificação, segurança, integridade e disponibilidade de informação, requisitos que também aparecem no marco regulatório dos programas de autocontrole (Brasil, 2024a; Brasil, 2024b).

Outro limite é a falsa sensação de segurança tecnológica. Um registro imutável não garante que a informação original seja verdadeira; um sensor não substitui calibração; uma plataforma digital não elimina a necessidade de conferência da origem. A rastreabilidade robusta exige combinação de pessoas capacitadas, procedimentos claros, infraestrutura, validação de dados e auditoria. A inovação deve reduzir tempo e aumentar consistência, e não acrescentar uma camada tecnológica sem relação com os riscos efetivos da cadeia.

3.5 Trânsito de subprodutos e transição regulatória de 2026

O trânsito é uma das etapas em que a rastreabilidade se torna mais visível, porque o material deixa o controle direto de um agente e ingressa na responsabilidade de outro. No regime vigente em 29 de julho de 2026, a documentação aplicável deve ser interpretada com base nas normas já exigíveis e nas regras específicas de saúde animal, alimentação animal e processamento. A futura Portaria SDA/MAPA nº 871/2023 tende a tornar esse fluxo mais padronizado para determinados subprodutos não comestíveis de uso industrial ou técnico, resíduos da exploração pecuária e produtos obtidos de fontes animais com finalidades específicas (Brasil, 2023).

Conforme a Portaria SDA/MAPA nº 1.355/2025, a entrada em vigor da Portaria nº 871 foi adiada para 1º de setembro de 2026 (Brasil, 2025b). A proximidade dessa data torna o

período analisado uma fase de preparação. Sistemas internos de cadastro, identificação de origem e destino e integração documental precisarão estar compatíveis com os instrumentos previstos para o trânsito, evitando que a mudança regulatória seja tratada apenas como substituição de formulário.

Essa transição também reforça a necessidade de distinguir os fluxos. Subprodutos não comestíveis de uso técnico, produtos destinados à alimentação animal e partes passíveis de consumo humano não pertencem automaticamente ao mesmo regime. A correta classificação do material determina quais documentos, autoridades e requisitos incidem sobre a operação. A rastreabilidade, portanto, precisa registrar não somente de onde o material veio e para onde foi, mas também qual foi sua classificação, tratamento e finalidade declarada (Brasil, 2008; Brasil, 2023).

4 CONCLUSÃO

A análise demonstra que rastreabilidade e autocontrole são pilares complementares da gestão de subprodutos animais não comestíveis. A primeira reconstrói o percurso da matéria-prima e dos produtos derivados; o segundo organiza como o estabelecimento previne, monitora, registra e corrige desvios. Integrados, transformam registros em instrumentos preventivos para decisões sobre fornecedores, processos, lotes e destinos.

A digitalização pode tornar esse sistema mais ágil. Tecnologias de identificação, sensores, bancos de dados interoperáveis e blockchain oferecem possibilidades para reduzir tempo de busca, fortalecer integridade e integrar atores da cadeia. Contudo, nenhum recurso tecnológico corrige sozinho uma origem irregular, um procedimento mal executado ou um dado incorreto. A qualidade do sistema depende de validação, responsabilidade técnica, padronização e capacidade de auditoria.

Conclui-se que o desafio brasileiro não é escolher entre autocontrole privado e fiscalização estatal. O caminho mais consistente é combinar responsabilidade operacional do estabelecimento com verificação pública orientada por risco. Na reciclagem animal, essa combinação favorece segurança sanitária, resposta mais rápida às não conformidades, melhor destinação dos materiais e maior transparência sobre a circulação de subprodutos. A entrada em vigor da Portaria SDA/MAPA nº 871/2023, prevista para setembro de 2026, tende a aprofundar essa lógica no trânsito de determinados materiais, exigindo preparação institucional e integração de registros. Rastrear bem significa conhecer a história do material; autocontrolar significa usar essa informação para prevenir falhas. A sustentabilidade da cadeia depende de ambas as capacidades funcionando juntas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Decreto nº 12.031, de 28 de maio de 2024.** Regulamenta a Lei nº 6.198, de 26 de dezembro de 1974, e a Lei nº 14.515, de 29 de dezembro de 2022, para dispor sobre a inspeção e a fiscalização obrigatórias dos produtos destinados à alimentação animal. Brasília, DF: Presidência da República, 2024b.

BRASIL. **Decreto nº 12.126, de 31 de julho de 2024.** Regulamenta os programas de autocontrole dos agentes privados regulados pela defesa agropecuária e dispõe sobre inspeção e fiscalização baseadas em risco. Brasília, DF: Presidência da República, 2024a.

BRASIL. **Decreto nº 12.502, de 11 de junho de 2025.** Regulamenta a Lei nº 14.515/2022 e estabelece regras e procedimentos do processo administrativo de fiscalização agropecuária. Brasília, DF: Presidência da República, 2025a.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86628

BRASIL. **Lei nº 14.515, de 29 de dezembro de 2022.** Dispõe sobre os programas de autocontrole dos agentes privados regulados pela defesa agropecuária e sobre a organização e os procedimentos aplicados pela defesa agropecuária. Brasília, DF: Presidência da República, 2022.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Instrução Normativa nº 34, de 28 de maio de 2008.** Aprova o Regulamento Técnico da Inspeção Higiênico-Sanitária e Tecnológica do Processamento de Resíduos de Animais. Brasília, DF: MAPA, 2008.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Portaria SDA/MAPA nº 871, de 10 de agosto de 2023.** Aprova os procedimentos de trânsito e certificação sanitária de subprodutos animais não comestíveis de uso industrial ou técnico e outros materiais de origem animal. Brasília, DF: MAPA, 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Portaria SDA/MAPA nº 1.355, de 8 de agosto de 2025.** Altera a Portaria SDA/MAPA nº 871/2023 e fixa sua entrada em vigor em 1º de setembro de 2026. Brasília, DF: MAPA, 2025b.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Risk-based inspection resource kit.** Rome: FAO, 2026. Disponível em: https://www.fao.org/risk-based-inspection-kit/en. Acesso em: 29 jul. 2026.

PAVITHRA, T.; RAWAT, S.; SUNIL, C. K. Recent trends in blockchain traceability of food products: a review. **Food and Humanity**, v. 5, art. 100666, 2025. DOI: 10.1016/j.foohum.2025.100666.

WOODGATE, S. L. Meat industry by-products: a bio-refinery approach to the production of safe, value-added products for sustainable agriculture applications. **Frontiers in Animal Science**, v. 4, art. 1259200, 2023. DOI: 10.3389/fanim.2023.1259200.

ZANETONI, H. H. R.; QUEIROZ, D. M.; CHIZZOTTI, M. L.; MENDONÇA, R. D.; BAÊTA, F. C.; COELHO, A. L. F.; NACIF, J. A. M. Blockchain applied to the traceability of animal products: a systematic literature review. **Revista Ciência Agronômica**, v. 55, e20238702, 2024. DOI: 10.5935/1806-6690.20240033.

GEOTEC: INTEGRAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA FORMAÇÃO DE ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA

THALLINE RODRIGUES DA SILVA

RESUMO

A incorporação de geotecnologias e inteligência artificial à Educação Profissional e Tecnológica (EPT) representa uma oportunidade para fortalecer a formação de estudantes por meio da resolução de problemas reais relacionados ao planejamento territorial e à sustentabilidade. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo apresentar a experiência de implementação do projeto GeoTec, desenvolvido na Escola do Futuro Luiz Rassi, em Aparecida de Goiânia (GO), evidenciando as contribuições da integração entre geoprocessamento, sensoriamento remoto, Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e aprendizagem baseada em projetos para a formação profissional. A experiência foi desenvolvida a partir da organização de bases de dados geoespaciais obtidas em instituições públicas, da utilização de softwares livres e plataformas de processamento em nuvem, bem como da realização de atividades práticas voltadas à elaboração de mapas temáticos, análise espacial e interpretação de informações ambientais relacionadas às microbacias da Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte. As ações possibilitaram aos estudantes participar das diferentes etapas do processo, desde a aquisição e organização dos dados até a produção de diagnósticos territoriais, promovendo o desenvolvimento de competências técnicas, analíticas e colaborativas. A experiência evidenciou que a utilização integrada de geotecnologias favorece a aproximação entre ensino, pesquisa e extensão, amplia a compreensão sobre a dinâmica ambiental e estimula a aplicação de tecnologias digitais na busca de soluções para desafios socioambientais. Além disso, destacou-se o potencial da iniciativa para apoiar práticas de planejamento territorial sustentável, gestão ambiental e formação de profissionais alinhados às demandas da transformação digital. Conclui-se que o projeto GeoTec constitui uma estratégia inovadora para a Educação Profissional e Tecnológica, contribuindo para a formação de competências em inteligência territorial e para a promoção da sustentabilidade, embora a ampliação das atividades de campo e a continuidade da implementação sejam fundamentais para consolidar e expandir os resultados obtidos.

Palavras-chave: Cartografia; Geoprocessamento; Inovação

1 INTRODUÇÃO

As rápidas transformações ambientais e urbanas observadas nas últimas décadas têm intensificado os desafios relacionados ao planejamento territorial, à conservação dos recursos naturais e à construção de cidades mais resilientes. A expansão desordenada da ocupação urbana, associada ao aumento da impermeabilização do solo, à supressão da vegetação nativa e às alterações no regime hidrológico, tem ampliado a ocorrência de enchentes, processos erosivos, ilhas de calor e degradação dos ecossistemas urbanos. Esses fenômenos evidenciam a necessidade de instrumentos capazes de integrar informações espaciais, subsidiar políticas públicas e apoiar a tomada de decisão baseada em evidências científicas (Goodchild, 2007; Longley *et al*., 2015).

DOI: 10.51189/vii-coninters/86631

A crescente disponibilidade de imagens orbitais de alta resolução, associada ao avanço da computação em nuvem e da inteligência artificial, ampliou significativamente a capacidade de monitorar mudanças ambientais em diferentes escalas espaciais e temporais. Essas tecnologias permitem compreender a dinâmica do território com maior precisão, favorecendo a identificação de áreas vulneráveis, o monitoramento dos recursos naturais e a elaboração de estratégias voltadas ao desenvolvimento sustentável (Câmara; Davis, 2001; Goodchild, 2007; Garshasbi *et al.*, 2024).

Paralelamente, a incorporação da inteligência artificial às geotecnologias vem promovendo uma mudança de paradigma na análise espacial. Algoritmos de aprendizado de máquina possibilitam reconhecer padrões complexos em grandes volumes de dados geográficos, automatizar processos de classificação e gerar modelos preditivos capazes de antecipar cenários ambientais com maior confiabilidade. Na gestão ambiental, essas abordagens têm sido empregadas na identificação de áreas suscetíveis à erosão, movimentos de massa, enchentes, perda de cobertura vegetal e degradação dos recursos hídricos, contribuindo para decisões mais rápidas, precisas e fundamentadas (Zhang *et al*., 2024; Garshasbi *et al.*, 2024).

Sob a perspectiva da sustentabilidade, a utilização integrada dessas tecnologias representa uma importante estratégia para apoiar a implementação da Agenda 2030 das Nações Unidas, especialmente no que se refere aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável relacionados à educação de qualidade (ODS 4), água potável e saneamento (ODS 6), cidades e comunidades sustentáveis (ODS 11), ação contra a mudança do clima (ODS 13) e proteção da vida terrestre (ODS 15) (United Nations, 2015). Nesse contexto, o planejamento territorial apoiado por geotecnologias deixa de ser apenas um instrumento técnico e passa a constituir um mecanismo de promoção da sustentabilidade ambiental, social e econômica, fortalecendo a governança dos territórios e a gestão integrada dos recursos naturais.

Além das contribuições para a gestão ambiental, observa-se uma crescente demanda por profissionais capazes de interpretar informações geoespaciais, desenvolver modelos analíticos e utilizar tecnologias digitais na resolução de problemas complexos. Essa realidade impõe novos desafios à Educação Profissional e Tecnológica (EPT), que precisa formar sujeitos aptos a atuar em contextos caracterizados pela transformação digital, pela ciência de dados e pela inovação tecnológica. Conforme Pacheco (2011), a EPT deve promover uma formação integral articulada ao mundo do trabalho, enquanto Frigotto, Ciavatta e Ramos (2012) defendem que a produção do conhecimento deve estar vinculada às necessidades sociais e ao desenvolvimento humano. Nessa perspectiva, a utilização de geotecnologias em projetos de ensino, pesquisa e extensão favorece a aprendizagem baseada em problemas reais, desenvolvendo competências técnicas, científicas e socioemocionais alinhadas às demandas contemporâneas.

Apesar dos avanços observados na aplicação das geotecnologias e da inteligência artificial, ainda são limitadas as iniciativas que articulam essas ferramentas à formação profissional em projetos extensionistas voltados ao planejamento territorial sustentável. Grande parte dos estudos concentra-se no desenvolvimento de modelos computacionais ou em aplicações específicas, havendo menor atenção à integração entre inovação tecnológica, sustentabilidade e Educação Profissional e Tecnológica. Essa lacuna evidencia a necessidade de experiências que associem produção científica, formação de estudantes e desenvolvimento de soluções aplicadas às demandas do território, fortalecendo a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão.

Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo apresentar a experiência de implementação do projeto GeoTec na Escola do Futuro Luiz Rassi, evidenciando como a integração entre geotecnologias, inteligência artificial e aprendizagem baseada em projetos contribui para a formação de estudantes da Educação Profissional e Tecnológica e para o desenvolvimento de soluções voltadas ao planejamento territorial sustentável e à gestão de riscos ambientais urbanos.

2 RELATO DE EXPERIÊNCIA

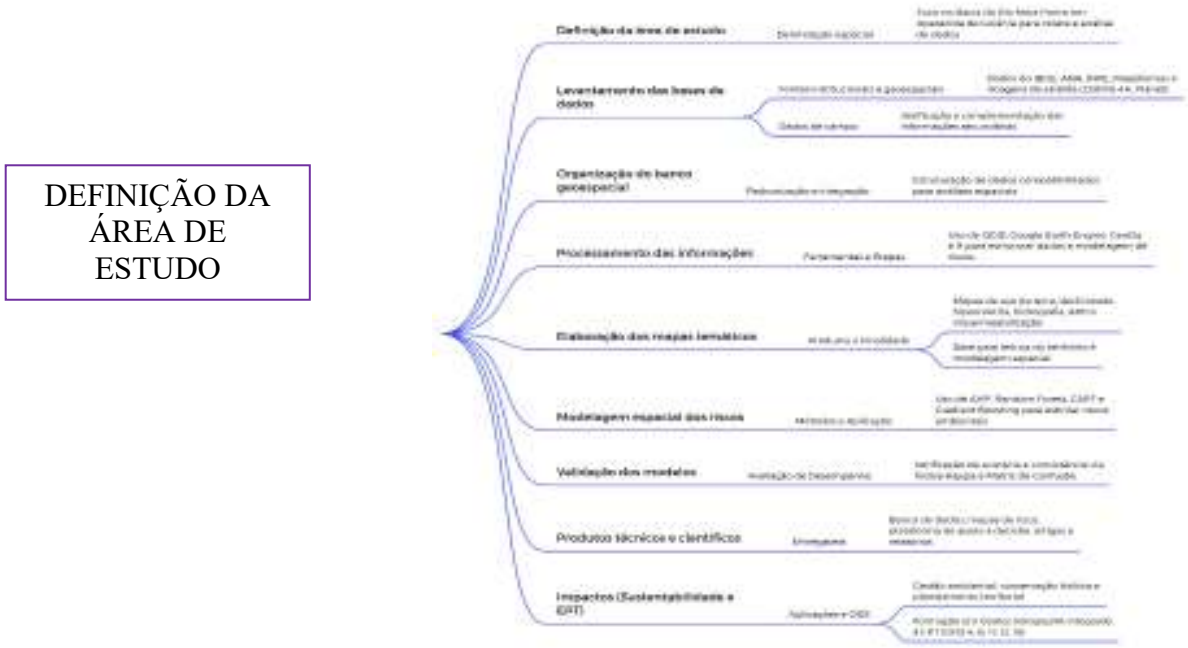
A experiência foi desenvolvida no âmbito do projeto GeoTec: Tecnologias Espaciais para Análise Ambiental, vinculado à Escola do Futuro Luiz Rassi, em Aparecida de Goiânia (GO), com o propósito de integrar ensino, pesquisa e extensão por meio da aplicação de geotecnologias, inteligência artificial e análise espacial na formação de estudantes da Educação Profissional e Tecnológica (EPT). O projeto foi concebido considerando a crescente demanda por profissionais capazes de utilizar ferramentas digitais na interpretação de problemas ambientais e no planejamento territorial sustentável.

A experiência teve como foco a Bacia Hidrográfica do Rio Meia Ponte, especificamente as microbacias dos córregos Santo Antônio, Tamanduá, Pindaíba e Ribeirão Dourados, localizadas no município de Aparecida de Goiânia. A escolha dessas áreas ocorreu em função de suas características ambientais e do intenso processo de urbanização, fatores que favorecem o desenvolvimento de atividades relacionadas ao diagnóstico territorial, análise de riscos ambientais e gestão dos recursos naturais.

Inicialmente, foi realizada a organização das bases de dados geoespaciais necessárias ao desenvolvimento das atividades, utilizando informações provenientes do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), MapBiomas, modelos digitais de elevação SRTM e ALOS, além de imagens de satélite disponibilizadas pelos programas CBERS-4A e Planet. Esses dados constituíram o banco de informações utilizado nas atividades de ensino e nas análises espaciais desenvolvidas pelos participantes.

As ações formativas foram estruturadas segundo a metodologia da aprendizagem baseada em projetos (Project-Based Learning), permitindo que os estudantes participassem ativamente de todas as etapas do processo, desde a obtenção e organização dos dados até a elaboração de mapas temáticos e interpretação dos resultados. Durante as atividades, foram empregados softwares livres e plataformas de processamento em nuvem, incluindo QGIS, Google Earth Engine, GeoDa e a linguagem R, possibilitando aos participantes o contato com ferramentas amplamente utilizadas na pesquisa científica e na gestão territorial.

Figura 1. Fluxograma das etapas da experiência desenvolvida no projeto GeoTec.



Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

DOI: 10.51189/vii-coninters/86631

Conforme ilustrado na Figura 1, a experiência iniciou-se com o planejamento das ações extensionistas e a definição da área de estudo, seguida pelo levantamento e organização das bases de dados geoespaciais, processamento das informações em ambiente SIG, elaboração de mapas temáticos, desenvolvimento das atividades formativas e produção dos materiais técnico-científicos. Essa sequência metodológica favoreceu a integração entre ensino, pesquisa e extensão, permitindo que os estudantes acompanhassem todas as etapas do processo de construção do conhecimento.

Além das atividades de processamento geoespacial, o projeto contemplou oficinas, minicursos e momentos de discussão voltados à compreensão da relação entre geotecnologias, sustentabilidade e inteligência territorial. Os estudantes foram estimulados a analisar problemas ambientais reais da região de estudo, elaborar produtos cartográficos e discutir possíveis aplicações das informações geradas para subsidiar ações de planejamento urbano, conservação ambiental e gestão dos recursos hídricos. Essa abordagem favoreceu a articulação entre conhecimentos teóricos e práticos, aproximando a formação acadêmica das demandas sociais e profissionais contemporâneas.

Ao longo da experiência, buscou-se promover o desenvolvimento de competências técnicas relacionadas ao geoprocessamento, sensoriamento remoto, análise espacial e inteligência artificial, bem como competências transversais, como trabalho colaborativo, resolução de problemas, pensamento crítico e comunicação científica. Dessa forma, o projeto consolidou-se como uma estratégia de integração entre ensino, pesquisa e extensão, contribuindo para a formação de profissionais aptos a utilizar tecnologias espaciais no enfrentamento de desafios associados à sustentabilidade e ao planejamento territorial.

3 DISCUSSÃO

A experiência desenvolvida no projeto GeoTec demonstrou que a integração entre geotecnologias, inteligência artificial e aprendizagem baseada em projetos constitui uma estratégia promissora para fortalecer a formação de estudantes da Educação Profissional e Tecnológica (EPT). A utilização de problemas reais relacionados ao planejamento territorial e à gestão ambiental favoreceu a aproximação entre os conhecimentos teóricos e sua aplicação prática, permitindo que os estudantes compreendessem a complexidade dos fenômenos ambientais por meio da análise de dados geoespaciais e da construção de produtos cartográficos. Essa abordagem está alinhada aos princípios da formação integral defendidos por Pacheco (2011) e por Frigotto, Ciavatta e Ramos (2012), que compreendem a educação profissional como um processo articulado às demandas sociais, científicas e tecnológicas.

A utilização de softwares livres, como QGIS e GeoDa, associada ao Google Earth Engine e à linguagem R, evidenciou que a inovação tecnológica pode ser incorporada às práticas pedagógicas sem exigir elevados investimentos financeiros. Essa característica amplia significativamente as possibilidades de replicação da experiência em instituições públicas de ensino e fortalece a democratização do acesso às geotecnologias. As principais ferramentas digitais utilizadas durante a experiência e suas contribuições para a formação dos estudantes são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Ferramentas digitais empregadas no projeto GeoTec e suas aplicações pedagógicas

Ferramenta	**Aplicação na experiência**	**Competências desenvolvidas**	**Contribuição para a sustentabilidade**
QGIS	Elaboração de mapas temáticos, integração de camadas e análise espacial	Geoprocessamento, cartografia digital e interpretação espacial	Apoio ao planejamento territorial e à gestão ambiental

DOI: 10.51189/vii-coninters/86631

Ferramenta	Aplicação na experiência	Competências desenvolvidas	Contribuição para a sustentabilidade
Google Earth Engine	Processamento de imagens de satélite e séries temporais	Sensoriamento remoto, computação em nuvem e análise de grandes volumes de dados	Monitoramento ambiental e acompanhamento das mudanças no uso da terra
GeoDa	Estatística espacial e análise de padrões territoriais	Análise exploratória de dados espaciais e raciocínio analítico	Identificação de áreas prioritárias para intervenção ambiental
R	Tratamento, organização e análise de dados geoespaciais	Programação, ciência de dados e automação de análises	Apoio à tomada de decisão baseada em evidências
MapBiomas	Consulta e análise da dinâmica do uso e cobertura da terra	Interpretação de séries históricas e análise ambiental	Monitoramento da vegetação, expansão urbana e conservação ambiental
SRTM/ALOS	Geração de modelos digitais de elevação	Modelagem do relevo e análise geomorfológica	Avaliação da suscetibilidade à erosão e ao escoamento superficial
CBERS-4A / Planet	Obtenção de imagens orbitais para análise da paisagem	Interpretação de imagens e monitoramento ambiental	Identificação de alterações ambientais e suporte à gestão territorial

Conforme observado na Tabela 1, as ferramentas utilizadas desempenharam funções complementares ao longo da experiência. Enquanto o QGIS e o Google Earth Engine concentraram-se na produção e processamento das informações espaciais, o GeoDa e a linguagem R contribuíram para análises estatísticas e modelagem dos dados, promovendo o desenvolvimento integrado de competências técnicas, analíticas e tecnológicas. Essa diversidade de recursos favoreceu uma aprendizagem interdisciplinar, aproximando os estudantes de práticas utilizadas por instituições de pesquisa, órgãos ambientais e empresas de geotecnologia.

Sob a perspectiva da sustentabilidade, verificou-se que a utilização integrada de bases cartográficas oficiais, imagens de sensoriamento remoto e modelos digitais de elevação amplia a capacidade de compreender a dinâmica ambiental das microbacias estudadas. A elaboração de mapas temáticos e a organização de um banco de dados geoespacial possibilitam identificar áreas ambientalmente vulneráveis, subsidiando ações relacionadas à conservação dos recursos hídricos, recuperação de áreas degradadas, planejamento urbano e prevenção de riscos ambientais. Esses resultados dialogam diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 4 (Educação de Qualidade), ODS 6 (Água Potável e Saneamento), ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) e ODS 15 (Vida Terrestre), evidenciando o potencial das geotecnologias como ferramentas para a promoção do desenvolvimento sustentável.

Outro aspecto observado refere-se à contribuição da inteligência artificial para a análise espacial. Embora sua aplicação no projeto ainda esteja em fase de consolidação, a definição de um fluxo metodológico integrando análise multicritério e algoritmos de aprendizado de máquina representa um avanço em relação às abordagens tradicionais de planejamento territorial. Estudos recentes indicam que algoritmos como Random Forest, Gradient Boosting e Redes Neurais apresentam elevada capacidade de identificar padrões espaciais complexos e produzir modelos preditivos mais precisos quando comparados às técnicas convencionais de

classificação (Garshasbi *et al*., 2024; Zhang *et al.*, 2024). Nesse sentido, a experiência evidencia que a incorporação da inteligência artificial à formação profissional amplia o repertório tecnológico dos estudantes e fortalece competências relacionadas à ciência de dados geoespaciais.

A experiência também reforçou a importância da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão como princípio estruturante da Educação Profissional e Tecnológica. Ao participar da coleta, organização, processamento e interpretação dos dados, os estudantes deixaram de assumir uma postura exclusivamente receptiva e passaram a atuar como protagonistas na construção do conhecimento. Essa participação ativa favoreceu o desenvolvimento de competências técnicas, como geoprocessamento, análise espacial e interpretação de imagens de satélite, além de competências transversais, como trabalho em equipe, comunicação científica, pensamento crítico e resolução de problemas. As principais competências desenvolvidas ao longo da experiência encontram-se sintetizadas na Tabela 2.

Tabela 2. Competências desenvolvidas durante a experiência extensionista do projeto GeoTec

Dimensão	**Competências desenvolvidas**	**Contribuição para a sustentabilidade**
Técnica	Geoprocessamento, SIG, sensoriamento remoto, Google Earth Engine, QGIS	Produção de diagnósticos ambientais e planejamento territorial
Tecnológica	Inteligência Artificial, análise espacial, ciência de dados geoespaciais	Inovação aplicada à gestão ambiental
Analítica	Interpretação de mapas, modelagem espacial, integração de bases de dados	Apoio à tomada de decisão baseada em evidências
Socioemocional	Trabalho colaborativo, comunicação científica, resolução de problemas	Formação de profissionais capazes de atuar em equipes multidisciplinares
Sustentabilidade	Planejamento territorial, conservação ambiental, gestão dos recursos hídricos, governança territorial	Contribuição para os ODS 4, 6, 11, 13 e 15

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A experiência evidencia, ainda, que projetos extensionistas podem contribuir para aproximar a instituição de ensino das demandas da comunidade e do poder público. Os produtos gerados, como bases geoespaciais, mapas temáticos e diagnósticos ambientais, possuem potencial para subsidiar processos de planejamento urbano, gestão de recursos hídricos e monitoramento ambiental, demonstrando que a extensão universitária pode atuar como um importante mecanismo de transferência de conhecimento e inovação para a sociedade.

De forma geral, a experiência desenvolvida demonstra que as geotecnologias constituem um eixo integrador entre educação, inovação e sustentabilidade. Ao articular inteligência artificial, Sistemas de Informação Geográfica, sensoriamento remoto e aprendizagem baseada em projetos, o GeoTec contribui para formar profissionais capazes de compreender criticamente o território, propor soluções para problemas socioambientais e atuar na construção de cidades mais inteligentes, resilientes e sustentáveis, fortalecendo o papel da Educação Profissional e Tecnológica na promoção do desenvolvimento territorial.

4 CONCLUSÃO

A experiência do projeto GeoTec demonstrou que a integração entre geotecnologias, inteligência artificial e aprendizagem baseada em projetos fortalece a formação de estudantes

da Educação Profissional e Tecnológica. As atividades desenvolvidas aproximaram os participantes de problemas reais relacionados ao planejamento territorial e à sustentabilidade, favorecendo o desenvolvimento de competências em geoprocessamento, sensoriamento remoto e análise espacial.

Os resultados evidenciaram que a utilização de softwares livres e bases de dados públicas viabiliza a produção de informações geoespaciais aplicadas à gestão ambiental e ao planejamento urbano. Além disso, a articulação entre ensino, pesquisa e extensão contribuiu para uma formação mais crítica, interdisciplinar e alinhada às demandas da transformação digital.

Como limitações, destacam-se a necessidade de ampliar as atividades de campo, validar os modelos espaciais e incorporar novas fontes de dados e algoritmos de inteligência artificial. Essas etapas permitirão aumentar a confiabilidade das análises e ampliar as aplicações do projeto.

Como perspectiva, pretende-se expandir as ações do GeoTec para novas áreas de estudo, fortalecer parcerias institucionais e consolidar a utilização das geotecnologias como ferramenta de inovação, sustentabilidade e formação profissional na Educação Profissional e Tecnológica.

REFERÊNCIAS

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu. Introdução à ciência da geoinformação. São José dos Campos: INPE, 2001.

FRIGOTTO, Gaudêncio; CIAVATTA, Maria; RAMOS, Marise (org.). Ensino médio integrado: concepção e contradições. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

GARSHASBI, Ali et al. Artificial intelligence techniques for environmental risk assessment and spatial prediction: a systematic review. Environmental Modelling & Software, Oxford, v. 182, 2024.

GOODCHILD, Michael F. Citizens as sensors: the world of volunteered geography. GeoJournal, Dordrecht, v. 69, n. 4, p. 211-221, 2007.

LONGLEY, Paul A.; GOODCHILD, Michael F.; MAGUIRE, David J.; RHIND, David W. Geographic Information Science and Systems. 4. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2015.

PACHECO, Eliezer Moreira. Institutos Federais: uma revolução na educação profissional e tecnológica. Brasília: Fundação Santillana; Moderna, 2011.

SACHS, Ignacy. Desenvolvimento: includente, sustentável, sustentado. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

UNITED NATIONS. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. New York: United Nations, 2015.

VEIGA, José Eli da. Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI. 3. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2010.

ZHANG, Y. et al. Artificial intelligence and geospatial technologies for urban environmental monitoring: advances, challenges and future perspectives. Science of the Total Environment, Amsterdam, v. 930, 2024.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

CORRELAÇÃO ENTRE INDICADORES SOCIOECONÔMICOS E ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS NO ESTADO DO PARANÁ, BRASIL

RAQUEL ESTEFANO RODRIGUES; GERALDO MAJELA MORAES SALVIO; HÉLDER ANTÔNIO DA SILVA

Introdução: As Áreas Naturais Protegidas (ANP) são reconhecidas por sua contribuição à preservação da biodiversidade e à manutenção dos ecossistemas. No entanto, o estabelecimento dessas áreas pode gerar restrições a atividades econômicas, inibindo o desenvolvimento socioeconômico e gerando conflitos com populações locais. Indicadores socioeconômicos, como Produto Interno Bruto (PIB), Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e Índice de Gini, permite compreender como a gestão das ANP influencia o desenvolvimento social dos municípios paranaenses. **Objetivo:** Analisar a correlação entre indicadores socioeconômicos e a criação/distribuição de Áreas Naturais Protegidas nos 399 municípios do Paraná, Brasil. **Metodologia:** Foram coletados dados socioeconômicos, territoriais e ambientais para todos os municípios, a partir das bases do IPARDES (Cadernos Municipais) e do Instituto Água e Terra (Memória de Cálculo dos Fatores Ambientais). As variáveis analisadas incluíram IDHM, Índice de Gini, PIB per capita, área de ANP, área remanescente de Mata Atlântica e valores do ICMS Ecológico. Os dados foram tabulados em planilha eletrônica e submetidos a testes de normalidade. Como não apresentaram distribuição normal, aplicou-se o coeficiente de correlação não paramétrico de Spearman, com nível de significância de 5%, utilizando o software SPSS. **Resultados:** Os resultados mostraram correlação positiva entre ANP e ICMS Ecológico ($\rho = 0{,}923$; $p < 0{,}001$) e entre ANP e área preservada de Mata Atlântica ($\rho = 0{,}636$; $p < 0{,}001$), indicando o papel dessas áreas na conservação. Observou-se correlação negativa entre ANP e IDHM ($\rho = -0{,}102$; $p = 0{,}043$), sugerindo que municípios com maior área protegida apresentam menores índices de desenvolvimento humano. A correlação positiva com o Índice de Gini ($\rho = 0{,}317$; $p < 0{,}001$) indica associação com maior desigualdade social. Em relação ao PIB per capita, não houve correlação significativa ($\rho = 0{,}023$; $p = 0{,}652$). **Conclusão:** As ANP estão associadas a contextos de menor desenvolvimento humano e maior desigualdade social no Paraná, embora não representem entrave direto ao crescimento econômico. O ICMS Ecológico mostra-se eficaz como mecanismo de incentivo à conservação, mas a efetividade das ANP em promover justiça social depende da articulação com políticas públicas complementares e da capacidade dos municípios em aplicar adequadamente os recursos recebidos.

Palavras-chave: **ICMS ECOLÓGICO; ÍNDICE DE GINI; ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/86635

HISTÓRIAS EM QUADRINHOS NA AMAZÔNIA: RELATO DE EXPERIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

OCILENE MACHADO QUARESMA; ELINETE OLIVEIRA RAPOSO

RESUMO

A Educação Ambiental constitui um eixo fundamental para a formação de cidadãos comprometidos com a sustentabilidade, exigindo práticas pedagógicas capazes de aproximar os conteúdos científicos das realidades sociais e ambientais vivenciadas pelos estudantes. Nesse contexto, as Histórias em Quadrinhos (HQs) apresentam potencial educativo ao integrar linguagem visual e textual, favorecendo a aprendizagem significativa e a contextualização dos conteúdos de Ciências. Este trabalho apresenta um relato de experiência desenvolvido durante uma pesquisa de mestrado profissional, cujo objetivo foi descrever o processo de elaboração de um Produto Educacional destinado à formação de professores para utilização de HQs no ensino de Ciências e Educação Ambiental no contexto amazônico. A experiência envolveu estudos teóricos, planejamento pedagógico, criação de revistas em quadrinhos utilizando Inteligência Artificial Gemini Storybook e software específico para produção de HQs, além da elaboração do Roteiro Pedagógico Formativo: Ciências e Educação Ambiental com HQs no Contexto Amazônico. O material foi concebido para subsidiar ações formativas voltadas à utilização das HQs como recurso didático na Educação Básica e será submetido à validação por professores mediante instrumento estruturado que contempla critérios de organização, aplicabilidade, inovação, qualidade pedagógica e contribuição para o ensino. A experiência evidenciou que a integração entre tecnologias digitais, Inteligência Artificial e produção de HQs amplia as possibilidades metodológicas para o ensino de Ciências, favorecendo práticas interdisciplinares, contextualizadas e alinhadas aos princípios da Educação Ambiental crítica. Espera-se que o Produto Educacional contribua para a formação continuada de professores, estimulando metodologias inovadoras que fortaleçam a alfabetização científica, valorizem a biodiversidade amazônica e promovam atitudes voltadas à sustentabilidade no ambiente escolar.

Palavras-chave: alfabetização científica; formação docente; metodologias ativas.

1 INTRODUÇÃO

As transformações sociais, científicas e ambientais observadas nas últimas décadas têm ampliado os desafios da educação contemporânea, exigindo metodologias capazes de promover aprendizagens significativas e desenvolver nos estudantes competências voltadas à compreensão crítica das questões socioambientais. Nesse cenário, a Educação Ambiental assume papel estratégico ao contribuir para a formação de sujeitos conscientes de sua responsabilidade frente aos problemas ambientais e comprometidos com a construção de práticas sustentáveis. Entretanto, a efetivação desse processo depende da adoção de estratégias pedagógicas que favoreçam a contextualização dos conteúdos científicos e aproximem o conhecimento escolar da realidade vivenciada pelos estudantes.

No ensino de Ciências, a utilização de recursos didáticos diversificados tem sido apontada como alternativa para superar metodologias centradas na transmissão de conteúdos.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86643

Entre esses recursos, as Histórias em Quadrinhos (HQs) destacam-se por articularem linguagem verbal e visual, estimulando a criatividade, a interpretação, a imaginação e a construção de conhecimentos de forma dinâmica e participativa. Segundo McCloud (1993), as HQs constituem uma linguagem própria capaz de integrar texto e imagem em narrativas sequenciais, favorecendo diferentes formas de comunicação e aprendizagem. Da mesma forma, Vergueiro (2018) destaca que sua utilização no contexto escolar amplia as possibilidades metodológicas ao favorecer práticas interdisciplinares e aproximar conceitos científicos do cotidiano dos estudantes.

No contexto amazônico, a utilização das HQs adquire relevância por possibilitar a abordagem de temas relacionados à biodiversidade, aos conhecimentos tradicionais e às problemáticas socioambientais que caracterizam a região. A valorização desses elementos contribui para uma Educação Ambiental contextualizada, favorecendo a compreensão das relações entre sociedade e natureza e estimulando atitudes voltadas à conservação ambiental. Para Leff (2015), a construção de uma racionalidade ambiental pressupõe processos educativos que integrem diferentes saberes e promovam uma visão crítica sobre os modelos de desenvolvimento e suas implicações para a sustentabilidade.

Além das potencialidades das HQs, os avanços tecnológicos têm ampliado as possibilidades de criação de recursos educacionais. Ferramentas baseadas em Inteligência Artificial permitem desenvolver materiais didáticos de maneira mais dinâmica, favorecendo a produção de narrativas visuais alinhadas aos objetivos pedagógicos. Nesse contexto, a utilização do Gemini Storybook e de software específico para elaboração de HQs representa uma oportunidade de inovação na formação docente, oferecendo aos professores recursos que podem ser incorporados às práticas pedagógicas de forma criativa e contextualizada.

O presente trabalho constitui um relato de experiência desenvolvido no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Pará (PPGDOC/UFPA). A experiência refere-se ao processo de elaboração do Produto Educacional Roteiro Pedagógico Formativo: Ciências e Educação Ambiental com HQs no Contexto Amazônico, concebido para apoiar a formação continuada de professores da Educação Básica por meio da criação e utilização de Histórias em Quadrinhos produzidas com o auxílio da Inteligência Artificial Gemini Storybook e de software específico para HQs.

Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho é relatar a experiência de desenvolvimento de um roteiro pedagógico formativo voltado à utilização de Histórias em Quadrinhos como recurso didático para a formação de professores no ensino de Ciências e Educação Ambiental, evidenciando as contribuições da integração entre Inteligência Artificial, tecnologias digitais e práticas pedagógicas contextualizadas à realidade amazônica.

2 RELATO DE EXPERIÊNCIAS

O presente relato de experiência foi desenvolvido no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Docência em Educação em Ciências e Matemáticas da Universidade Federal do Pará (PPGDOC/UFPA), durante a elaboração de uma pesquisa de mestrado profissional voltada ao fortalecimento da formação continuada de professores do Ensino Médio para o ensino de Ciências e Educação Ambiental. A experiência surgiu da necessidade de incorporar estratégias pedagógicas inovadoras capazes de tornar os conteúdos científicos mais contextualizados, atrativos e próximos da realidade socioambiental amazônica.

As atividades foram organizadas em etapas articuladas, iniciando-se com o levantamento e a análise de referenciais teóricos relacionados à Educação Ambiental, ao ensino de Ciências, às Histórias em Quadrinhos (HQs), às metodologias ativas e ao uso de tecnologias digitais na educação. Esse processo subsidiou a construção do Produto Educacional e permitiu selecionar conteúdos científicos e temáticas ambientais pertinentes à realidade da Amazônia,

como biodiversidade, conservação dos recursos naturais, descarte inadequado de resíduos sólidos, queimadas, desmatamento e preservação dos ecossistemas amazônicos.

A partir desse planejamento, iniciou-se a etapa de elaboração das Histórias em Quadrinhos, concebidas como recurso didático para apoiar a formação de professores e subsidiar futuras práticas pedagógicas junto aos estudantes da Educação Básica. Para essa finalidade, utilizou-se a Inteligência Artificial Gemini Storybook na construção dos roteiros, organização das narrativas e desenvolvimento dos personagens, associada ao software HQs, empregado na diagramação e composição gráfica das revistas em quadrinhos. A utilização dessas ferramentas possibilitou integrar recursos tecnológicos ao planejamento pedagógico, favorecendo a produção de materiais educativos contextualizados à realidade amazônica.

As narrativas produzidas abordam situações cotidianas relacionadas aos desafios ambientais vivenciados na região, utilizando linguagem acessível, elementos visuais e personagens inspirados na biodiversidade e na cultura amazônica. Essa opção buscou aproximar os conteúdos científicos das experiências dos estudantes, estimulando a reflexão crítica sobre sustentabilidade, responsabilidade socioambiental e conservação dos ecossistemas locais. Além disso, a organização das histórias em formato sequencial favoreceu a integração entre conhecimentos científicos, aspectos culturais e problemáticas ambientais, ampliando as possibilidades de utilização das HQs em diferentes objetos do conhecimento da área de Ciências.

Como resultado desse processo, foi elaborado o Produto Educacional intitulado Roteiro Pedagógico Formativo: Ciências e Educação Ambiental com HQs no Contexto Amazônico, estruturado para orientar professores na criação e utilização de Histórias em Quadrinhos como estratégia metodológica no ensino de Ciências. O roteiro reúne fundamentos teóricos, orientações didáticas, sugestões de atividades, exemplos de aplicação em sala de aula e indicações para utilização de ferramentas digitais e Inteligência Artificial na produção de materiais pedagógicos, respeitando os princípios da Educação Ambiental crítica e da contextualização curricular.

Figura 1 – Capa do Produto Educacional "Roteiro Pedagógico Formativo: Ciências e Educação Ambiental com HQs no Contexto Amazônico

Fonte: Modelo de Template UFPA adaptado pelas autoras (2026).

A elaboração do Produto Educacional representou uma etapa fundamental da experiência relatada, pois possibilitou sistematizar, em um único material, orientações pedagógicas, fundamentos teóricos e procedimentos para criação de Histórias em Quadrinhos aplicadas ao ensino de Ciências e Educação Ambiental. Sua organização foi planejada para subsidiar ações de formação continuada de professores, favorecendo a integração entre recursos tecnológicos, metodologias ativas e a contextualização das questões socioambientais amazônicas.

Considerando as características dos mestrados profissionais, o Produto Educacional foi organizado para ser disponibilizado em formato digital, permitindo amplo acesso aos professores interessados em incorporar as HQs às suas práticas pedagógicas. Como etapa

subsequente da pesquisa, o material será submetido à validação por professores da Educação Básica, utilizando uma ficha de avaliação estruturada que contempla critérios como organização, clareza, relevância pedagógica, aplicabilidade, inovação, potencial de uso em sala de aula e contribuição para o ensino de Ciências e Educação Ambiental. As contribuições apresentadas pelos participantes serão utilizadas para aperfeiçoar o material antes de sua disponibilização definitiva.

Ao longo da construção do Produto Educacional, observou-se que a integração entre Inteligência Artificial, tecnologias digitais e linguagem das Histórias em Quadrinhos ampliou significativamente as possibilidades de elaboração de recursos didáticos, permitindo desenvolver materiais visualmente atrativos e pedagogicamente alinhados aos objetivos da Educação Ambiental. A experiência também evidenciou que o uso dessas tecnologias não substitui o planejamento docente, mas atua como ferramenta de apoio à criatividade, à organização das atividades e à produção de recursos contextualizados, fortalecendo o protagonismo do professor na construção de práticas pedagógicas inovadoras.

Dessa forma, a experiência relatada representa uma proposta de inovação educacional que articula formação docente, Educação Ambiental, ensino de Ciências e tecnologias digitais, buscando contribuir para o desenvolvimento de práticas pedagógicas comprometidas com a sustentabilidade e com a valorização das especificidades socioambientais da Amazônia.

3 DISCUSSÃO

A experiência desenvolvida evidenciou que a utilização das Histórias em Quadrinhos (HQs) na formação de professores constitui uma estratégia pedagógica capaz de ampliar as possibilidades metodológicas para o ensino de Ciências e Educação Ambiental. A integração entre linguagem verbal e visual favoreceu a elaboração de narrativas contextualizadas à realidade amazônica, aproximando conteúdos científicos das experiências cotidianas e estimulando práticas pedagógicas mais dinâmicas e participativas. Esses aspectos corroboram as contribuições de Vergueiro (2018), ao destacar que as HQs transcendem o caráter lúdico e configuram-se como um recurso didático que potencializa a aprendizagem ao favorecer a interdisciplinaridade e a contextualização do conhecimento científico.

No decorrer da construção do Produto Educacional, verificou-se que a utilização da Inteligência Artificial Gemini Storybook, associada ao software de criação de HQs, ampliou as possibilidades de planejamento e produção de materiais didáticos. O emprego dessas ferramentas permitiu otimizar a organização dos roteiros, a construção dos personagens e a composição das narrativas, mantendo o protagonismo do professor no processo de seleção, adaptação e contextualização dos conteúdos. Dessa forma, a Inteligência Artificial foi compreendida como tecnologia de apoio à prática docente, e não como substituta da mediação pedagógica, aspecto que converge com as discussões de Moran (2018) acerca da incorporação crítica das tecnologias digitais aos processos de ensino e aprendizagem. Como resultado dessa etapa, foi produzida uma coleção de Histórias em Quadrinhos voltadas à abordagem de temas ambientais amazônicos.

A Figura 2 - Capa Quadrinhos com Gemini no Storybook

Fonte: Elaborado pela autora (2026).

DOI: 10.51189/vii-coninters/86643

A Figura 3 - Apresenta um exemplo de uma das revistas elaboradas durante a construção do Produto Educacional.

Fonte: Elaboração das autoras (2026) a partir da IA Gemini Storybook

Outro aspecto relevante observado durante a experiência refere-se à valorização do contexto amazônico na elaboração das histórias em quadrinhos. A inserção de elementos relacionados à biodiversidade regional, aos saberes locais e aos desafios socioambientais vivenciados pelas comunidades contribuiu para aproximar os conteúdos escolares da realidade dos estudantes, favorecendo processos de aprendizagem contextualizados e socialmente significativos. Na revista apresentada, por exemplo, personagens inspirados em elementos da cultura amazônica são utilizados para discutir a conservação dos igarapés, da biodiversidade e dos ecossistemas regionais, estabelecendo relações entre conhecimentos científicos e o patrimônio cultural da Amazônia. Nessa perspectiva, a Educação Ambiental deixa de restringir-se à transmissão de informações sobre preservação da natureza e passa a estimular a compreensão crítica das relações entre ambiente, sociedade, cultura e desenvolvimento, conforme defendem Leff (2015) e Reigota (2017).

A experiência também evidenciou que a elaboração das HQs durante a formação de professores favorece o desenvolvimento de competências relacionadas ao planejamento pedagógico, à criatividade, à comunicação científica e à utilização de recursos tecnológicos. Ao produzir suas próprias narrativas, os docentes assumem papel ativo na construção dos materiais didáticos, refletindo sobre estratégias metodológicas adequadas aos diferentes objetos do conhecimento da área de Ciências. Essa perspectiva aproxima-se das metodologias ativas ao estimular processos colaborativos de aprendizagem e fortalecer a autonomia docente na produção de recursos educacionais contextualizados.

Outro resultado relevante refere-se à possibilidade de utilização do Produto Educacional em diferentes contextos escolares. O Roteiro Pedagógico Formativo foi estruturado para orientar professores na criação e utilização de HQs em atividades relacionadas à Educação Ambiental, possibilitando adaptações conforme as especificidades curriculares e socioculturais de cada realidade escolar. Sua organização em formato digital amplia o acesso ao material e favorece sua utilização em ações de formação continuada, contribuindo para a disseminação de práticas inovadoras voltadas ao ensino de Ciências.

Embora a experiência tenha demonstrado potencial para fortalecer a formação docente, reconhece-se que a pesquisa apresenta limitações inerentes ao estágio de desenvolvimento do Produto Educacional. A etapa de validação junto aos professores da Educação Básica ainda será realizada, permitindo analisar de forma mais aprofundada aspectos relacionados à aplicabilidade, à adequação didático-pedagógica e às contribuições do material para a prática docente. As sugestões provenientes desse processo subsidiarão o aperfeiçoamento do roteiro

antes de sua disponibilização definitiva.

De maneira geral, a experiência reforça que a articulação entre Educação Ambiental, Histórias em Quadrinhos e tecnologias digitais representa uma alternativa metodológica promissora para a formação de professores. Ao integrar conhecimentos científicos, recursos tecnológicos e elementos da realidade amazônica, a proposta amplia as possibilidades de inovação pedagógica e fortalece práticas educativas comprometidas com a alfabetização científica, a sustentabilidade e a formação de cidadãos capazes de compreender e enfrentar os desafios socioambientais contemporâneos.

4 CONCLUSÃO

A experiência desenvolvida demonstrou que as Histórias em Quadrinhos (HQs) constituem uma estratégia pedagógica com potencial para fortalecer o ensino de Ciências e a Educação Ambiental no contexto amazônico. A integração entre linguagem visual, textual e conhecimentos científicos possibilitou a construção de materiais didáticos contextualizados, aproximando os conteúdos escolares das questões ambientais presentes na realidade dos estudantes.

O desenvolvimento do Roteiro Pedagógico Formativo: Ciências e Educação Ambiental com HQs no Contexto Amazônico evidenciou que a produção de HQs pode contribuir para a formação continuada de professores, estimulando práticas pedagógicas mais criativas, participativas e alinhadas às demandas da educação contemporânea. A elaboração das narrativas possibilitou articular conhecimentos científicos, elementos culturais amazônicos e problemáticas socioambientais, favorecendo uma abordagem interdisciplinar dos conteúdos de Ciências.

A utilização da Inteligência Artificial Gemini Storybook e de ferramentas digitais para criação de HQs mostrou-se uma possibilidade inovadora para auxiliar o planejamento e a produção de recursos educacionais. Entretanto, a experiência revelou que essas tecnologias devem ser compreendidas como instrumentos de apoio ao trabalho docente, permanecendo o professor como mediador das escolhas pedagógicas, da contextualização dos conteúdos e da construção dos processos educativos.

O estudo alcançou o objetivo proposto ao desenvolver e sistematizar um Produto Educacional voltado à utilização das Histórias em Quadrinhos como recurso metodológico na formação de professores para o ensino de Ciências e Educação Ambiental. O material elaborado apresenta potencial para ampliar o repertório didático dos docentes e incentivar práticas educativas comprometidas com a alfabetização científica, a sustentabilidade e a valorização das especificidades socioambientais da Amazônia.

Como limitação da pesquisa, destaca-se que o Produto Educacional ainda se encontra em processo de validação junto aos professores da Educação Básica. Essa etapa será fundamental para analisar sua aplicabilidade, qualidade pedagógica, organização e contribuições para a prática docente, possibilitando o aprimoramento do material antes de sua disponibilização definitiva.

Como perspectiva futura, espera-se que o Produto Educacional possa ser utilizado em ações de formação continuada de professores e em diferentes contextos escolares, contribuindo para a disseminação de metodologias inovadoras que integrem ciência, tecnologia, cultura e Educação Ambiental. Dessa forma, a proposta reafirma a importância de desenvolver práticas pedagógicas contextualizadas, capazes de promover aprendizagens significativas e formar sujeitos mais conscientes diante dos desafios socioambientais contemporâneos.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86643

REFERÊNCIAS

Livro: CARVALHO, Isabel Cristina de Moura**.** ***Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico***. São Paulo: Cortez, 2008.

Livro: KISHIMOTO, Tizuko Morchida. ***O jogo e a educação infantil.*** São Paulo: Cengage Learning, 2011.

Livro: LEFF, Enrique. ***A aposta pela vida: imaginação sociológica e imaginários sociais nos territórios ambientais do Sul.*** Petrópolis: Vozes, 2015.

Livro: MCCLOUD, Scott**.** ***Desvendando os quadrinhos: história, criação, produção e técnica.*** São Paulo: M. Books, 2005.

Livro: ODUM, Eugene P.; BARRETT, Gary W**.** ***Fundamentos de ecologia.*** São Paulo: Cengage Learning, 2010.

Livro: REIGOTA, Marcos**.** ***O que é educação ambiental.*** São Paulo: Brasiliense, 2017.
Livro: VERGUEIRO, Waldomiro. ***Uso das histórias em quadrinhos no ensino.*** São Paulo: Contexto, 2018.

Capítulo de livro: MORAN, José Manuel. **Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. In: BACICH, Lilian; MORAN, José Manuel (org.).** ***Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática***. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 35-76.

Artigo científico: LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo; LAYRARGUES, Philippe Pomier. **Educação ambiental crítica e movimentos sociais: perspectivas de transformação da realidade.** *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, Rio Grande, v. 8, n. 1, p. 73-83, 2013.

Artigo científico: NOBRE, Carlos A.; SAMPAIO, Gilvan; BORMA, Laura S.; CASTILLA-RUBIO, Juan Carlos; SILVA, José S.; CARDOSO, Manoel. **Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm.**
***Proceedings of the National Academy of Sciences*,** Washington, v. 113, n. 39, p. 10759-10768, 2016.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86643

MODELAGEM PARAMÉTRICA E ÍNDICE DE SUSTENTABILIDADE NA AVALIAÇÃO DE COMBINAÇÕES CONSTRUTIVAS EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL

MARCELA FERNANDES SARMENTO

RESUMO

A avaliação da sustentabilidade em habitações de interesse social exige procedimentos capazes de integrar diferentes dimensões de desempenho e apoiar decisões ainda nas etapas iniciais de projeto. Nesse contexto, a modelagem paramétrica permite gerar e comparar alternativas a partir da alteração controlada de parâmetros dimensionais e construtivos. Este estudo tem como objetivo analisar o comportamento do Índice de Sustentabilidade (IS) em diferentes combinações construtivas aplicadas a uma habitação de interesse social (HIS), verificando a estabilidade da melhor solução e identificando os arranjos mais sensíveis à variação dimensional da edificação. A pesquisa caracteriza-se como um exercício experimental de modelagem paramétrica, desenvolvido no Grasshopper a partir de uma unidade habitacional padrão adotada como modelo-base. Foram parametrizadas as dimensões dos ambientes e o pé-direito, gerando cinco cenários dimensionais entre um limite inferior normativo e um limite superior de 60 m². O algoritmo calculou automaticamente as áreas de paredes externas, paredes internas, pisos e coberturas, combinando quatro opções de paredes externas, quatro de paredes internas, três de pisos e quatro de coberturas. Foram avaliados 192 arranjos construtivos em cinco cenários, totalizando 960 avaliações. Para cada solução, o IS do projeto foi calculado pela ponderação entre o IS individual de cada sistema construtivo e sua respectiva participação em área. Os resultados indicaram que a combinação de melhor desempenho permaneceu a mesma em todos os cenários analisados. A análise da amplitude demonstrou que outras combinações apresentaram maior sensibilidade à variação da área construída, evidenciando que o maior IS médio não deve ser o único critério de escolha. Conclui-se que a articulação entre modelagem paramétrica e indicadores de sustentabilidade apresenta potencial como estratégia exploratória de apoio à decisão projetual sustentável, embora os resultados estejam restritos à tipologia, aos sistemas e aos critérios adotados no experimento.

Palavras-chave: Apoio à decisão; Sensibilidade dimensional; Grasshopper.

1 INTRODUÇÃO

A avaliação da sustentabilidade no ambiente construído demanda procedimentos capazes de integrar diferentes dimensões de análise ainda nas etapas iniciais do projeto. A Avaliação da Sustentabilidade do Ciclo de Vida amplia essa abordagem ao considerar, de forma integrada, impactos ambientais, custos e repercussões sociais associados a produtos e sistemas ao longo do ciclo de vida da edificação (Kloepffer, 2008; Unep/Setac, 2011).

No campo do projeto digital, a modelagem paramétrica permite estruturar relações entre parâmetros, regras geométricas e resultados, possibilitando a geração de múltiplas variações a partir de um mesmo modelo. Woodbury (2010) destaca que modelos paramétricos permitem explorar alternativas e variações de projeto, uma vez que os valores atribuídos aos parâmetros definem diferentes instâncias dentro de um espaço de soluções. Essa perspectiva aproxima-se

DOI: 10.51189/vii-coninters/86661

da leitura de Kolarevic (2009), para quem os processos digitais deslocam o projeto de uma lógica estática para modelos capazes de transformação contínua e diferenciação controlada.

Apesar dos avanços na avaliação da sustentabilidade, a comparação entre alternativas construtivas ainda apresenta desafios metodológicos, pois os indicadores de sustentabilidade possuem diferentes unidades, escalas e sentidos de preferência. Para apoiar decisões projetuais, torna-se necessário organizar esses dados de modo que informações heterogêneas possam ser interpretadas comparativamente (Singh *et al.*, 2012). Nesse contexto, índices compostos e métodos multicritério de decisão são utilizados para sintetizar dados complexos e apoiar a análise de alternativas, desde que seus critérios e limitações sejam explicitados (Triantaphyllou, 2000). O Índice de Sustentabilidade (IS) utilizado neste estudo é empregado como medida sintética de apoio à comparação entre soluções construtivas, articulando indicadores ambientais, econômicos e sociais.

Diante disso, este estudo tem como objetivo analisar, por meio de um exercício paramétrico desenvolvido no Grasshopper, o comportamento do IS em diferentes combinações construtivas aplicadas a uma habitação de interesse social (HIS), verificando a estabilidade da melhor solução e identificando as alternativas mais sensíveis à variação dimensional da edificação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo caracteriza-se como um exercício experimental de modelagem paramétrica, de natureza aplicada e exploratória, voltado à análise comparativa de alternativas construtivas em uma HIS. A abordagem adotada articula a geração paramétrica de cenários dimensionais com a construção de um indicador composto, procedimento que envolve normalização, ponderação e agregação de variáveis distintas para permitir a comparação entre alternativas segundo múltiplos critérios.

A análise foi desenvolvida em uma unidade habitacional padrão, da Companhia Estadual de Habitação Popular da Paraíba (CEHAP), adotada como modelo-base. No Grasshopper, foram parametrizadas as dimensões dos ambientes e o pé-direito da edificação, permitindo gerar cinco cenários dimensionais, identificados como C1, C2, C3, C4 e C5. Esses cenários representam uma variação progressiva entre um limite dimensional inferior, definido a partir do Código de Obras do Município de João Pessoa, e um limite superior de 60 m².

O algoritmo foi estruturado como uma sequência de operações interdependentes. Inicialmente, foram definidos os parâmetros dimensionais de entrada, correspondentes às larguras, comprimentos e alturas dos ambientes. Em seguida, esses parâmetros foram convertidos em pontos, linhas e superfícies, compondo automaticamente a geometria da habitação em cada cenário. Essa etapa baseia-se na lógica da modelagem paramétrica, em que relações geométricas são definidas por regras e dependências, permitindo que alterações nos parâmetros atualizem o modelo e produzam novas instâncias de projeto (Woodbury, 2010). Do ponto de vista computacional, o procedimento aproxima-se da noção de algoritmo como sequência lógica de etapas destinadas à resolução de um problema, conforme discutido por Terzidis (2009).

A partir das superfícies geradas, o algoritmo calculou automaticamente as áreas dos sistemas construtivos considerados no estudo: paredes externas, paredes internas, pisos e coberturas. Essas áreas foram utilizadas como dados de ponderação no cálculo do IS do projeto. A modelagem geométrica, nesse caso, não teve função apenas representacional; ela operou como base para extração de quantitativos e para a avaliação comparativa das alternativas, em consonância com a compreensão de que o domínio geométrico é central para a construção e análise de modelos digitais em arquitetura (Pottmann *et al.*, 2010).

DOI: 10.51189/vii-coninters/86661

Os materiais de construção que compõem cada sistema construtivo foram definidos previamente, considerando a representatividade em habitações unifamiliares brasileiras (Instituto Brasileiro De Geografia E Estatística, 2024) , a disponibilidade de dados ambientais no SIDAC (Belizario-Silva *et al.*, 2023) e a compatibilidade com insumos do SINAPI. Foram consideradas quatro opções de paredes externas, quatro de paredes internas, três de pisos e quatro de coberturas. A combinação entre essas alternativas resultou em 192 arranjos construtivos. Como cada arranjo foi avaliado nos cinco cenários dimensionais, o espaço de soluções totalizou 960 avaliações.

Cada sistema construtivo considerado no experimento possui um IS previamente definido, resultante da integração de indicadores ambientais, econômicos e sociais. Esses indicadores foram normalizados em escala comum pelo método min-max e agregados pelo Método da Soma Ponderada, ou *Weighted Sum Method* (WSM), procedimento recorrente na construção de indicadores compostos e em problemas de decisão multicritério (Triantaphyllou, 2000). No Grasshopper, os IS individuais dos sistemas foram incorporados como dados de entrada. Conforme sintetizado na Figura 1, o algoritmo combinou automaticamente as alternativas de paredes externas, paredes internas, pisos e coberturas, associando cada sistema ao respectivo IS e à área calculada em cada cenário. Para cada arranjo construtivo e cenário dimensional, o IS do projeto foi calculado pela ponderação entre o IS de cada sistema e sua participação em área na edificação. Assim, paredes externas, paredes internas, pisos e coberturas contribuíram proporcionalmente para o resultado final do projeto.

Figura 1: Síntese do algoritmo paramétrico utilizado para geração do espaço de soluções e cálculo do IS do projeto
Fonte: Elaboração da autora (2026).

Após o cálculo, os dados foram organizados em uma matriz de saída contendo cenário, combinação construtiva, valores de IS e métricas de análise. Essa matriz foi exportada em formato CSV e utilizada para a construção dos gráficos de *ranking* e de sensibilidade, apresentados neste artigo, bem como para análises complementares entre IS médio e amplitude. A análise dos resultados considerou duas métricas principais: o IS médio, utilizado para avaliar o desempenho geral da combinação, e a amplitude, calculada pela diferença entre o maior e o menor valor do IS nos cenários C1 a C5, adotada como medida de sensibilidade dimensional.

Por se tratar da enumeração completa do espaço de soluções delimitado no experimento, não foram empregados testes inferenciais. A análise concentrou-se em estatística descritiva, ranqueamento das combinações, cálculo de amplitude e representação gráfica dos resultados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise do *ranking* entre os cenários dimensionais indicou que a combinação 106, formada por parede externa em bloco de concreto de vedação de 18 cm (PAE2), parede interna em bloco de concreto de vedação de 13 cm (PAI3), piso em concreto simples (PI1) e cobertura com madeiramento e telha colonial (CO3), apresentou o melhor desempenho no espaço de

soluções analisado. Essa alternativa obteve IS médio de 0,6950 e amplitude de 0,0045, permanecendo na primeira posição em todos os cenários avaliados, com valores de IS variando de 0,6974 em C1 a 0,6928 em C5, conforme apresentado na Figura 2. Embora tenham ocorrido alterações nas posições intermediárias de algumas combinações, não houve mudança na alternativa de maior IS.

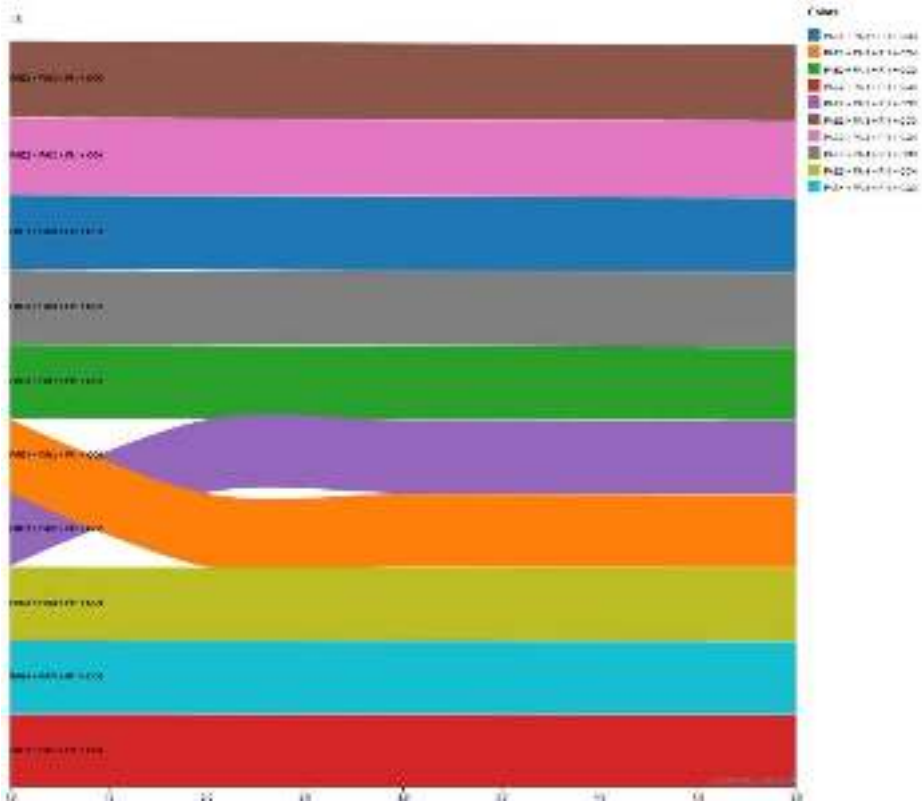


Figura 2: Variação do ranking das melhores combinações entre os cenários dimensionais
Fonte: Elaboração da autora (2026).

A análise da amplitude permitiu identificar os arranjos mais sensíveis à variação dimensional da edificação. A maior amplitude foi observada na combinação 58, composta por parede externa em bloco de concreto de vedação de 18 cm (PAE2), parede interna em bloco de concreto de vedação de 13 cm (PAI3), piso em concreto simples (PI1) e cobertura em laje com telha colonial (CO2). Essa combinação apresentou amplitude de 0,0100 e IS médio de 0,6393, indicando que a alternativa mais sensível não correspondeu à solução de maior desempenho médio. A Figura 3 apresenta as combinações com maiores valores de amplitude, evidenciando aquelas cujo IS sofreu maior variação entre os cenários C1 e C5.

Entre as 20 combinações com maior amplitude, observou-se predominância do piso em concreto simples (PI1), presente em 16 arranjos, e das coberturas laje maciça (CO1) ou laje com telha colonial (CO2), também presentes em 16 arranjos. A parede externa em bloco de concreto de vedação de 18 cm (PAE2) apareceu em 8 dessas combinações, enquanto a parede interna em bloco de concreto de vedação de 13 cm (PAI3) ocorreu em 6 arranjos. Esses resultados mostram que, entre as combinações de maior amplitude, houve maior recorrência do piso em concreto simples (PI1) e das coberturas CO1/CO2. A ocorrência de PAE2 e PAI3, embora relevante, foi menos expressiva e deve ser interpretada como parte da interação entre os sistemas construtivos, e não como fator isolado de sensibilidade.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86661

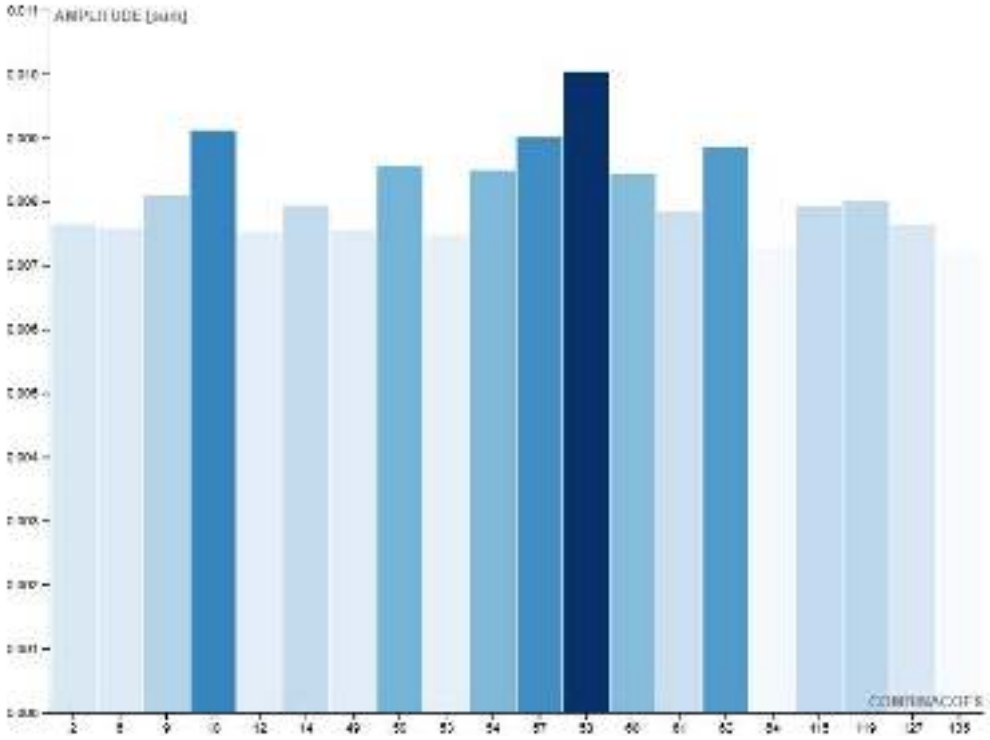


Figura 3: Combinações construtivas com maior sensibilidade à variação dimensional
Fonte: Elaboração da autora (2026).
Nota: os números no eixo horizontal correspondem aos códigos das combinações construtivas avaliadas. As siglas PAE, PAI, PI e CO correspondem, respectivamente, a paredes externas, paredes internas, pisos e coberturas.

A permanência da combinação PAE2 + PAI3 + PI1 + CO3 como alternativa de melhor desempenho sugere que, no espaço de soluções analisado, as diferenças entre os sistemas construtivos condicionaram de forma relevante o *ranking* final, mesmo diante da variação dimensional da edificação. Esse resultado é relevante porque demonstra que a análise de sustentabilidade não deve considerar apenas o aumento ou redução da área construída, mas também a forma como os sistemas construtivos interagem no desempenho final do projeto. Essa interpretação aproxima-se da perspectiva da Avaliação da Sustentabilidade do Ciclo de Vida, que defende a análise integrada de impactos ambientais, econômicos e sociais associados a produtos e sistemas (Kloepffer, 2008; UNEP/SETAC, 2011).

A amplitude complementa o *ranking* baseado no IS médio ao demonstrar que o maior desempenho agregado não deve ser o único critério de escolha. Alternativas com médias semelhantes podem apresentar diferentes níveis de estabilidade diante da variação dimensional da edificação. Assim, a sensibilidade dimensional permite diferenciar soluções aparentemente equivalentes, identificando aquelas menos dependentes da configuração de área adotada. Essa leitura está alinhada ao uso de indicadores compostos como instrumentos de síntese e comparação, cuja interpretação exige a explicitação de critérios, limites e pressupostos metodológicos (Singh *et al.*, 2012).

A principal contribuição do procedimento adotado está na articulação entre modelagem paramétrica e avaliação multicritério da sustentabilidade. Ao parametrizar as dimensões da edificação no Grasshopper, calcular automaticamente as áreas dos sistemas construtivos e associá-las aos respectivos índices de sustentabilidade, o algoritmo permitiu transformar um modelo geométrico em uma matriz comparativa de alternativas. Essa lógica aproxima-se da compreensão de Woodbury (2010), para quem a modelagem paramétrica permite explorar variações de projeto a partir da definição de relações entre parâmetros, regras e resultados. Também dialoga com Kolarevic (2009), ao evidenciar que os processos digitais podem deslocar o projeto de uma solução única para um campo de variações controladas e comparáveis. No experimento, essa abordagem ampliou a utilidade do IS como instrumento de apoio à decisão,

pois permitiu avaliar simultaneamente desempenho médio e sensibilidade dimensional das combinações construtivas.

Entretanto, os resultados devem ser interpretados com cautela. O IS não representa uma medida absoluta de sustentabilidade, mas uma classificação relativa ao conjunto de alternativas, indicadores, pesos e cenários considerados no experimento. Essa limitação é própria de indicadores compostos, uma vez que seus resultados dependem das escolhas metodológicas adotadas na normalização, ponderação e agregação dos dados. Portanto, os achados não podem ser generalizados para outras tipologias habitacionais ou sistemas construtivos sem novas simulações e ajustes no conjunto de indicadores.

Dessa forma, o exercício demonstra a relevância da análise paramétrica como estratégia exploratória de apoio à decisão projetual sustentável. Sua contribuição está em evidenciar que a melhor alternativa não é apenas aquela com maior desempenho médio, mas aquela que também apresenta estabilidade diante da variação dimensional. Como limitação, destaca-se que o estudo foi aplicado a uma única tipologia de habitação de interesse social e a um espaço de soluções previamente delimitado. Estudos futuros devem ampliar a aplicação para outras tipologias, incluir novos sistemas construtivos e aprofundar a análise de sensibilidade dos pesos e indicadores utilizados.

4 CONCLUSÃO

O exercício demonstrou que a parametrização pode assumir papel analítico na avaliação de alternativas construtivas, superando o uso da modelagem digital como simples representação geométrica. Ao relacionar cenários dimensionais, áreas dos sistemas construtivos e IS, o procedimento permitiu construir uma leitura comparativa do espaço de soluções, incorporando não apenas o desempenho agregado das combinações, mas também sua estabilidade diante da variação da área construída.

No caso analisado, a permanência da combinação PAE2 + PAI3 + PI1 + CO3 como melhor alternativa indica que a solução de maior desempenho apresentou comportamento estável nos cenários simulados. Entretanto, a identificação de combinações mais sensíveis evidencia que a escolha projetual não deve ser orientada apenas pelo maior IS médio. A sensibilidade dimensional mostrou-se um critério complementar relevante, pois permite distinguir alternativas que, embora possam apresentar desempenho semelhante, respondem de forma diferente às alterações geométricas da edificação.

Conclui-se, portanto, que a articulação entre modelagem paramétrica e indicadores de sustentabilidade apresenta potencial como estratégia exploratória de apoio à decisão em HIS. A contribuição do estudo está em demonstrar que o espaço de soluções pode ser avaliado de maneira sistemática, permitindo reconhecer alternativas mais estáveis e mais vulneráveis à variação dimensional. Essa conclusão, contudo, permanece restrita à tipologia habitacional adotada, aos sistemas construtivos previamente definidos e aos critérios utilizados no cálculo do IS. Estudos futuros devem testar o procedimento em outras tipologias, ampliar os sistemas avaliados e aprofundar a análise de sensibilidade dos indicadores e pesos adotados.

REFERÊNCIAS

BELIZARIO-SILVA, F. *et al.* The Sidac system: Streamlining the assessment of the embodied energy and CO2 of Brazilian construction products. **Journal of Cleaner Production**, [*s. l.*], v. 421, p. 138461, out. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico: características dos domicílios**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2024. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 4 fev. 2026.

KLOEPFFER, W. Life cycle sustainability assessment of products. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, [*s. l.*], v. 13, n. 2, p. 89–95, 1 mar. 2008.

KOLAREVIC, B. (Org.). **Architecture in the digital age: design and manufacturing**. Reprint. New York: Taylor & Francis, 2009.

POTTMANN, H. *et al.* **Architekturgeometrie**. Wien New York: Springer, 2010.

SINGH, R. K. *et al.* An overview of sustainability assessment methodologies. **Ecological Indicators**, [*s. l.*], v. 15, p. 281–299, 2012.

TERZIDIS, K. **Algorithmic architecture**. Reprinted. Amsterdam Heidelberg: Elsevier, 2009.

TRIANTAPHYLLOU, E. **Multi-Criteria Decision Making Methods: A Comparative Study**. Dordrecht: Springer, 2000.

UNEP/SETAC. **Towards a Life Cycle Sustainability Assessment: Making Informed Choices on Products**. Paris: United Nations Environment Programme, 2011. Disponível em: https://www.lifecycleinitiative.org/wp-content/uploads/2012/12/2011%20-%20Towards-LCSA.pdf.

WOODBURY, R. **Elements of parametric design**. London: Routledge, 2010.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86661

VALORIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS PARA OBTENÇÃO DE MATERIAIS APLICADOS AO ARMAZENAMENTO ELETROQUÍMICO DE ENERGIA: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

JAILSON DE ARAÚJO SANTOS; ARIEL DE ALMEIDA COELHO

RESUMO

O crescimento das atividades agroindustriais tem contribuído significativamente para o aumento da geração de resíduos orgânicos, cujo descarte inadequado representa um importante desafio ambiental. Paralelamente, a crescente demanda por tecnologias de armazenamento de energia mais eficientes e sustentáveis impulsiona a busca por materiais alternativos obtidos a partir de fontes renováveis. Nesse contexto, a valorização de resíduos agroindustriais insere-se como uma estratégia alinhada aos princípios da economia circular, permitindo a transformação de subprodutos de baixo valor econômico em materiais funcionais destinados a aplicações tecnológicas. O presente trabalho teve como objetivo revisar a literatura científica sobre o aproveitamento de resíduos agroindustriais na obtenção de materiais aplicados ao armazenamento eletroquímico de energia. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica da produção científica nacional e internacional publicada nos últimos anos, contemplando estudos relacionados ao aproveitamento de biomassas residuais para a produção de materiais carbonáceos e outros materiais de interesse para dispositivos de armazenamento de energia. Os estudos analisados evidenciam que diferentes resíduos provenientes das cadeias agrícola, florestal e agroindustrial apresentam elevado potencial para conversão em materiais com propriedades estruturais e químicas favoráveis ao armazenamento eletroquímico, destacando-se características como elevada porosidade, ampla área superficial e presença de grupos funcionais capazes de favorecer os processos de transporte e armazenamento de cargas. Além dos benefícios técnicos, o aproveitamento desses resíduos contribui para a redução dos impactos ambientais associados ao descarte inadequado, promove a agregação de valor à biomassa residual e fortalece estratégias voltadas à bioeconomia e ao uso sustentável dos recursos naturais. Entretanto, desafios relacionados à padronização das matérias-primas, à reprodutibilidade dos processos produtivos e ao escalonamento industrial ainda limitam a ampla aplicação desses materiais. Conclui-se que a valorização de resíduos agroindustriais representa uma alternativa promissora para o desenvolvimento de materiais sustentáveis destinados ao armazenamento eletroquímico de energia, conciliando inovação tecnológica, sustentabilidade ambiental e geração de valor econômico.

Palavras-chave: Bioeconomia; Economia circular; Biomassa residual.

1 INTRODUÇÃO

O aumento da demanda global por tecnologias de armazenamento de energia, impulsionado pela expansão das fontes renováveis, da mobilidade elétrica e da eletrificação de diferentes setores industriais, tem intensificado a busca por materiais capazes de aliar elevado desempenho eletroquímico e sustentabilidade ambiental. Nesse cenário, os dispositivos de armazenamento eletroquímico, especialmente os supercapacitores, vêm despertando crescente interesse devido à sua elevada densidade de potência, rápida resposta durante os processos de carga e descarga e longa vida útil (Dagwar *et al*., 2026; Aidoo; Fatehi, 2026).

DOI: 10.51189/vii-coninters/86663

Paralelamente, a elevada geração de resíduos provenientes das atividades agrícolas, florestais e agroindustriais representa um desafio ambiental significativo. Muitos desses resíduos são descartados ou destinados a aplicações de baixo valor agregado, apesar de apresentarem elevada disponibilidade de carbono e constituintes lignocelulósicos com potencial para a obtenção de materiais avançados. A conversão desses resíduos em materiais funcionais destinados ao armazenamento eletroquímico de energia constitui uma alternativa alinhada aos princípios da economia circular, promovendo simultaneamente a redução dos impactos ambientais e o aproveitamento sustentável dos recursos naturais (Dagwar *et al.*, 2026; Luo *et al.*, 2024).

Diversos estudos têm demonstrado que biomassas residuais, como resíduos de café, bambu, folhas, fibras vegetais e outros subprodutos agroindustriais, podem ser convertidas em materiais carbonáceos porosos com propriedades favoráveis à fabricação de eletrodos e outros componentes empregados em dispositivos de armazenamento de energia. Além da elevada área superficial e da estrutura porosa desenvolvida durante os processos de carbonização e ativação, esses materiais apresentam potencial para reduzir a dependência de precursores fósseis e contribuir para o desenvolvimento de tecnologias mais sustentáveis (Sahoo *et al.*, 2024; Baskar; Marimuthu, 2025; Dagwar *et al.*, 2026).

Nesse contexto, a valorização de resíduos agroindustriais transcende a simples destinação adequada de resíduos, constituindo uma estratégia capaz de integrar inovação tecnológica, sustentabilidade ambiental e desenvolvimento econômico. Assim, o presente trabalho teve como objetivo revisar a literatura científica acerca do aproveitamento de resíduos agroindustriais na obtenção de materiais aplicados ao armazenamento eletroquímico de energia, destacando seu potencial para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis fundamentadas nos princípios da economia circular.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo consiste em uma revisão bibliográfica de caráter qualitativo e descritivo, desenvolvida com o objetivo de reunir e analisar publicações científicas sobre a valorização de resíduos agroindustriais na obtenção de materiais aplicados ao armazenamento eletroquímico de energia. A pesquisa foi conduzida por meio da consulta à literatura especializada disponível em bases de dados científicas de ampla abrangência, contemplando estudos publicados em periódicos nacionais e internacionais.

Foram considerados trabalhos que abordassem o aproveitamento de resíduos provenientes de atividades agrícolas, agroindustriais e florestais como precursores para a obtenção de materiais carbonáceos, biopolímeros e outros materiais funcionais destinados à fabricação de componentes empregados em dispositivos de armazenamento eletroquímico de energia. Também foram incluídos estudos relacionados aos princípios da economia circular, sustentabilidade ambiental e valorização de biomassa residual.

A seleção dos trabalhos priorizou artigos científicos revisados por pares, publicados em língua inglesa e portuguesa, que apresentassem informações sobre matérias-primas utilizadas, estratégias de conversão da biomassa, propriedades dos materiais obtidos e suas potenciais aplicações em sistemas de armazenamento de energia. Foram excluídos estudos cujo foco estivesse restrito a materiais convencionais de origem fóssil ou que não apresentassem relação direta com a valorização de resíduos agroindustriais.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86663

Após a seleção, os estudos foram analisados de forma qualitativa, considerando aspectos relacionados às principais fontes de biomassa empregadas, às rotas de obtenção dos materiais, às propriedades físico-químicas relevantes e às contribuições desses materiais para o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis de armazenamento eletroquímico de energia. A síntese das informações permitiu identificar tendências de pesquisa, potencialidades e desafios associados ao aproveitamento de resíduos agroindustriais sob a perspectiva da economia circular e da inovação em materiais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura demonstra que os resíduos agroindustriais representam uma importante fonte de matérias-primas para a obtenção de materiais empregados em dispositivos de armazenamento eletroquímico de energia. A elevada disponibilidade desses resíduos, associada à presença de carbono e de componentes lignocelulósicos, favorece sua conversão em materiais carbonáceos porosos, reduzindo simultaneamente os impactos ambientais decorrentes do descarte inadequado e a dependência de matérias-primas de origem fóssil (Dagwar *et al.*, 2026; Sahoo *et al.*, 2024).

Entre os resíduos mais investigados destacam-se bambu, resíduos de café, folhas de árvores, fibras vegetais e outros subprodutos agroindustriais, os quais podem ser submetidos a processos de carbonização e ativação física ou química para obtenção de materiais com elevada área superficial e estrutura porosa. Essas características favorecem a difusão de íons e o armazenamento de cargas, propriedades essenciais para aplicações em dispositivos eletroquímicos de alta potência (Baskar; Marimuthu, 2025; Sahoo *et al.*, 2024).

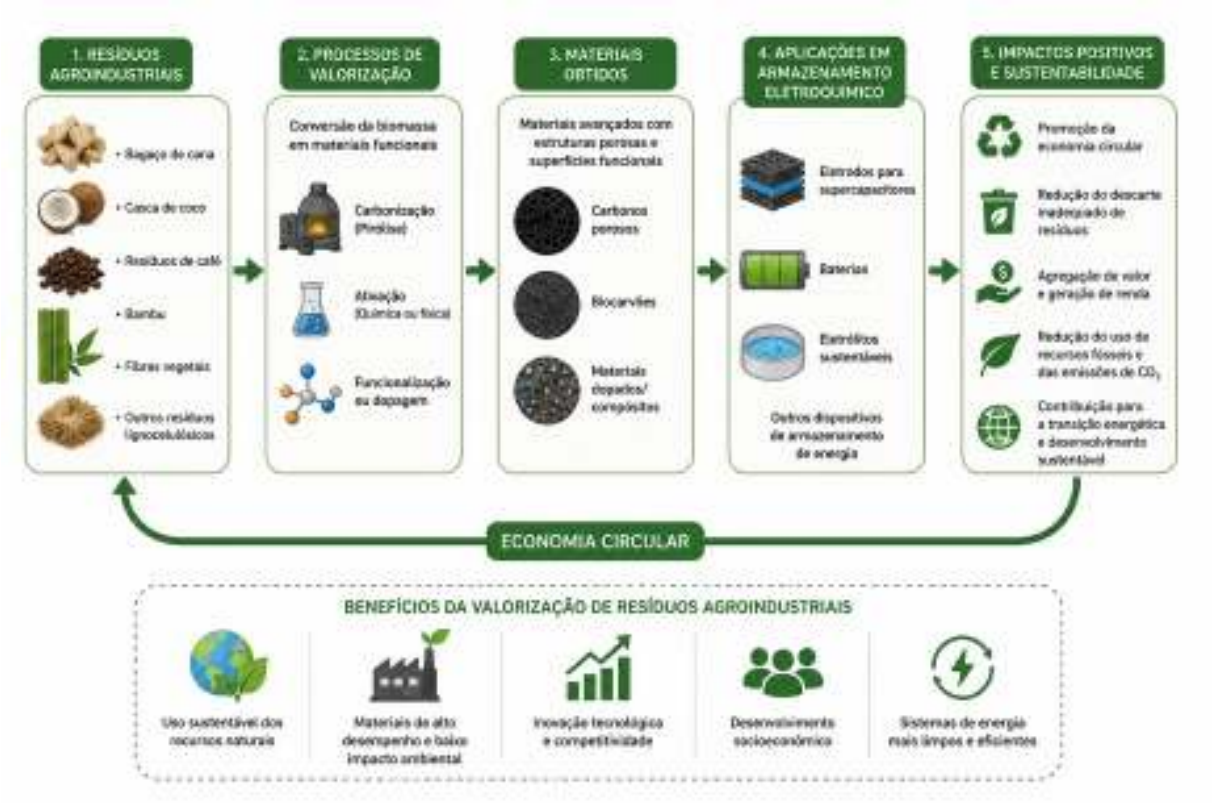
Tabela 1 – Exemplos de resíduos agroindustriais com potencial para obtenção de materiais aplicados ao armazenamento eletroquímico de energia.

Resíduo agroindustrial	Material obtido	Potencial aplicação
Resíduos de café	Carbono ativado	Eletrodos para supercapacitores
Bambu	Carbono poroso	Armazenamento eletroquímico
Folhas de árvores	Carbono funcionalizado	Eletrodos de alta área superficial
Biomassa lignocelulósica	Materiais carbonáceos	Dispositivos eletroquímicos

Fonte: Elaborado pelos autores com base na literatura consultada.

A diversidade de resíduos disponíveis e das rotas de processamento evidencia que a valorização da biomassa residual não apenas contribui para a mitigação dos impactos ambientais, mas também possibilita a obtenção de materiais funcionais destinados a diferentes tecnologias de armazenamento eletroquímico de energia. A Figura 1 apresenta, de forma esquemática, as principais etapas desse processo, desde a geração dos resíduos agroindustriais até sua conversão em materiais avançados e suas aplicações tecnológicas, destacando ainda os benefícios associados aos princípios da economia circular e do desenvolvimento sustentável.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86663



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 1 – Estratégia de valorização de resíduos agroindustriais para obtenção de materiais sustentáveis aplicados ao armazenamento eletroquímico de energia.

Outro aspecto amplamente discutido na literatura refere-se à composição química natural dessas biomassas. Durante a conversão térmica, muitos resíduos originam materiais contendo grupos funcionais à base de oxigênio, nitrogênio, fósforo e enxofre, capazes de melhorar a molhabilidade da superfície, favorecer o transporte de íons e contribuir para o aumento do desempenho eletroquímico dos materiais obtidos (Luo *et al.*, 2024; Aidoo; Fatehi, 2026).

Sob a perspectiva ambiental, a valorização desses resíduos está diretamente relacionada aos princípios da economia circular, promovendo o reaproveitamento de materiais que tradicionalmente seriam descartados e reduzindo os impactos associados ao acúmulo de resíduos sólidos. Essa abordagem possibilita agregar valor econômico às cadeias agroindustriais, estimular o desenvolvimento de materiais renováveis e contribuir para a transição energética baseada em tecnologias mais limpas (Dagwar *et al.*, 2026; Jyothibasu *et al.*, 2022).

Apesar dos avanços observados, ainda persistem desafios relacionados à heterogeneidade das biomassas, à padronização dos processos de obtenção dos materiais e ao escalonamento industrial. Diferenças na composição química das matérias-primas, nas condições de carbonização e ativação e nos métodos de caracterização dificultam comparações diretas entre os estudos e limitam a transferência dessas tecnologias para aplicações em larga escala. Nesse sentido, pesquisas futuras deverão priorizar estratégias de processamento mais sustentáveis e reprodutíveis, capazes de integrar desempenho eletroquímico, viabilidade econômica e sustentabilidade ambiental (Aidoo; Fatehi, 2026; Dagwar *et al.*, 2026).

4 CONCLUSÃO

A revisão da literatura evidenciou que a valorização de resíduos agroindustriais representa uma estratégia promissora para o desenvolvimento de materiais sustentáveis aplicados ao armazenamento eletroquímico de energia. A conversão de biomassas residuais em materiais carbonáceos e outros materiais funcionais contribui simultaneamente para a redução dos impactos ambientais associados ao descarte inadequado de resíduos, para a agregação de valor às cadeias agroindustriais e para o fortalecimento dos princípios da economia circular. Os estudos analisados demonstram que diferentes resíduos apresentam potencial para aplicações em dispositivos de armazenamento de energia, em virtude de suas características estruturais e químicas, evidenciando o papel da biomassa como fonte renovável de materiais avançados.

Entretanto, a heterogeneidade das matérias-primas, a padronização dos processos de conversão e a viabilidade de produção em escala industrial ainda constituem desafios para a consolidação dessas tecnologias. Dessa forma, futuras pesquisas devem concentrar esforços na otimização dos processos de obtenção dos materiais, na avaliação de seu desempenho em diferentes dispositivos de armazenamento eletroquímico e na realização de análises técnico-econômicas e ambientais que favoreçam sua aplicação em escala comercial. Assim, a valorização de resíduos agroindustriais configura-se como uma alternativa capaz de integrar inovação tecnológica, sustentabilidade ambiental e desenvolvimento socioeconômico, contribuindo para a transição rumo a sistemas energéticos mais limpos e eficientes.

REFERÊNCIAS

AIDOO, E. A.; FATEHI, P. Lignin-enabled Li-ion battery components: recent advances and outlook. **Green Chemistry**, Cambridge, v. 28, p. 3911-3935, 2026.

BASKAR, G.; MARIMUTHU, S. Synthesis and Characterization of Activated Carbon from Corncob for High-Performance Electrode Materials for Supercapacitor Applications. **Journal of Electronic Materials**, New York, v. 54, p. 3898-3909, 2025.

DAGWAR, P. P.; RAMADAN, N.; IQBAL, S. S.; SINGH, J.; MOGANTI, L. K.; ABDO, D. M.; DUTTA, D. Agricultural waste-derived carbon electrodes for sustainable lithium-ion batteries: environmental and economic assessment. **Environmental Science: Advances,** Cambridge, v. 5, p. 1213-1251, 2026.

JYOTHIBASU, J. P.; WANG, R. H.; TIEN, Y. C.; KUO, C. C.; LEE, R. H. Lignin-Derived Quinone Redox Moieties for Bio-Based Supercapacitors. **Polymers**, Basel, v. 14, n. 15, 3106, 2022.

LUO, Q.; ZENG, T.; GU, K.; LIN, Q.; YANG, W. Research Progress of Lignin-Derived Functional Materials for Electrochemical Energy Storage. **ACS Applied Energy Materials**, Washington, v. 7, p. 11610-11632, 2024.

SAHOO, S.; NAGARAJA, T.; MICHALSKA, M.; DAS, S. R. A renewable carbon material derived from native European deciduous trees serves as a sustainable electroactive substance for multifunctional energy storage systems. **Nanoscale Advances,** Cambridge, v. 7, p. 3331-3343, 2025.

DOI: 10.51189/vii-coninters/86663

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ECOSSISTEMA EM DESEQUILÍBRIO: COMPREENDENDO OS TUBARÕES EM PERNAMBUCO

ANA PAULA CORDEIRO DE SOUZA; MARIA ESTELA BEZERRA GOMES DO NASCIMENTO; JOAO PAULO DE FREITAS LUNA; MARIA FLÁVIA KARINA DIAS DE QUEIROZ PEREIRA; VANEIDE MARIA DE QUEIROZ; RENATA CELLY OLIVEIRA DE LIMA

Introdução: Os incidentes envolvendo tubarões no litoral de Pernambuco têm despertado grande atenção pública e científica, revelando a necessidade de compreender os fatores ambientais e antrópicos que contribuem para tais ocorrências. Nesse contexto, a educação ambiental surge como ferramenta essencial para promover consciência crítica e fortalecer a relação entre sociedade e ecossistemas marinhos. **Objetivos:** O projeto buscou estimular a reflexão sobre o papel ecológico dos tubarões e os impactos das atividades humanas no equilíbrio dos ecossistemas costeiros. Além disso, visou capacitar estudantes para identificar informações confiáveis, combater desinformação e adotar práticas de prevenção e segurança. **Metodologia:** A iniciativa foi realizada durante a Semana do Meio Ambiente com estudantes do 2º ano da Escola Pedro Barros Filho, em Jaboatão dos Guararapes/PE. O projeto se estruturou em duas etapas: (1) palestra educativa abordando histórico dos incidentes, fatores ambientais e medidas preventivas; (2) produção de cartazes informativos com base em pesquisa científica e reflexão crítica. A ação dialoga diretamente com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 14 – Vida na Água, que enfatiza a conservação e uso sustentável dos oceanos e recursos marinhos. **Resultados:** Na primeira etapa, os estudantes ampliaram sua compreensão sobre a importância dos tubarões para o equilíbrio ecológico e sobre os riscos associados a zona costeira. A segunda etapa resultou em cartazes que destacaram medidas de prevenção, informações científicas e o uso adequado da terminologia "incidente com tubarão", evitando expressões sensacionalistas. O processo favoreceu a pesquisa autônoma, o pensamento crítico e a comunicação científica, além de estimular práticas de cidadania ambiental. **Conclusão:** O projeto demonstrou que ações educativas integradas podem contribuir significativamente para a formação de uma consciência ambiental crítica entre jovens, fortalecendo a compreensão da relação entre atividades humanas e desequilíbrios ecológicos. Ao alinhar-se ao ODS 14, a iniciativa reforça a relevância da educação ambiental como estratégia para promover sociedades mais informadas e comprometidas com a preservação dos ecossistemas marinhos.

Palavras-chave: **INCIDENTES COSTEIROS; TUBARÕES; EDUCAÇÃO AMBIENTAL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/86760

EFEITOS DA FRAGMENTAÇÃO NA CAATINGA: IMPLICAÇÕES ECOLÓGICAS E DESAFIOS PARA O PLANEJAMENTO AMBIENTAL

MAYRA GABRIELA PAIVA DE LIMA; AMANDA INGRID CORNÉLIO DA SILVA DOS SANTOS; DANILO GOMES DA SILVA; FRANCISCO SÁVIO LOPES MENDES; IASMIM PAIVA DE LIMA, JORDANNA DE OLIVEIRA LIMA, LARA FABIANA LOPES CASTRO

RESUMO

A Caatinga é um domínio brasileiro de grande importância ecológica que sofre com a degradação ambiental causada pela ação humana — como expansão agropecuária, pecuária extensiva e extração de lenha —, o que provoca a fragmentação de suas paisagens semiáridas. O objetivo principal deste trabalho foi analisar detalhadamente os efeitos estruturais e abióticos da fragmentação da paisagem na Caatinga, bem como suas implicações diretas para a conservação da biodiversidade e para o planejamento ambiental, por meio de uma revisão sistemática e analítica da literatura científica publicada no período de 2015 a 2025. A prospecção bibliográfica foi realizada de forma criteriosa nas bases de dados Scopus, Web of Science, SciELO e Google Scholar, utilizando combinações estratégicas de descritores indexados e operadores booleanos. Foram selecionados e analisados dez artigos científicos representativos de pesquisas aplicadas desenvolvidas na Caatinga e em regiões de transição ecológica (envolvendo estados como BA, PE, PI, PB e PA), além de análises de escala macroecológica e global. Os resultados sintetizados evidenciam que a fragmentação florestal acarreta a perda crônica de conectividade ecológica e a simplificação da composição florística local. Ademais, estudos apontaram que a expansão agropecuária e a irrigação reduziram significativamente a área média dos fragmentos — com perda de 84,8% na Caatinga densa —, aumentando o isolamento físico entre remanescentes. Nos limites dos fragmentos, o efeito de borda intensifica a degradação edáfica, a radiação e a perda de umidade do solo, acelerando os processos de desertificação. No âmbito biótico, a perda de conectividade atua em sinergia com distúrbios antrópicos crônicos para induzir a simplificação das comunidades vegetais e a erosão genética de populações de plantas. Além disso, constatou-se que instrumentos modernos de gestão territorial, a exemplo do Zoneamento Ecológico-Econômico, do Zoneamento Geoambiental e da implantação de Soluções Baseadas na Natureza — como corredores ecológicos —, destacam-se como estratégias indispensáveis para restaurar os fluxos gênicos. Conclui-se que conter a degradação e restaurar a resiliência da Caatinga requerem a implementação imediata de abordagens integradas, o fortalecimento de políticas públicas multiescalares e a aplicação prática dos princípios fundamentais da Ecologia da Paisagem no ordenamento territorial.

Palavras-chave: Conectividade ecológica; Gestão territorial; Paisagem semiárida.

1 INTRODUÇÃO

O bioma Caatinga, domínio fitogeográfico exclusivamente brasileiro, ocupa cerca de 900.000 km² do território nacional e é caracterizado por elevada heterogeneidade ambiental,

DOI: 10.51189/vii-coninters/87062

clima semiárido quente e vegetação xerófila adaptada ao estresse hídrico. A despeito de sua relevância, o bioma enfrenta severos processos de degradação estrutural, encontrando-se altamente fragmentado em aproximadamente 47.100 fragmentos vegetais (Antongiovanni *et al.,* 2018). Essa matriz apresenta expressiva assimetria espacial: embora 91% dos fragmentos possuam áreas inferiores a 500 hectares, cerca de 720 grandes remanescentes (superiores a 10.000 ha) concentram 78% da vegetação nativa sobrevivente (Antongiovanni *et al.,* 2018).
A aceleração da perda e fragmentação de habitat — impulsionada pela agricultura, pecuária extensiva e irrigação — afeta a vegetação da Caatinga de forma heterogênea (Salazar *et al.,* 2021). Entre 1985 e 2018, a Caatinga densa sofreu impactos mais severos que a aberta, registrando um aumento de 85% no número de manchas e queda de 84,8% na área média (de 42,2 ha para 6,4 ha) (Salazar *et al.,* 2021). Em contrapartida, a Caatinga aberta teve um incremento de 28,6% no número de manchas e redução de apenas 6,1% na área média (Salazar *et al.,* 2021). Além disso, em regiões sob forte pressão do agronegócio, como o Vale do São Francisco, o declínio da vegetação nativa atingiu 5.203 ha/ano, impulsionado pela agricultura irrigada (2.104 ha/ano) por meio de conversão direta ou degradação progressiva, onde a Caatinga densa é convertida em aberta antes do desmatamento total (Salazar *et al.,* 2021).

Embora a Caatinga mantenha alta conectividade para organismos móveis — com 95% da vegetação acessível a espécies que cruzam 1.000 m de matriz antrópica (Antongiovanni *et al.,* 2018) —, a expansão agrícola em zonas de *buffer* ameaça reduzir essa conectividade em 6% a 15% (Salazar *et al.,* 2021). Além disso, considerando uma zona de borda de 1 km, a área nuclear protegida despenca para um quarto da vegetação remanescente (Antongiovanni *et al.,* 2018). Esse isolamento também causa grave erosão genética, reduzindo a riqueza alélica, a heterozigosidade e a diversidade de plantas e mamíferos, com impactos severos sobre espécies florestais e tropicais (Schlaepfer *et al.,* 2018; González *et al.,* 2019; Lino *et al.,* 2019).

O grau de degradação interna varia conforme a dimensão e a localização dos fragmentos. Em áreas pequenas (<1.000 ha), o distúrbio antrópico oscila entre manchas preservadas e severamente degradadas (Antongiovanni *et al.,* 2020). Nos grandes fragmentos (>10.000 ha), a heterogeneidade interna cresce de forma não linear, combinando bordas perturbadas a zonas de interior preservadas, que atuam como áreas-fonte para a dispersão da fauna e restauração da flora (Antongiovanni *et al.,* 2020; Jesus *et al.*, 2019). Geograficamente, enquanto as regiões oeste, sul e centro abrigam os maiores fragmentos conservados, as porções norte e leste contam com fragmentos pequenos, espaçados e expostos a perturbações contínuas impulsionadas por centros urbanos (Antongiovanni *et al.,* 2020).

Diante da complexidade desses impactos, o combate à degradação exige ações regionais específicas, como criar áreas protegidas no oeste, controlar queimadas no norte, cercar áreas para manejo do gado no leste e restaurar pequenos fragmentos via sistemas agroflorestais para formar corredores ecológicos (Antongiovanni *et al.,* 2020; Jesus *et al.,* 2019). A articulação dessas estratégias ao planejamento ambiental é fundamental para assegurar a resiliência socioecológica da Caatinga (Antongiovanni *et al.,* 2018; Salazar *et al.,* 2021). Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar os efeitos da fragmentação da paisagem no bioma Caatinga e suas implicações para a conservação e o planejamento ambiental com base na literatura científica recente.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo caracteriza-se como uma revisão científica sistemática e analítica da literatura produzida no período de 2015 a 2025. Contudo, incluiu-se excepcionalmente a obra teórica de referência clássica (Forman; Godron, 1986) devido ao seu papel fundador na conceituação dos

princípios de Ecologia da Paisagem utilizados nesta análise. A busca bibliográfica foi conduzida nas bases de dados Scopus, Web of Science, SciELO e Google Scholar, empregando combinações dos descritores "fragmentação florestal", "Caatinga", "connectivity", "semi-arid ecosystems" e "landscape ecology" intermediados por operadores booleanos (AND, OR).

Foram adotados como critérios de inclusão: artigos completos publicados entre 2015 e 2025, desenvolvidos na Caatinga ou ecossistemas semiáridos correlatos, abordando métricas ou impactos da fragmentação, conectividade e planejamento ambiental. Foram excluídas pesquisas sem métricas ecológicas claras ou sem aplicabilidade para a gestão ambiental. A amostragem final consistiu em dez artigos revisados por pares, abrangendo estudos empíricos no semiárido brasileiro (em estados como Bahia, Pernambuco, Paraíba e Piauí), pesquisas de escala macroecológica do bioma Caatinga e meta-análises de síntese global. Os dados foram extraídos e organizados em uma matriz comparativa considerando autores, local de estudo, objetivos, principais achados e contribuições para o planejamento ambiental.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise integrada da literatura (Tabela 1) evidencia que a fragmentação no semiárido é um fenômeno complexo cujos impactos desestruturam a conectividade da paisagem, alteram dinâmicas abióticas e aceleram a perda da biodiversidade e da diversidade genética.

Tabela 1 – Síntese dos estudos incluídos na revisão sistemática sobre fragmentação na Caatinga (2015–2025).

Autor/Ano	**Local de Estudo**	**Objetivo Principal**	**Principais Resultados e Implicações**
Abreu *et al.* (2020)	Zona Costeira (PA)	Propor zoneamento geoambiental para gestão integrada.	Evidencia o potencial do zoneamento para orientar a gestão territorial aplicável ao semiárido.
Antongiovanni *et al.* (2020)	Bioma Caatinga (982.000 km² / NE e Norte de MG)	Avaliar os efeitos do distúrbio antrópico crônico no tamanho e estrutura dos fragmentos da Caatinga.	Fragmentos pequenos (<1.000 ha) mostram variação extrema de degradação; fragmentos grandes (>10.000 ha) mantêm núcleos preservados vitais.
Devide; Silva (2022)	Pindamonhangaba (SP)	Avaliar Soluções Baseadas na Natureza (SbN) para reconexão.	Demonstra a eficiência de corredores ecológicos na restauração da conectividade estrutural.
Farias; Vieira (2019)	Pernambuco	Avaliar políticas públicas no combate à desertificação.	Aponta falta de integração institucional e reforça a necessidade de gestão multiescalar.
González *et al.* (2019)	Global (Meta-análise de 92 estudos em ecossistemas tropicais e temperados)	Avaliar os efeitos diferenciais da fragmentação e degradação sobre a diversidade genética de	Demonstra redução expressiva da riqueza alélica e heterozigosidade em fragmentos, evidenciando grave risco

DOI: 10.51189/vii-coninters/87062

Autor/Ano	Local de Estudo	Objetivo Principal	Principais Resultados e Implicações
		plantas.	de erosão genética.
Jesus *et al.* (2019)	Nordeste do Brasil	Investigar efeitos da fragmentação na estrutura da paisagem.	Constata redução da conectividade e isolamento de fragmentos, sugerindo métricas em planos de manejo.
Lima *et al.* (2025)	Cariri Paraibano (PB / Agrossistemas da Caatinga)	Avaliar a influência da cobertura florestal e da heterogeneidade espacial na comunidade de aves.	A perda de cobertura nativa simplifica a avifauna, favorecendo espécies generalistas e reduzindo aves especialistas de interior.
Novais *et al.* (2016)	Vitória da Conquista (BA)	Avaliar fertilidade do solo e efeito de borda em fragmentos.	Registra queda de umidade e matéria orgânica nas bordas, indicando vulnerabilidade edáfica.
Salazar *et al.* (2021)	Sub-bacia do Vale do São Francisco (Caatinga)	Quantificar as taxas de perda de habitat e a perda de conectividade na Caatinga densa e aberta.	A Caatinga densa perdeu 84,8% da área média dos fragmentos; restauração em faixas de entorno (*buffer*) é urgente para manter a conectividade.
Souza *et al.* (2017)	Sul do Piauí	Analisar composição e estrutura da vegetação de Caatinga.	Identifica alta heterogeneidade florística e plasticidade de xerófitas frente às pressões antrópicas.

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados experimentais (2026).

Do ponto de vista estrutural e abiótico, o avanço das atividades antrópicas promove uma drástica alteração no arranjo espacial da paisagem. Jesus *et al.* (2019) destacam que o avanço agropecuário acarreta a redução sistemática do tamanho médio dos fragmentos e o aumento do seu isolamento ecológico. Esse padrão de fragmentação é agravado pelos intensos efeitos de borda registrados por Novais *et al.* (2016), que demonstraram que as zonas periféricas dos remanescentes sofrem com o aumento da insolação, rápida perda de umidade e degradação da matéria orgânica edáfica, acelerando a perda de fertilidade do solo e a suscetibilidade à desertificação. Essas alterações microclimáticas e estruturais geram impactos severos sobre a biodiversidade.

Em escala macroecológica, a meta-análise de González *et al.* (2020) confirma que o isolamento e a redução de área provocam perdas expressivas na riqueza alélica e na heterozigosidade de plantas, elevando o risco de erosão genética. Embora a vegetação xerófila da Caatinga possua plasticidade para lidar com o estresse hídrico, o isolamento prolongado simplifica a composição de suas comunidades vegetais (Souza *et al.,* 2017). Da mesma forma, Lima *et al.* (2025) observaram nos agrossistemas do Cariri Paraibano que a perda de cobertura nativa e a redução da heterogeneidade espacial simplificam a avifauna, eliminando

especialistas de interior e favorecendo generalistas.

No contexto específico do bioma Caatinga, os dados revelam um cenário de vulnerabilidade estrutural profunda. Antongiovanni *et al.* (2020) demonstram que os distúrbios antropogênicos crônicos afetam diferentemente os remanescentes: enquanto fragmentos pequenos (<1.000 ha) apresentam níveis extremos de degradação, os fragmentos de grande porte (>10.000 ha) continuam sendo vitais por abrigar núcleos interiores mais preservados. Contudo, Salazar *et al.* (2021) alertam para a gravidade da perda de habitat na Caatinga densa no Vale do São Francisco — onde a área média dos fragmentos sofreu uma retração de 84,8% —, tornando a restauração em faixas de entorno (*buffers*) uma medida de emergência para evitar o colapso definitivo da conectividade da paisagem. Diante dessas pressões, a literatura aponta caminhos complementares que unem intervenções ecológicas, planejamento territorial e políticas públicas. A restauração florestal por meio de Soluções Baseadas na Natureza (SBN) demonstra alta viabilidade para recompor corredores ecológicos e restabelecer a conectividade estrutural entre manchas (Devide; Silva, 2022). Em escala regional, instrumentos de ordenamento como o Zoneamento Geoambiental mostram-se eficazes para organizar o uso do solo e orientar planos de conservação integrados em zonas vulneráveis (Abreu *et al.*, 2020). Por fim, Farias e Vieira (2019) reforçam que o sucesso dessas ações de mitigação e combate à desertificação depende da superação de falhas na integração institucional, sendo indispensável o fortalecimento de uma governança participativa e multiescalar no semiárido.

4 CONCLUSÃO

A fragmentação da paisagem e a degradação crônica na Caatinga comprometem a qualidade do solo, a estrutura das comunidades e a diversidade genética do semiárido, demonstrando que a mera presença de vegetação não assegura a funcionalidade ecológica. Diante desse cenário, a conservação e a recuperação do bioma dependem fundamentalmente do reordenamento do uso do solo e da restauração da conectividade espacial. Recomenda-se a implementação integrada de instrumentos de gestão territorial — como o zoneamento geoambiental e a criação de corredores ecológicos baseados em Soluções Baseadas na Natureza —, além da expansão estratégica de Unidades de Conservação de Proteção Integral nas áreas prioritárias e mais preservadas do bioma. Por fim, a efetividade dessas ações requer o fortalecimento de políticas públicas multiescalares pautadas na governança participativa e no engajamento das comunidades locais.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ABREU, W. de *et al*. Zoneamento geoambiental a partir das unidades de conservação: subsídios para a gestão integrada da zona costeira paraense - Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 13, n. 6, p. 3042-3059, 2020. DOI: 10.26848/rbgf.v13.6.p3042-3059. Acesso em: 28 jul. 2026.

ANTONGIOVANNI, Mariana *et al*. Chronic anthropogenic disturbance on Caatinga dry forest fragments. **Journal of Applied Ecology**, [s. l.], v. 57, n. 10, p. 2064-2074, 2020. DOI: 10.1111/1365-2664.13686. DOI: https://doi.org/10.1111/1365-2664.13686. Acesso em: 28 jul. 2026.

ANTONGIOVANNI, Mariana; VENTICINQUE, Eduardo; FONSECA, Carlos.

Fragmentation patterns of the Caatinga drylands. **Landscape Ecology**, [s. l.], v. 33, n. 8, p. 1353-1367, 2018. DOI: 10.1007/s10980-018-0672-6. DOI: https://doi.org/10.1007/s10980-018-0672-6. Acesso em: 28 jul. 2026.

DEVIDE, A. C. P.; SILVA, D. O. G. Soluções baseadas na natureza na formação de corredor ecológico em Pindamonhangaba, São Paulo, Brasil. **Nativa**, Sinop, v. 10, n. 2, p. 123-134, 2022. DOI: 10.31413/nativa.v10i2.13327. DOI: https://doi.org/10.31413/nativa.v10i2.13327. Acesso em: 28 jul. 2026.

FARIAS, P. L. C.; VIEIRA, B. C. Atuação do Estado de Pernambuco no combate aos efeitos da desertificação. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 12, n. 1, p. 115-132, 2019. DOI: 10.26848/rbgf.v12.1.p115-132. DOI: https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.1.p115-132. Acesso em: 28 jul. 2026.

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape Ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1986.

GONZÁLEZ, Antonio V. *et al*. Meta-analysis of the differential effects of habitat fragmentation and degradation on plant genetic diversity. **Conservation Biology**, [s. l.], v. 34, n. 3, p. 711-720, 2020. DOI: 10.1111/cobi.13422. DOI: https://doi.org/10.1111/cobi.13422. Acesso em: 28 jul. 2026.

JESUS, J. B. de *et al*. Fragmentação florestal em região semiárida no Nordeste do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 39, e201801683, p. 1-8, 2019. DOI: 10.4336/2019.pfb.39e201801683. Acesso em: 28 jul. 2026.

JESUS, Jaqueline Barreto de *et al*. Fragmentação florestal em região semiárida no Nordeste do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 39, e201801683, p. 1-8, 2019. DOI: 10.4336/2019.pfb.39e201801683. Acesso em: 28 jul. 2026.

LIMA, Maria H. C.; ALVARADO, Fernando; DE ARAUJO, Helder F. P. Birds in agroscapes: effects of forest cover and landscape heterogeneity on dryland bird diversity and composition. **Perspectives in Ecology and Conservation**, [s. l.], v. 23, n. 1, p. 12-20, 2025. DOI: 10.1016/j.pecon.2024.12.004. DOI: https://doi.org/10.1016/j.pecon.2024.12.004. Acesso em: 28 jul. 2026.

LINO, Agda *et al*. A meta-analysis of the effects of habitat loss and fragmentation on genetic diversity in mammals. **Mammalian Biology**, [s. l.], v. 94, p. 69-76, 2019. DOI: 10.1016/j.mambio.2018.09.006. DOI: https://doi.org/10.1016/j.mambio.2018.09.006. Acesso em: 28 jul. 2026.

NOVAIS, D. B.; FERREIRA, J.; BARRETO, P. A. B. Fertilidade do solo como indicador do efeito de borda em fragmento florestal, Vitória da Conquista, Bahia. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 11, n. 4, p. 185-189, 2016. DOI: 10.18378/rvads.v11i4.4373. DOI: https://doi.org/10.18378/rvads.v11i4.4373. Acesso em: 28 jul. 2026.

SALAZAR, Arildo *et al*. Restoration and conservation of priority areas of Caatinga's

semi-arid forest remnants can support connectivity within an agricultural landscape. **Land**, [s. l.], v. 10, n. 6, p. 550, 2021. DOI: 10.3390/land10060550. Acesso em: 28 jul. 2026.

SCHLAEPFER, Daniel R. *et al*. Genetic effects of anthropogenic habitat fragmentation on remnant animal and plant populations: a meta-analysis. **Ecosphere**, [s. l.], v. 9, n. 10, e02488, p. 1-22, 2018. DOI: 10.1002/ecs2.2488. DOI: https://doi.org/10.1002/ecs2.2488. Acesso em: 28 jul. 2026

SOUZA, Mailson Pereira de *et al*. Composição e estrutura da vegetação de caatinga no sul do Piauí, Brasil. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 12, n. 2, p. 210-217, 2017. DOI: 10.18378/rvads.v12i2.4588. Acesso em: 28 jul. 2026.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

MICROPLASTIC INVESTIGATION IN LETTUCE LEAVES (LACTUCA SATIVA L.) SOLD AT OPEN-AIR MARKETS AND SUPERMARKETS

MARIA EDUARDA LOPES FERREIRA; KAREN VIDAL SANTOS; CARLOS EMANUEL DA SILVA LIMA; MEILANGY IRIS FERREIRA DE OLIVEIRA; FELIPE LIMA SILVA; MAYRA GABRIELA PAIVA DE LIMA; ANA CARLA DIÓGENES SUASSUNA BEZERRA

Introduction: Microplastics have become a major concern for public health and the environment, as their widespread presence in air, soil, and water enables the contamination of food intended for human consumption, including vegetables. Contamination may occur during cultivation or throughout the stages of processing, transportation, and commercialization. The presence of microplastics in the food chain represents an environmental contamination challenge that may compromise food safety and pose potential risks to human health. Among leafy vegetables, lettuce (*Lactuca sativa* L.) is the most widely marketed and may constitute an important route of human exposure to microplastics due to its handling and raw consumption. **Objective:** This study aims to investigate the presence of microplastics in lettuce leaves marketed in supermarkets and at the municipal open-air market in the municipality of Assú, Rio Grande do Norte, Brazil. **Methodology:** This qualitative study included 100% of the establishments selling lettuce in the municipality, comprising two sellers at the open-air market and seven supermarkets, resulting in a total of nine samples. Samples were collected randomly, with one sample obtained from each sales location, and transported in insulated containers. In the laboratory, 100g of lettuce was weighed, and the leaves were subsequently examined under a binocular stereomicroscope at magnifications of 20× and 40×. **Results:** Microplastic contamination was detected in 100% (9/9) of the analyzed samples. **Conclusion:** Lettuce marketed in the investigated supermarkets and open-air market contained microplastics on their leaves, representing a potential health risk to consumers. These findings highlight the need to implement sustainable measures to minimize microplastic contamination during cultivation, processing, and commercialization, thereby contributing to food safety and the protection of public health.

Palavras-chave: **ENVIRONMENTAL CONTAMINATION; PUBLIC HEALTH; VEGETABLES**

DOI: 10.51189/vii-coninters/87102

GOVERNANÇA AMBIENTAL PARA O SANEAMENTO BÁSICO NO MARANHÃO: O GAP ENTRE O PLANO 2050 E A REALIDADE MUNICIPAL

DIEGO LIMA MATOS

RESUMO

A descentralização das competências ambientais aos municípios brasileiros, regulamentada pela Lei Complementar nº 140/2011, tem sua eficácia condicionada à capacidade institucional local. No Maranhão, essa dependência é agravada por fragilidades político-institucionais e pelos piores indicadores de saneamento do país, nos quais metas referentes a essa área são critérios para repasse de recursos financeiros via ICMS Ecológico para municípios que possuem Termos de Capacidade Técnica e Institucional para o desenvolvimento do licenciamento ambiental local definidos por uma norma aprovada pelo conselho estadual de meio ambiente denominada Resolução CONSEMA 43/2019. O Plano Maranhão 2050 estabelece a governança hídrica como prioridade, mas persiste lacuna entre diagnóstico estratégico e implementação municipal. Este estudo analisa em que medida as capacidades institucionais de algumas secretarias municipais de meio ambiente do Maranhão estão alinhadas à diretriz de governança hídrica do Desafio Estratégico 12 do Plano, a partir da percepção de oito ex-gestores triangulada com dados do SINISA. Adotou-se abordagem de métodos mistos, com análise documental, questionário e dados secundários. Os resultados revelaram institucionalização seletiva: embora 80% dos municípios possuam planos de saneamento, apenas 40% contam com conselhos atuantes; 50% dos conselhos funcionam de forma meramente burocrática; 37,5% dependem de outros órgãos para alimentar sistemas de informação; e 100% dos gestores apontam a descontinuidade política como barreira estrutural. Conclui-se que há um gap profundo entre o planejamento estratégico estadual e a capacidade institucional real, recomendando-se o redesenho das condicionalidades do ICMS Ecológico para incluir métricas de governança processual, alinhadas à Lei nº 11.445/2007 e ao framework da UN-Habitat (2019).

Palavras-chave: capacidades institucionais; controle social; recursos hídricos.

1 INTRODUÇÃO

A descentralização das competências ambientais aos municípios brasileiros, estabelecida pela Constituição Federal de 1988 e regulamentada pela Lei Complementar nº 140/2011, criou um arranjo multinível cuja eficácia depende diretamente das capacidades institucionais instaladas nos governos locais (Marenco e Kern, 2025). No estado do Maranhão, essa dependência é agravada por uma realidade de baixa institucionalização: mais de 80% dos municípios apresentam fragilidades acentuadas nas dimensões político-institucional e econômica (Bargos, Melo e Matias, 2025), e os indicadores de saneamento estão entre os piores do país, com apenas 36% dos domicílios ligados à rede de esgoto e 77% dos resíduos coletados regularmente (SINISA, 2024).

O Plano Maranhão 2050, documento estratégico de longo prazo do governo estadual, reconhece esse quadro e elenca, no âmbito da área de resultado "Meio Ambiente Valorizado e Resiliente", o Desafio Estratégico 12 como prioritário: estruturar a gestão dos recursos naturais e mitigar os impactos das mudanças climáticas, com ênfase na universalização do saneamento e na criação de estruturas robustas de governança ambiental e hídrica (Maranhão, 2023). No

DOI: 10.51189/vii-coninters/87135

entanto, persiste uma lacuna entre o diagnóstico estratégico do Plano e a compreensão de como os atores que operam no nível municipal percebem e vivenciam as barreiras à implementação dessas diretrizes.

Essa lacuna dialoga com problemas identificados por Arroyave, Lopes e Santos (2025) sobre a insuficiência da participação multinível em contextos de descentralização administrativa, por Nascimento et al. (2023) sobre a baixa capacidade institucional dos municípios brasileiros para implementar políticas ambientais, e por Thakur e Nel (2023) sobre como as dinâmicas políticas locais subordinam a governança ambiental a interesses eleitorais e clientelistas. Em nenhum desses estudos, porém, o contexto amazônico-nordestino do Maranhão foi examinado empiricamente a partir da perspectiva direta de ex-gestores municipais, confrontada com as metas de um plano estratégico de longo prazo.

Este trabalho tem como objetivo analisar em que medida as capacidades institucionais das secretarias municipais de meio ambiente do Maranhão estão alinhadas à diretriz de governança hídrica do Desafio Estratégico 12 do Plano Maranhão 2050, a partir da percepção de oito ex-gestores municipais triangulada com dados estatísticos do SINISA. A contribuição do trabalho é empírica e aplicada: gera evidências preliminares sobre o gap entre planejamento estratégico de longo prazo e capacidade institucional real no nível municipal, subsidiando o possível aprimoramento das políticas de descentralização ambiental no Maranhão.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O território da pesquisa localiza-se no estado do Maranhão, Brasil, tendo uma área de 331 mil km² e 217 municípios, conforme indicado na Figura 1. O estado possui 110 municípios inseridos na Amazônia Legal, com 76% da cobertura florestal original suprimida. Demograficamente, 57,5% da população vive em situação de pobreza e 21,1% em extrema pobreza, com o menor rendimento domiciliar per capita do Brasil (Maranhão, 2023).

Figura 1 - Mapa do Maranhão com localização dos municípios participantes da pesquisa.
Fonte: elaboração própria com base em dados do Google Earth (2026).

Esta pesquisa adota uma abordagem de métodos mistos, conforme Creswell (2014), combinando análise documental, coleta de dados primários via questionário e triangulação com fontes estatísticas secundárias, em consonância com as abordagens de Arroyave, Lopes e Santos (2025), Nascimento et al. (2023) e Thakur e Nel (2023).

DOI: 10.51189/vii-coninters/87135

A análise documental incidiu sobre o Plano Maranhão 2050 (especificamente o Desafio Estratégico 12 e suas três primeiras diretrizes), Decreto nº 41.205/2025, que regulamenta o ICMS Ecológico no estado, e a Resolução CONSEMA nº 43/2019, que traz os critérios de adesão dos municípios para a formalização dos termos de capacidade técnica institucional para a realização do licenciamento ambiental local com metas para outras áreas (Maranhão, 2023, 2025; CONSEMA, 2019). Os documentos foram analisados quanto às metas e condicionalidades relacionadas ao saneamento básico e à capacidade institucional municipal.

Os dados primários foram coletados por meio de questionário estruturado online (Google Forms) aplicado à ex-gestores municipais de meio ambiente do Maranhão. O instrumento continha questões de múltipla escolha sobre funcionamento dos conselhos municipais, gestão de fundos ambientais, capacidade técnica e articulação interinstitucional, mas todas as questões possuíam relação com a diretriz 12 do Plano Maranhão 2050 sobre governança ambiental e hídrica.

Os dados secundários foram extraídos do SINISA (2024) para os mesmos oito municípios, cobrindo indicadores de cobertura de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto e destinação de resíduos sólidos. A triangulação entre dados primários e secundários seguiu a lógica de complementaridade proposta por Bryman (2016), buscando verificar convergências e divergências entre as percepções dos gestores e os dados objetivos de desempenho.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Gráfico 1 apresenta um resumo das principais informações obtidas de dados secundários do Sistema Nacional de Saneamento Básico (SINISA) relacionados a temáticas de planejamento e governança ambiental e hídrica dos oito municípios abordados.

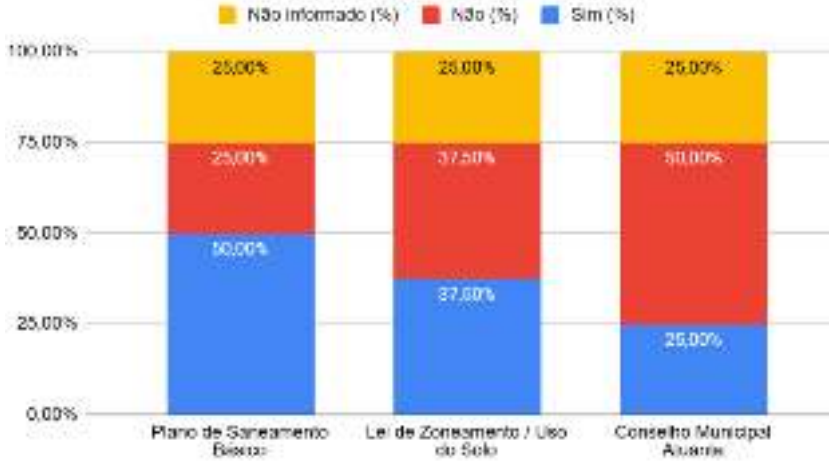


Gráfico 1 - Percentuais dos Indicadores de planejamento e governança do saneamento básico dos oito municípios participantes.
Fonte: elaborado pelo autor a partir de dados do SINISA (2024).

Dos oito municípios analisados, apenas dois não apresentaram as informações requeridas pelo SINISA na coleta de 2024. Entre os que prestaram informações, os dados revelam um atendimento heterogêneo aos instrumentos de governança e planejamento: 50,0% dos municípios possuem Plano de Saneamento Básico, 37,5% contam com Lei de Zoneamento ou de Uso e Ocupação do Solo, e apenas 25,0% indicaram a existência de conselhos ou instâncias de governança local voltadas ao saneamento básico. Esses percentuais evidenciam um maior avanço na formalização de instrumentos de planejamento estratégico em detrimento de uma acentuada carência na implementação e efetivação de conselhos municipais com foco na temática.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87135

O Gráfico 1 evidencia institucionalização seletiva nos municípios maranhenses: embora 80% possuam planos de saneamento e 60% contem com lei de zoneamento, apenas 40% dispõem de conselhos municipais atuantes. Essa dissociação entre instrumentos formais e instâncias participativas revela descumprimento dos Arts. 9º (inciso V) e 47 da Lei Federal nº 11.445/2007, que exigem controle social e órgãos colegiados com representação da sociedade civil (Brasil, 2007). A alimentação precária do SINISA (25% dos municípios sem dados) compromete o ICMS Ecológico (Decreto Estadual do Maranhão nº 41.205/2025), cuja apuração depende de sistemas oficiais. Arroyave, Lopes e Santos (2025) identificaram padrão semelhante em Portugal, onde a dependência de atores supramunicipais reproduz ciclos de baixa capacidade institucional — realidade que se confirma no Maranhão, onde 37,5% dos gestores relataram alimentação de sistemas por outros órgãos.

Já os Gráficos 2 e 3 baixo mostram o resultado de questões respondidas pelos ex-gestores municipais de meio ambiente do Maranhão, mencionados na metodologia, sobre a temática da governança a partir de diversas perspectivas como, por exemplo, as capacidades institucionais, relações interinstitucionais e conselhos municipais, que possuem relação com a diretriz 12 do Plano Maranhão 2050 que trata sobre o aperfeiçoamento das estruturas de governança para a adequada gestão dos recursos hídricos e do saneamento básico.

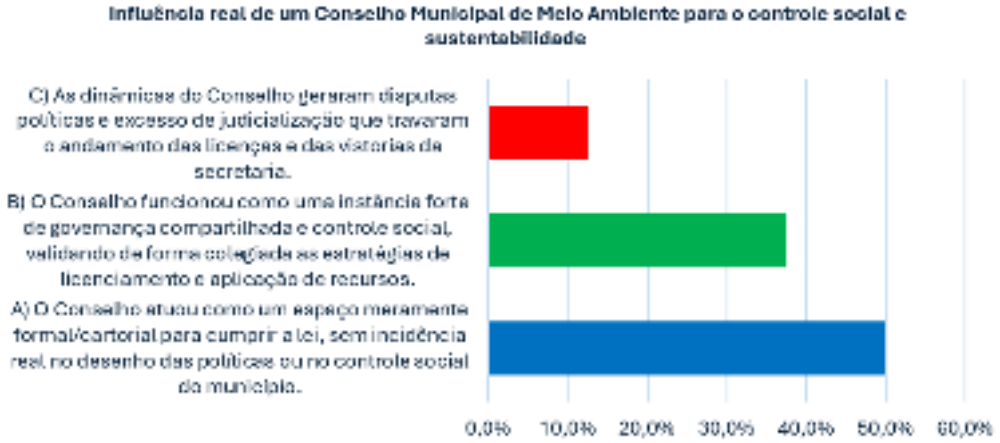


Gráfico 2 - Experiências dos ex-gestores ambientais municipais com o funcionamento dos conselhos municipais em suas respectivas cidades.
Fonte: elaboração própria com base nos dados recolhidos via aplicação de questionário.

O Gráfico 2 aponta que a maior parte dos ex-gestores municipais, 50%, consideraram que a atuação dos conselhos municipais de meio ambiente funcionou de forma apenas burocrática, sem a proposição de e cobrança de planos e políticas públicas extremamente necessários para a adequada governança ambiental e hídrica local e que pudesse cobrar das autoridades a elaboração de planos diretores ou leis de zoneamento municipais, do qual vários municípios não possuem, conforme demonstrado na Tabela 1. Apenas cerca de 35% consideraram os conselhos uma instância de governança que funcionava adequadamente, enquanto outros 12,5% relataram que disputas políticas dificultavam o funcionamento dos conselhos municipais.

Dou et al. (2021) demonstraram que a ausência de monitoramento contínuo compromete a segurança hídrica. O Gráfico 2 revela que 50% dos conselhos municipais funcionam de forma meramente burocrática, sem proposição de políticas públicas, evidenciando captura institucional desses espaços. Jacobi e Peres (2016) destacaram a fragmentação entre gestão urbana e ambiental no Brasil. Araújo, Soares e Faria (2025) confirmaram que capacidade institucional é necessária, mas não suficiente, sendo a vontade política igualmente determinante. O Gráfico 2, ao mostrar que 37,5% dos gestores relataram disputas políticas

travando os conselhos, alinha-se a Thakur e Nel (2023), que documentaram a subordinação da governança ambiental a interesses eleitorais na África do Sul.

Gráfico 3 – Indicação dos ex-gestores ambientais municipais sobre as prioridades para a gestão ambiental e sanitária local.
Fonte: elaboração própria com base nos dados recolhidos via aplicação de questionário.

Por fim, os resultados do Gráfico 3 indicam que mais de 80% dos ex-gestores municipais de meio ambiente do Maranhão consideram que, para se avançar na melhoria das políticas públicas ambientais de saneamento básico, a prioridade seria o aperfeiçoamento das equipes técnicas locais estáveis juntamente com o funcionamento real dos conselhos municipais de meio ambiente para o controle social do saneamento. A segunda resposta mais votada por esses atores ficou com somente cerca de 13% no que trata da captação de receitas, ou seja, nem o fator financeiro foi superior a necessidade de estruturação das outras capacidades institucionais, principalmente recursos humanos com vínculos mais constantes quanto o de conselhos municipais que funcionam em sua plena capacidade.

Tais fatores dos Gráficos 2 e 3 indicam que, na opinião desses ex-gestores, possivelmente esse seria o caminho para se atingir de modo mais adequado as metas de ampliação da cobertura sanitária no estado do Maranhão, constantes no Plano Maranhão 2050, através do fortalecimento da governança ambiental e hídrica local. Nascimento *et al*. (2023) apontaram "falta de pessoal", "falta de recursos" e "descontinuidade de gestão" como principais obstáculos à gestão ambiental no Brasil. O Gráfico 3 corrobora esse diagnóstico: 87,5% dos ex-gestores priorizam corpo técnico estável e conselhos ativos como condição para efetividade da governança, enquanto apenas 12,5% mencionam captação financeira — indicando que recursos, isoladamente, são insuficientes sem estruturas institucionais mínimas.

Os princípios "B" e "J" da UN-Habitat (2019) são diretamente pertinentes: o primeiro exige governos locais como atores centrais no planejamento integrado; o segundo, mecanismos de monitoramento descentralizados e participação comunitária. A pesquisa evidencia que ambos estão comprometidos pela ausência de corpo técnico estável, conselhos funcionais e sistemas integrados — condições que os próprios gestores consideram determinantes (Gráfico 3).A Lei Federal nº 11.445/2007, ao estabelecer transparência (Art. 2º, IX) e controle social (Art. 2º, X), cria arcabouço que a prática municipal desrespeita: 50% dos conselhos atuam de forma burocrática e outros 50% dos gestores relatam desvinculação dos recursos do Fundo Municipal para o caixa geral da prefeitura, violando a autonomia financeira necessária.

Por fim, a natureza retrospectiva e a amostra não probabilística impõem cautela, mas a consistência interna dos achados — triangulando percepções (Gráficos 2 e 3), dados objetivos (Gráfico 1) e indicadores socioeconômicos — confere robustez ao diagnóstico de um gap estrutural entre o Plano Maranhão 2050 e a realidade institucional. Superá-lo exige reforma profunda dos incentivos que privilegiam a conformidade formal em detrimento da efetividade

substantiva da governança ambiental e hídrica, conforme preconizado pela Lei Federal nº 11.445/2007 e pelo framework da UN-Habitat (2019).

4 CONCLUSÃO

Os resultados evidenciam que as capacidades institucionais das secretarias municipais de meio ambiente do Maranhão estão significativamente aquém das exigências da diretriz de governança hídrica do Desafio Estratégico 12 do Plano Maranhão 2050. A dissociação entre instrumentos formais de planejamento — como planos de saneamento (presentes em 80% dos municípios) — e instâncias participativas — como conselhos municipais atuantes (apenas 40%) — revela um padrão de institucionalização seletiva que descumpre os Arts. 9º e 47 da Lei Federal nº 11.445/2007. A formalidade cartorial dos conselhos (50% com atuação meramente burocrática) e a descontinuidade política sistêmica (apontada por 100% dos entrevistados) constituem barreiras estruturais que impedem o avanço dos indicadores de saneamento, revelando um gap profundo entre o planejamento estratégico estadual e a realidade institucional local.

Os achados sustentam a recomendação de redesenho das condicionalidades do ICMS Ecológico, atualmente focado em indicadores de desempenho objetivos, para incluir métricas de governança processual: existência de conselhos municipais efetivamente funcionais, alimentação consistente dos sistemas oficiais de informação e implementação de planos municipais de saneamento com monitoramento participativo, em conformidade com os Arts. 9º e 47 da Lei nº 11.445/2007 e com os princípios "B" e "J" do framework da UN-Habitat (2019). A convergência entre a percepção dos gestores (Gráfico 3) e os dados objetivos (Gráficos 1 e 2) aponta para a necessidade de uma abordagem sistêmica que articule fortalecimento da capacidade institucional com incentivos financeiros condicionados ao desempenho efetivo em governança ambiental e hídrica.

Como limitações, reconhecem-se o tamanho reduzido da amostra (oito ex-gestores) e seu caráter não probabilístico, além da natureza retrospectiva das percepções, que pode estar sujeita a viés de memória ou desejabilidade social. Para pesquisas futuras, recomenda-se a ampliação da amostra para os mais de 70 municípios maranhenses com Termo de Capacidade Técnico-Institucional (TCTI), incorporando entrevistas com conselheiros municipais, representantes do Ministério Público e da sociedade civil, e a construção de um índice de governança ambiental municipal que correlacione as dimensões processuais da governança com os indicadores objetivos do ICMS Ecológico e do SINISA.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. F.; SOARES, T. M.; FARIA, L. C. Institutional capacity for basic sanitation planning: Insights from Brazil. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 17, e20240028, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.5380/dma.v62i0.82515.

ARROYAVE, L. O.; LOPES, R.; SANTOS, R. Leveraging local environmental management in the scope of an administrative decentralization process: The case of Portuguese coastal municipalities. **Journal of Environmental Management**, v. 394, art. 127052, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2025.127052.

BARGOS, D. C.; MELO, S. N.; MATIAS, L. F. Sustentabilidade na Amazônia Maranhense: Uma abordagem baseada no índice de desenvolvimento sustentável. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 21, n. 2, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.54399/rbgdr.v21i2.7738.

BRASIL. **Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico**. Brasília, DF: Presidência da República, 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445compilado.htm.

BRYMAN, A. **Social research methods**. 5. ed. Oxford: Oxford University Press, 2016.

CONSELHO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (CONSEMA). **Resolução CONSEMA nº 43, de 17 de outubro de 2019**. São Luís: Conselho Estadual de Meio Ambiente do Estado do Maranhão, 2019.

CRESWELL, J. W. **Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches**. 4. ed. Thousand Oaks: SAGE, 2014.

DOU, M.; MA, J.; LI, G.; ZUO, Q. Refined water security assessment for sustainable water management: A case study in the Yellow River basin, China. **Journal of Cleaner Production**, v. 313, art. 127920, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127920.

JACOBI, P. R.; PERES, U. D. Urban environmental management and governance: Challenges for the 21st Century. **disP - The Planning Review**, 52:2, 26-34, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1080/02513625.2016.1195580

MARANHÃO. **Decreto nº 41.205, de 16 de dezembro de 2025: Regulamenta o ICMS ecológico no estado do Maranhão**. Diário Oficial do Estado do Maranhão, São Luís, 2025.

MARANHÃO. **Plano estratégico de longo prazo Maranhão 2050: Visão de futuro e diretrizes estratégicas**. São Luís: Secretaria de Estado da Fazenda/IMESC, 2023.

MARENCO, A.; KERN, D. Policymaking in multilevel governance: How local governments adopt sustainable development policies in Brazil. **Frontiers in Political Science**, v. 7, art. 1580685, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.3389/fpos.2025.1580685.

NASCIMENTO, A. T. A.; SANTOS, T. M. M.; OLIVEIRA, A. R.; LOBO, F. R.; MAGNO, J. N.; CRISTOFOLI, G. T. Challenges and opportunities for sustainable urbanization and local environmental management in 88 cities from the state of Minas Gerais, Brazil. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 62, p. 195–219, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.5380/dma.v62i0.82515.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES EM SANEAMENTO BÁSICO (SINISA). **Saneamento Básico no Brasil: Ano Base 2024**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2024.

THAKUR, S. S.; NEL, A. Taking a back seat: The politicization of municipal environmental governance in South Africa. **South African Geographical Journal**, v. 106, n. 2, p. 212–229, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1080/03736245.2023.2272893.

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME (UN-HABITAT). **Urban-rural linkages: Guiding principles — Framework for action to advance integrated territorial development**. Nairobi: UN-Habitat, 2019.

MALFORMAÇÕES CONGÊNITAS E IMPACTOS NA SAÚDE MENTAL DE GESTANTES: UMA ANÁLISE CIENCIOMÉTRICA

MAYRA GABRIELA PAIVA DE LIMA, AMANDA INGRID CORNÉLIO DA SILVA DOS SANTOS; ANDERSON FELIPE CONSTANTINO LOPES; FRANCISCO SÁVIO LOPES MENDES; IASMIM PAIVA DE LIMA; LARA FABIANA LOPES CASTRO; LÁZARO STERFFERSON DA SILVA TARGINO

RESUMO

Apesar das evidências acerca do impacto psicológico materno frente ao diagnóstico de malformações congênitas, há uma deficiência em entender como essas circunstâncias afetam diretamente a saúde mental das mães, tendo em vista que, o diagnóstico de malformação fetal congênita configura um evento traumático que afeta a saúde mental materna e aumenta a morbidade física obstétrica em políticas globais modificadas. Dessa forma, este estudo visou proporcionar uma compreensão mais abrangente sobre os fatores que influenciam a experiência associados à maternidade nessa condições, verificando os perfis de publicações científicas descritas na literatura sobre os impactos psicossociais causados nessas mães, dando ênfase a uma análise cienciométrica que teve como enfoque principal o mapeamento e análise crítica existente sobre o tema, visando identificar as características das publicações. A busca bibliográfica foi realizada em bases de dados com publicações científicas nas plataformas SciELO, Google Acadêmico e PubMed, usando descritores relacionados ao tema nos idiomas português e inglês. Um elevado número de trabalhos foram encontrados e destes, 150 artigos foram selecionados para a análise dos seus conteúdos. As plataformas Google Acadêmico e PubMed se destacaram em relação ao maior número de publicações disponíveis. Foi possível observar um aumento crescente no volume de artigos publicados a partir do ano de 2021 em todas as plataformas selecionadas e a ênfase em aspectos como ansiedade e depressão materna influenciadas pelo diagnóstico de malformações congênitas. Esse perfil pode estar relacionado com o foco crescente em áreas de maior relevância em pesquisas relacionadas à saúde pública e doenças emergentes com necessidade de novos tratamentos.

Palavras-chave: Anomalias congênitas; Impactos Psicossociais; Maternidade.

1 INTRODUÇÃO

Segundo Oftedal *et al.* (2023), malformações congênitas correspondem a condições genéticas ou físicas que afetam o embrião, podendo variar de anomalias leves a condições graves, como defeitos cardíacos, lábio leporino, defeitos do tubo neural e síndrome de Down ou sendo agravadas à morte ou natimorto, ou seja, não manifesta sinais de vida ao nascer, comumente sucedendo a morte após 20 semanas de gestação e antes ou durante o parto. Aproximadamente metade dessas malformações são detectáveis entre as semanas 18-22 da gravidez.

Receber o diagnóstico de defeitos congênitos na gravidez é considerado uma experiência difícil e singular, na qual a mãe vivencia um período de luto e não aceitação, tendo em vista a idealização já criada de um bebê saudável. No entanto, quando a malformação é inviável para vida, a situação pode originar grandes aflições e angústias,

ocasionando implicações tanto para a gestante quanto para o seu parceiro e familiares, desencadeando sentimentos desagradáveis como frustração, culpa, incapacidade e ansiedade por um longo tempo, podendo culminar em uma depressão gravídica e depressão pós parto (DPP) (Fontoura *et al.,* 2018).

Nessa perspectiva, as malformações congênitas apresentam uma preocupação significativa para a saúde pública por desencadear tanto complicações físicas quanto mentais nas gestantes após receberem o diagnóstico, transformando uma gravidez com fases cheias de expectativas positivas em um ciclo de grande negação, estresse intenso e luto antecipado (Cunha *et al.,* 2016). Por conseguinte, dada a importância do bem-estar materno para o desenvolvimento emocional e psicológico da mãe e da criança, é crucial que a comunicação e revelação do diagnóstico seja transmitida de maneira compassiva e transparente, uma vez que durante a fase gestacional as mães encontram-se sobretudo, vulneráveis. Dessa forma, é essencial que essas abordagens sejam discutidas com sensibilidade e cuidado, de modo que o impacto psicossocial seja amenizado.

Na ocasião em que emerge uma malformação congênita durante a gestação, ela passa a ser experimentada de maneira traumática e desestruturadora, resultando em desequilíbrio na estrutura familiar (Santos, *et al.,* 2018). Desta forma, a chegada de um filho resultante de uma malformação fetal, pode tornar a maternidade suscetível a distúrbios emocionais e uma série de reações que originam depressão pós parto (DPP) que incluem rejeição e rompimento de vínculo para com o filho de forma temporária ou permanente, mas que exercem potenciais efeitos no seu desenvolvimento (Cunha *el at.,* 2016).

Considerando todos os aspectos acima abordados, há relevância na ocorrência de um diagnóstico antecipado e de um manejo correto desses transtornos durante a gravidez. Desse modo, a análise do perfil de publicações científicas que focam o interesse nesse tema torna-se útil no sentido de determinar tendências, lacunas e deficiências nos estudos existentes, haja vista que em algumas áreas que tratam desses assuntos complexos, estes ainda não foram integralmente assimilados ou investigados de maneira aprofundada, além de apresentarem certas limitações metodológicas como limitações técnicas, impedindo que algumas perguntas diante de questionários sejam respondidas corretamente com técnicas disponíveis.

Portanto, este estudo visa não só caracterizar o perfil do conhecimento científico referenciado nas publicações científicas, mas também promover dados que possam contribuir para um encaminhamento de atitudes que promovam impactos positivos na qualidade de vida das gestantes e consequentemente na vida das crianças com distúrbios de desenvolvimento embrionário e fetal.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1. REALIZAÇÃO DA PESQUISA

Foi efetuada uma análise de conteúdo, especificamente uma análise cienciométrica, baseada na seleção de artigos de periódicos científicos e de trabalhos acadêmicos que discutem as malformações congênitas fetais como um fator causador de impactos na saúde mental de gestantes, permitindo avaliar quantitativamente a literatura existente e identificar tendências e padrões das pesquisas realizadas sobre o tema abordado.

2.2. COLETA DE DADOS E CRITÉRIO SELETIVO

Os dados foram coletados a partir do dia 20 de abril de 2024 até 20 de novembro de 2024, apresentando critério seletivo para a busca bibliográfica com materiais obtidos em publicações científicas armazenados em bases de dados acessíveis em meio digital online, como o Google Acadêmico, SciELO (Scientific Electronic Library Online) e PubMed, utilizando filtros e estratégias de busca avançada para refinar os resultados, usando os

seguintes descritores: malformações congênitas fetais; saúde mental materna; impactos psicossociais maternos; e apego materno - fetal. Cada material encontrado foi identificado e submetido a critério de seleção que incluía a existência de relações entre os diferentes descritores utilizados a partir da leitura de seus resumos, de forma que permitisse um refinamento de informações mais direcionadas com o tema abordado. Uma vez que o número de ocorrência de dados tenderia a ser elevada, o uso desse critério diminuiu significativamente a quantidade de material obtido, possibilitando assim a operacionalização da leitura completa e da análise das bibliografias que contemplaram o critério utilizado e a consequente compreensão do contexto e das conclusões postas nos estudos analisados.

Nessa investigação metodológica, todos os descritores selecionados foram utilizados nas plataformas nos idiomas português e inglês, considerando artigos de revisão, estudos de casos, revisões sistemáticas e teóricas relevantes ao tema escolhido, os quais foram publicados entre os anos de 2018 e 2024. Em seguida, estes passaram por uma triagem de títulos e resumos dos trabalhos selecionados, aplicando os critérios de inclusão e exclusão, na qual os critérios de eliminação foram: artigos duplicados nas bases de dados escolhidas, publicações que não abordam diretamente o assunto selecionado e estudos com qualidade científica insuficiente, considerando a avaliação crítica exigida.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. ANÁLISE E CLASSIFICAÇÃO

Encontrou-se um total de 2.017 artigos e após leitura dos seus resumos e utilização dos critérios de seleção adotados para a leitura completa de cada artigo, foram considerados 150 deles para a investigação da sua relevância no contexto das malformações congênitas fetais como um fator gerador de impactos na saúde mental de gestantes durante o ciclo gravídico puerperal.

Os artigos foram analisados e classificados segundo a janela de tempo de publicação, entre os anos de 2018 e 2024, sendo agrupados de acordo com a especificidade da temática abordada, compreendendo os descritores escolhidos e incluídos nos idiomas português e inglês. O Quadro 1 apresenta o número total de artigos encontrados em cada uma das plataformas com base em cada descritor utilizado.

Quadro 1 - Contagem de artigos localizados nas plataformas digitais analisadas.

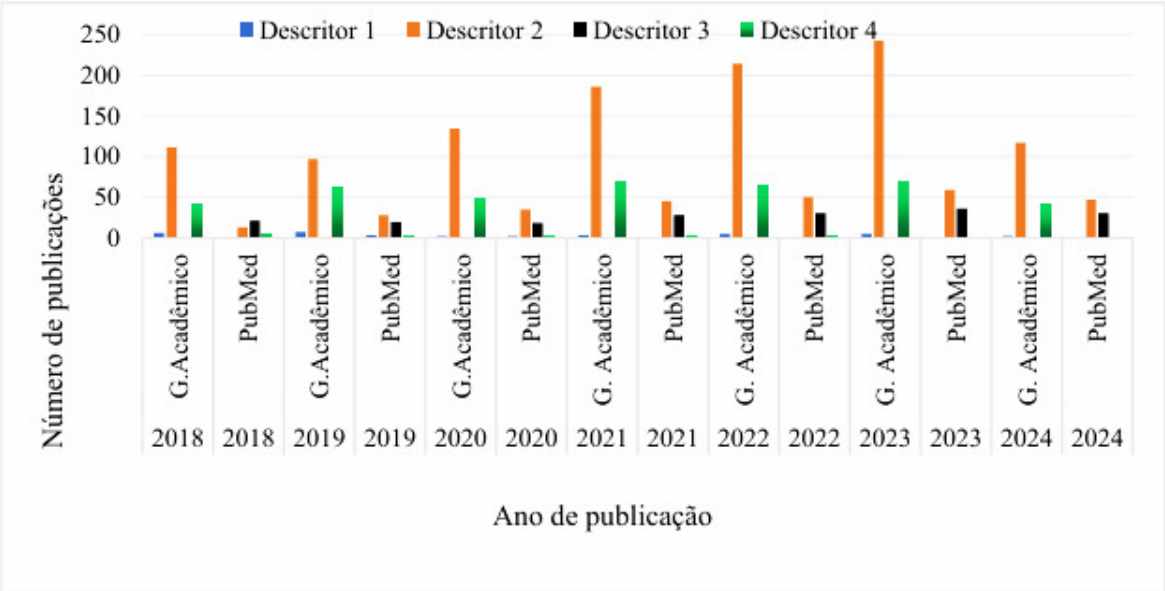
Descritores	Plataformas e números de artigos encontrados			
	Google Acadêmico	SciELO	PubMed	Total
Malformações congênitas fetais	30	3	5	38
Saúde mental materna	1.101	5	277	1.383
Impactos psicossociais maternos	0	0	182	182
Apego materno-fetal	398	2	14	414

Descritores	Plataformas e números de artigos encontrados			
Total	1.529	10	478	2.017

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados experimentais (2026).

As buscas nas bases de dados revelaram divergências expressivas no volume de publicações entre as plataformas analisadas. No Google Acadêmico, o descritor "saúde mental materna" liderou com 1.101 registros, seguido por "apego materno fetal" (398) e "malformações congênitas fetais" (30), enquanto o termo "impactos psicossociais maternos" não obteve resultados. Na SciELO, o número de artigos foi escasso — registrando apenas 3 para malformações congênitas, 5 para saúde mental materna, 2 para apego materno-fetal e nenhum para impactos psicossociais —, o que provavelmente decorre de seu escopo voltado à América Latina e à pesquisa aplicada. Em contrapartida, o PubMed destacou-se pelo predomínio de publicações em inglês, acumulando 277 artigos sobre saúde mental materna, 182 sobre impactos psicossociais maternos, 14 sobre apego materno-fetal e 5 sobre malformações congênitas fetais. De forma geral, Google Acadêmico e PubMed sobressaíram em volume frente à SciELO, consolidando o termo "saúde mental materna" como o mais expressivo em todas as plataformas.

Figura 1 - Perfil do número de publicações entre os anos de 2018 e 2024 nas plataformas pesquisadas.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados experimentais (2026).

A análise temporal evidenciou um crescimento no volume de publicações a partir de 2021 em todas as bases. O Google Acadêmico apresentou alta expressiva para saúde mental materna (destacando-se de 2021 a 2023) e estabilidade no apego materno-fetal. O PubMed mostrou oscilações com foco biomédico e crescimento gradual nos temas de saúde mental e impactos psicossociais, provavelmente em virtude da concentração específica de trabalhos com forte rigor científico e relevância clínica, apresentando assim número de artigos limitados, enquanto a SciELO manteve números reduzidos e pontuais ao longo dos anos.

Geograficamente, dos 150 artigos selecionados para leitura completa, 56% concentraram-se em instituições brasileiras — impulsionadas por questões como o aumento de casos de microcefalia —, seguidas por Estados Unidos e China (18,2%), ao passo que países europeus apresentaram participações quase imperceptíveis. Essa disparidade geográfica reforça a necessidade de ampliar a colaboração internacional e a diversidade metodológica,

considerando que as anomalias congênitas estão frequentemente atreladas a agentes infecciosos e perinatais específicos. Por fim, os artigos selecionados concentraram-se em periódicos de relevância nas áreas de saúde pública, obstetrícia e saúde mental.

Quadro 2 - Seleção de periódicos que obtiveram os maiores fatores de impacto na plataforma PubMed.

Revista PubMed	Fator de Impacto - 2024	Comparativo com o ano de 2023
Journal of Affective Disorders	4.9	6.6
BMC Pregnancy and Childbirth	2.8	3.1
The Journal of Pediatrics	3.9	5.1
American Journal of Obstetrics and Gynecology	8.7	9.8
Fetal Diagnosis and Therapy	1.6	2.2
Acta Paediatrica	2.4	3.8

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados experimentais (2026).

Na plataforma PubMed (Quadro 2) foram definidos os seguintes periódicos: Journal of Affective Disorders, BMC Pregnancy and Childbirth, The Journal of Pediatrics, American Journal of Obstetrics and Gynecology, Fetal Diagnosis and Therapy e Acta Paediatrica, totalizando um número de 6 periódicos. A seleção foi feita através de periódicos que apresentam revistas e publicações focadas exclusivamente nas áreas do estudo e que apresentam bons fatores de impacto e por conseguinte, boa visibilidade científica. Dessa forma, pode-se destacar o American Journal of Obstetrics and Gynecology como o periódico de maior fator de impacto, sendo considerada uma das revistas de maior prestígio na área de obstetrícia e ginecologia.

Quadro 3 - Seleção de periódicos que obtiveram os maiores fatores de impactos na plataforma SciELO

Revista SciELO	Fator de Impacto - 2024	Comparativo com o ano de 2023
Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil	0.50	0.50
Ciência & Saúde Coletiva	1.1	1.7
Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia	1.2	1.2
Revista Brasileira de Enfermagem	1.2	1.2
Jornal Brasileiro de Psiquiatria	0.56	0.56

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados experimentais (2026).

A seleção de periódicos na SciELO incluiu cinco revistas influentes na área de saúde materno-infantil, destacando-se a Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia e a Revista Brasileira de Enfermagem. No Google Acadêmico, embora tenham sido mapeados periódicos e repositórios relevantes como o PePSIC, a plataforma foca na indexação de artigos e citações individuais, carecendo de métricas formais de avaliação de revistas, como fator de impacto ou índice H. No âmbito clínico e epidemiológico, o diagnóstico de malformações congênitas representa um momento de elevado estresse emocional, sendo que as ocorrências no primeiro trimestre associam-se a índices significativamente maiores de ansiedade e depressão maternas em relação ao segundo trimestre. Essa vulnerabilidade acentua-se no ciclo gravídico-puerperal e reflete-se em estatísticas expressivas, como em Cuiabá (MT), onde malformações fetais representam 20,7% da mortalidade infantil, acompanhando uma tendência de crescimento na América Latina e um impacto global de aproximadamente 295 mil óbitos neonatais anuais.

Diante desse cenário, a notícia da anomalia desencadeia etapas de luto psicológico — como choque, negação e raiva —, que, somadas a antecedentes psiquiátricos maternos, potencializam os riscos de novos distúrbios. Por fim, evidencia-se que a comunicação empática do diagnóstico e o manejo correto desses transtornos durante a gravidez, advindos de malformações congênitas fetais, são cruciais para amenizar os suscetíveis riscos para a mãe e o filho, como intervenções (psicoterapia e apoio social) e em casos específicos, medicamentos sob orientação médica.

4 CONCLUSÃO

A investigação da influência das malformações congênitas como potencial desencadeador de consequências psicossociais na saúde mental das mães, realizada no presente estudo utilizando análise cienciométrica a partir de uma revisão da literatura, permitiu identificar lacunas e perspectivas de pesquisa nessa área, como também a formação de duas hipóteses que podem ser postas.

A primeira hipótese é a de que a compreensão dos impactos que o diagnóstico de malformações congênitas causa na saúde mental e fisiológica da mãe é essencial para auxiliá-la na redução desses impactos, no sentido de promover orientação adequada para a aceitação e tomada de atitudes que venham a contribuir para o desenvolvimento de uma gestação saudável. A segunda hipótese é a de que a execução de uma análise cienciométrica de artigos publicados sobre a temática de impactos psicossociais em gestantes com filhos que apresentam malformações congênitas, pode traçar um perfil que organize a compreensão desses impactos e promover a orientação de atitudes que possibilitem o bem-estar materno.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

CUNHA, A. C. B. da *et al.* Diagnóstico de malformações congênitas: impactos sobre a saúde mental de gestantes. **Estudos de Psicologia (Campinas)**, v. 33, n. 4, p. 653-662, out./dez. 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1982-02752016000400004. Acesso em: 24 out. 2024.

FONTOURA, F. C. *et al.* Ansiedade de mães de recém-nascidos com malformações congênitas nos períodos pré e pós-natal. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 26, p. e3080, 2018. Acesso em: 26 out. 2024.

OFTEDAL, A. *et al.* Impacto de longo prazo da anomalia fetal diagnosticada no estresse traumático parental, resiliência e satisfação no relacionamento. **Journal of Pediatric**

Psychology, v. 48, n. 2, p. 181–192, fev. 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1093/jpepsy/jsac085. Acesso em: 28 jun. 2024.

SANTOS, S. *et al.* Experiência paterna frente a diagnóstico de malformação fetal. **Boletim - Academia Paulista de Psicologia**, v. 38, n. 94, p. 87-97, 2018. Acesso em: 24 jun. 2024.

In vitro PEDICULICIDAL ACTIVITY OF THE HYDROALCOHOLIC EXTRACT OF *Lippia grata* (VERBENACEAE) ABOUT *Bovicola caprae*

MAYRA GABRIELA PAIVA DE LIMA; ANA CARLA DIÓGENES SUASSUNA BEZERRA; CARLOS EMANUEL DA SILVA LIMA; MARIA EDUARDA LOPES FERREIRA; FELIPE LIMA SILVA; JORGE LUIZ COSTA FILHO; KAREN VIDAL

ABSTRACT

Goat farming has consolidated itself as an activity of high socioeconomic and strategic relevance for the subsistence of rural populations in the semi-arid northeast, being fundamental for regional food security. However, herd productivity faces serious health obstacles, notably infestation by the chewing louse *Bovicola caprae*, which compromises animal welfare and the quality of by-products. Conventional control, based almost exclusively on the use of synthetic pesticides, has demonstrated severe limitations due to the rapid emergence of resistant parasitic populations and the growing concern about chemical residues in products of animal origin and the associated environmental impacts. Faced with this challenging scenario, this work aims to evaluate the in vitro pediculicidal activity of the hydroalcoholic extract of *Lippia grata* on the ectoparasite *Bovicola caprae*. Methodologically, the plant material was collected in the municipality of Baraúna, in the State of Rio Grande do Norte, with the hydroalcoholic extract obtained through static maceration and rotary evaporation processes. To conduct laboratory efficacy tests, different serial concentrations of the extract were tested, comprising 10%; 5%; 2.5%; 1.25%; 0.625% and 0.3125%, with the purpose of measuring the mortality rate of the specimens. This study presents the initial data obtained in the first repetition of the planned experimental design with a total of 80 lice tested. The preliminary evaluation demonstrated a promising activity of the hydroalcoholic extract with mortality percentages of 70%, 60%, 50%, 60%, 80% and 50%, in concentrations of 10%, 5%, 2.5%, 1.25%, 0.625% and 0.3125%, respectively, after 48 hours of exposure. It is concluded that the hydroalcoholic extract of *L. grata* presents promising pediculicidal potential under *in vitro* conditions on *B. caprae*, evidenced by the partial results obtained, opening solid perspectives for the development of sustainable alternatives applied to goat farming.

Keywords: Ectoparasites; Goat farming; Phytotherapy.

1 INTRODUCTION

In the national agricultural panorama, the cultivation of small ruminants assumes a strategically prominent position, standing out significantly in the semi-arid areas of the Northeast for acting as a pillar of sustenance, income generation and guarantee of food security for family farming. In this context, production systems focused on sheep and goats have a relevant socioeconomic impact, standing out in areas marked by severe edaphoclimatic restrictions, where these species demonstrate notable adaptability in comparison to other herds of zootechnical interest (Utaaker *et al*., 2021; Nguyen *et al*., 2023; Han *et al*., 2026). Official data collected by the Brazilian Institute of Geography and Statistics indicate that the Brazilian herd exceeds 21 million sheep and reaches around 13 million goats, with the

DOI: 10.51189/vii-coninters/87189

Northeast region being the main production hub, housing approximately 70% of the sheep herd and more than 90% of the country's goat herd (IBGE, 2023).

Despite the relevance of the sector, the advancement of the activity faces constant health barriers, among which ectoparasitosis poses as serious operational bottlenecks. Infestations by external parasites significantly compromise productivity, affecting animal welfare, zootechnical performance and the added value of biological derivatives (Santos; Clemente, 2025; Yogeshpriya *et al*., 2026). In the context of goat farming, the chewing louse *Bovicola caprae*, belonging to the order Phthiraptera, is one of the main threats, feeding on the host's epidermal cells and skin exudates (Andrade *et al*., 2026). Parasitic conditions cause intense itching, skin lesions, irritability, stress and changes in behavior patterns, resulting in weight loss, reduced milk synthesis and substantial financial losses resulting from the depreciation of leather (Cotticelli *et al*., 2023).

Traditional control of *B. caprae* relies heavily on the application of synthetic pesticides; their recurrent and often indiscriminate use drives the selection of resistant parasite strains, progressively reducing the efficacy of chemical interventions (Johnson; Boray; Dawson, 1992). These compounds are primarily applied topically to the animal's integument via immersion baths, sprays, or *pour-on* formulations (Ajith *et al*., 2019; Cotticelli *et al*., 2023). Active ingredients such as amitraz and flumethrin act by disrupting the parasite's vital neurological processes, directly targeting alpha-2 receptors and ion channels (Garg; Katoch; Bhushan, 1998; Gazafi; Tavassoli; Mardani, 2023). However, reliance on these synthetic products entails severe ecological consequences—including soil and water contamination—and promotes residue accumulation in animal-derived foods, raising concerns regarding public health and the sustainability of livestock production systems.

In response to these limitations, the search for environmentally sustainable methods of ectoparasite control has gained momentum, with a particular focus on exploring bioproducts derived from medicinal plants. These plants represent diverse sources of secondary metabolites—such as terpenoids, phenolic compounds, and flavonoids—that exhibit a wide range of bioactivities, including antiparasitic, antimicrobial, and insecticidal properties (Ranasinghe *et al*., 2023; França *et al*., 2026). In this context, plant extracts stand out due to their phytochemical complexity and their ability to act on multiple biological targets within the parasite.

Among plants with antiparasitic potential, species of the genus *Lippia* (Verbenaceae family) have been widely investigated, particularly due to the presence of phenolic monoterpenes such as thymol and carvacrol (Silva Júnior *et al*., 2025). These phytochemical constituents often act by disrupting cell membrane integrity and interfering with essential metabolic pathways in target organisms, thereby confirming their value as bioactive agents. Within this genus, *Lippia grata* Schauer stands out; it is an aromatic species native to semi-arid regions, highly adapted to water stress and known for its prolific production of secondary metabolites. Phytochemical studies indicate that its extracts contain high concentrations of active compounds responsible for insecticidal, antioxidant, and antimicrobial properties (Costa *et al*., 2017). Despite scientific progress in this field, gaps remain in the literature regarding the species' specific action against ectoparasites of veterinary importance, particularly concerning its pediculicidal bioactivity against *B. caprae*.

It should be noted that the incorporation of new phytotherapeutic technologies in the semi-arid region is subject to acceptability by rural producers. The analysis of empirical knowledge and breeders' perceptions about the use of medicinal plants constitutes a fundamental step towards understanding the socioeconomic and cultural determinants that govern the adoption of sustainable health practices. Diagnosing the real demands and receptivity of family farming to bioproducts makes it possible to consolidate communication channels between academic research and rural extension services, reducing resistance to

agroecological practices and minimizing environmental and health impacts on the regional ecosystem.

In view of the above, this study aims to measure the *in vitro* pediculicidal activity of the hydroalcoholic extract of *L. grata* Schauer (Verbenaceae) against the *B. caprae* louse, aiming to provide scientific support for the development of efficient, accessible and environmentally safe phytotherapeutic alternatives for the management of ectoparasitosis in ruminant livestock farming. In this way, the investigation is limited to verifying the pediculicidal capacity in different concentration gradients, establishing the parasite mortality rate as the dependent variable and the extract concentration levels as the independent variable.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1 ETHICAL AND LEGAL PRECEPTS

The use of animals for ectoparasite collection was approved by Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA) from Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), under Opinion No. 11/2026, in accordance with the guidelines established by the National Council for the Control of Animal Experimentation.

2.2 OBTAINING *Lippia grata* AND PREPARING BIOACTIVE COMPOUND

The plant material of *Lippia grata* Schauer was collected in the semi-arid region of Rio Grande do Norte, specifically in the municipality of Baraúna. The samples were duly identified, selected and processed at the Laboratório de Parasitologia Diagnóstica e Experimental (LPDE) from Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), with subsequent forwarding to the Odaci Fernandes de Oliveira Herbarium of the same institution, for botanical confirmation and issuance of exsicata number MOSS15130. To obtain the hydroalcoholic extract, the methodology proposed by Reis *et al*. (2012). The *Lippia grata* leaves were previously dried for a week and ground until a moderately coarse powder was obtained, and then subjected to an exhaustive maceration process in a 70% hydroalcoholic solution. The plant material remained immersed in a drug/solvent ratio of 1:5 for a period of 7 days under constant agitation. After this time, the resulting macerate was filtered and concentrated in a rotary evaporator under reduced pressure until the solvent was completely eliminated to obtain the dry crude extract. The dry residue it was weighed to determine the percentage yield and stored in an amber glass bottle under refrigeration at 4 ºC until final dilution for biological assays.

2.3 COLLECTION AND SORTING OF PARASITES

The specimens of *Bovicola caprae* were obtained by collecting naturally infected goats (*Capra hircus* Linnaeus, 1758) from herds located in the municipality of Baraúna, Rio Grande do Norte. Collection was carried out with the aid of fine-toothed combs, in naturally infested animals that had not been subjected to treatment with antiparasitics in the last 90 days, randomly selected without restrictions regarding sex or age. After collection, the specimens were placed in suitable containers and transported to LPDE/UFERSA for sorting and taxonomic identification under a stereoscopic microscope, observing the specific morphological characteristics of the species according to the criteria of Guimarães, Tucci and Barros-Battesti (2001).

2.4 EXPERIMENTAL DESIGN AND BIOASSAY

To evaluate pediculicidal activity, *B. caprae* specimens were randomly distributed into treatment groups and control groups, containing 10 specimens each. As a positive control, Amitraz (10 µg/mL) was used, while for the negative control, the lice were subjected to

distilled water, following a methodology adapted from Gemeda *et al*. (2014). The concentrations tested for the hydroalcoholic extract comprised 10%; 5%; 2.5%; 1.25%; 0.625% and 0.3125%. The experimental protocol consisted of pipetting 1 mL of each test solution into Eppendorf-type tubes, where the lice were subjected to complete immersion for 1 minute.

2.5 MORTALITY ASSESSMENT

After immersion, the parasites were transferred to Petri dishes containing moistened filter paper, plus hair and cellular debris. Observations and assessments of mortality occurred at intervals of 1h, 3h, 6h, 12h, 24h, 36h and 48h after the start of the experiment, with the aid of a stereomicroscope. Specimens were considered dead when there was no movement of the legs, antennae or abdominal segments (Legesse *et al*., 2022). This summary presents the initial and partial data obtained in the first repetition of the experimental design foreseen in the research.

3 RESULTS AND DISCUSSION

The preliminary evaluation of the hydroalcoholic extract of *Lippia grata* Schauer demonstrated pediculicidal activity against *Bovicola caprae* under *in vitro* conditions. Analyzing the performance between the concentrations tested, the 0.625% concentration stood out for presenting the highest mortality rate among the extract dilutions, reaching 8 dead specimens (80% mortality) at the end of 48 hours of bioassay, as detailed in Table 1.

Table 1 - Performance of the hydroalcoholic extract of *Lippia grata* at different concentrations and of the control groups in the first repetition of the *in vitro* pediculicidal activity on *Bovicola caprae* over 48 hours (A = Alive, D = Dead).

Group/Treatment	1h	3h	6h	12h	24h	36h	48h
Positive Control (C+)	A: 10 D: 0	A: 10 D: 0	A: 9 D: 1	A: 8 D: 2	A: 1 D: 9	A: 1 D: 9	A: 0 D: 10
Negative Control (C-)	A: 10 D: 0	A: 10 D: 0	A: 10 D: 0	A: 9 D: 1	A: 7 D: 3	A: 5 D: 5	A: 4 D: 6
10%	A: 10 D: 0	A: 10 D: 0	A: 10 D: 0	A: 10 D: 0	A: 8 D: 2	A: 3 D: 7	A: 3 D: 7
5%	A: 10 D: 0	A: 10 D: 0	A: 10 D: 0	A: 9 D: 1	A: 6 D: 4	A: 5 D: 5	A: 4 D: 6
2,5%	A: 10 D: 0	A: 10 D: 0	A: 10 D: 0	A: 10 D: 0	A: 7 D: 3	A: 5 D: 5	A: 5 D: 5
1,25%	A: 10 D: 0	A: 10 D: 0	A: 10 D: 0	A: 10 D: 0	A: 8 D: 2	A: 4 D: 6	A: 4 D: 6
0,625%	A: 10 D: 0	A: 10 D: 0	A: 10 D: 0	A: 10 D: 0	A: 9 D: 1	A: 7 D: 3	A: 2 D: 8
0,3125%	A: 10 D: 0	A: 10 D: 0	A: 10 D: 0	A: 10 D: 0	A: 9 D: 1	A: 7 D: 3	A: 5 D: 5

DOI: 10.51189/vii-coninters/87189

Source: Prepared by the author based on experimental data (2026).

The pediculicidal activity associated with plant extracts can be explained due to the metabolites present in the product that can act synergistically, providing biological activity (Urrutia *et al*., 2021).

4 CONCLUSION

The hydroalcoholic extract of *Lippia grata* Schauer shows promising *in vitro* pediculicidal potential against *Bovicola caprae*, as evidenced by partial results from the first experimental replicate, particularly at the 0.625% concentration.

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001.

REFERENCES

AJITH, Y. *et al.* A field study on the efficacy of ivermectin via subcutaneous route against chewing lice (*Bovicola caprae*) infestation in naturally infested goats. **Onderstepoort Journal of Veterinary Research**, v. 86, n. 1, a1635, 2019. DOI: 10.4102/ojvr.v86i1.1635.

ANDRADE, R. B. *et al.* Caracterização físico-química e espectroscópica de extratos de Lippia grata com potencial para síntese verde de nanomateriais. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CATÁLISE**, 22., 2023. Anais [...]. Bento Gonçalves: SBCat, 2023 Available at: https://submissao.cbcat.sbcat.org.br/index.php/23CBCAT/article/view/293. Accessed on: Apr. 20th, 2026.

COSTA, P. C.; SOUZA, E. B.; BRITO, E. H. S.; Raquel Oliveira dos Santos FONTENELLE, R. O. dos S. Antimicrobial activity and therapeutic potential of the genus Lippia sensu lato (Verbenaceae). **Hoehnea**, v. 44, n. 2, p. 158-171, 2017. DOI: https://doi.org/10.1590/2236-8906-68/2016.

COTTICELLI, A. *et al.* Efficacy and safety of Neem oil for the topical treatment of bloodsucking lice *Linognathus stenopsis* in goats under field conditions. **Animals**, v. 13, n. 15, 2541, 2023. DOI: 10.3390/ani13152541.

FRANÇA, A.K.A. *et al.* In silico and in vitro assessment of the eucalyptus wood vinegar impact on reproduction of ticks Rhipicephalus microplus (Acari: Ixodidae). **Veterinary Parasitology**, v. 344, p. 110745, 2026.

GARG, S. K.; KATOCH, R.; BHUSHAN, C. Efficacy of flumethrin pour-on Against *Damalinia caprae* of goats (*Capra hircus*). **Tropical Animal Health and Production**, v. 30, p. 273-278, 1998. DOI: 10.1023/a:1005014100819.

GAZAFI, K. S.; TAVASSOLI, M.; MARDANI, K. Detection of pyrethroids resistance alleles in goat biting louse *Bovicola caprae* (Phthiraptera: Trichodectidae) in west and northwest of Iran. **Veterinary Research Forum**, v. 14, n. 9, p. 489-494, 2023. DOI: 10.30466/vrf.2023.556815.3565.

GEMEDA, N. *et al.* Insecticidal activity of some traditionally used Ethiopian medicinal plants against sheep ked Melophagus ovinus. **Journal of parasitology research**, v. 2014, n. 1, 978537, 2014. DOI: http://dx.doi.org/10.1155/2014/978537. DOI: 10.1155/2014/978537.

GUIMARÃES, J. H.; TUCCI, E. C.; BATTESTI-BARROS, D. M. Ectoparasitos de

importância veterinária. 1. ed. São Paulo: **Plêiade/FAPESP**, 2001. 218p.

HAN, M., RONG, Y., WANG, X. *et al.* Population structure, regions of homozygosity (ROH) and selection signal of two domesitic goat breeds revealed by whole-genome resequencing. **BMC Genomics.** 27: 65, 2026. https://doi.org/10.1186/s12864-025-12418-8.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa da Pecuária Municipal**. 2023. Available at: https://www.gov.br/mpa/pt-br/assuntos/noticias/ppm_2023_v51_br_informativo.pdf. Accessed on: Apr. 20, 2026.

JOHNSON, P. W.; BORAY, J. C.; DAWSON, K. L. Resistance to synthetic pyrethroid pour-on insecticides in strains of the sheep body louse *Bovicola* (*Darnalinia*) *ovis*. **Australian Veterinary Journal**, v. 69, n. 9, p. 213-217, 1992.

LEGESSE, S. *et al.* Epidemiological and therapeutic studies on sheep lice in Sayint district, South Wollo Zone, Northeast Ethiopia. **Frontiers in Veterinary Science**, v. 9, 1008455, 2022. DOI: 10.3389/fvets.2022.1008455.

NGUYEN, V. D. *et al.* Goat production, supply chains, challenges, and opportunities for development in Vietnam: a Review. **Animals**, v. 13, n. 15, 2546, 2023. DOI: 10.3390/ani13152546.

RANASINGHE, S. *et al.* Medicinal plants as a source of antiparasitics: an overview of experimental studies. **Pathogens and Global Health**, v. 117, n. 6, p. 535-553, 2023. DOI: https://doi.org/10.1080/20477724.2023.2179454.

REIS, A. S. *et al.* Atividade leishmanicida *in vitro* de frações do extrato hidroalcoólico das folhas de *Chenopodium ambrosioides* L. **Revista de Ciências da Saúde**, São Luís, v. 14, n. 2, p. 119-126, jul./dec. 2012.

SANTOS, M. A.; CLEMENTE, M. A. Impacts of parasitosis on small ruminant production. **Research, Society and Development**, v. 14, n. 1, 2025. DOI: https://doi.org/10.33448/rsd-v14i11.50145.

SILVA JÚNIOR, RAQ *et al.* Essential Oil of Lippia origanoides Kunth: Nanoformulation, Anticholinesterase Activity, and Molecular Docking. **Molecules.** 2025 Mar 31;30(7):1554. doi: 10.3390/molecules30071554.

URRUTIA, R. I. *et al.* Sunflower seed hulls waste as a novel source of insecticidal product: Pyrolysis bio-oil bioactivity on insect pests of stored grains and products. **Journal of Cleaner Production,** v. 287, 125000, 2021. DOI: http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125000.

UTAAKER, K. S. *et al.* Global goat! Is the expanding goat population an important reservoir of Cryptosporidium? **Frontiers in Veterinary Science**, v. 8, e648500, 2021. DOI: 10.3389/fvets.2021.648500.

YOGESHPRIYA, S. *et al.* Mixed ectoparasitic dermatitis associated with Psoroptes spp. in a goat and its successful management. **International Journal of Agriculture and Food Science**, 8(4): 258-261,2026.

JUSTIÇA CLIMÁTICA, VULNERABILIDADE SOCIAL E EDUCAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE: REFLEXÕES TEÓRICAS E PERSPECTIVAS PARA A GOVERNANÇA CLIMÁTICA CONTEMPORÂNEA

LUAN BRENNER DA COSTA; ZILDO GALLO; JOSÉ ANTONIO DA CONCEIÇÃO; ANTONIO CARLOS SILVA FERREIRA; ITAMAR DOS SANTOS FONSECA.

RESUMO

A crise climática contemporânea tem se configurado como um dos principais desafios enfrentados pela sociedade global, em virtude de seus impactos ambientais, sociais, econômicos e políticos, que atingem de forma desigual diferentes populações e territórios. Nesse contexto, a justiça climática emerge como importante referencial teórico e político para compreender as relações entre mudanças climáticas, vulnerabilidade social, direitos humanos e sustentabilidade. O presente estudo teve como objetivo analisar as contribuições das perspectivas contemporâneas da justiça climática para a compreensão das vulnerabilidades socioambientais e para o fortalecimento da governança e da educação para a sustentabilidade, a partir das contribuições teóricas de Mary Robinson, Nancy Fraser e da literatura recente sobre justiça climática no contexto brasileiro. Metodologicamente, a pesquisa caracteriza-se como qualitativa, exploratória e descritiva, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica e documental, com análise de produções científicas, obras de referência e documentos institucionais publicados entre os anos de 2021 e 2026. Os resultados evidenciaram que a justiça climática amplia a compreensão tradicional das mudanças climáticas ao incorporar dimensões relacionadas à equidade social, aos direitos humanos, à participação democrática e à responsabilidade intergeracional. A análise das contribuições de Nancy Fraser demonstrou que as categorias de redistribuição, reconhecimento e representação constituem importantes instrumentos para a compreensão das desigualdades climáticas contemporâneas. Os estudos analisados também evidenciaram a forte relação entre vulnerabilidade social e intensificação dos impactos climáticos, especialmente sobre povos indígenas, comunidades tradicionais e populações periféricas. Além disso, verificou-se que a educação climática e a participação social desempenham papel estratégico na construção de sociedades mais resilientes, inclusivas e sustentáveis. Conclui-se que a justiça climática constitui um paradigma fundamental para o enfrentamento da crise climática contemporânea, contribuindo para a formulação de políticas públicas mais democráticas, equitativas e comprometidas com a proteção das presentes e futuras gerações.

Palavras-chave: Direitos humanos; Equidade socioambiental; Governança democrática.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas constituem um dos maiores desafios enfrentados pela humanidade no século XXI, em razão de seus impactos multidimensionais sobre os sistemas ambientais, econômicos, sociais e políticos. O aumento da frequência e da intensidade dos eventos climáticos extremos, como secas prolongadas, enchentes, ondas de calor, queimadas e desastres socioambientais, tem evidenciado que os efeitos da crise climática não são distribuídos de maneira homogênea entre países, regiões e grupos sociais, afetando de forma

DOI: 10.51189/vii-coninters/87213

mais severa populações historicamente vulnerabilizadas (Robinson, 2021; Longuini; Rei, 2025). Nesse contexto, emerge o conceito de justiça climática, que amplia a compreensão da crise ambiental ao incorporar dimensões relacionadas aos direitos humanos, à equidade social, à participação democrática e à responsabilidade compartilhada.

A justiça climática tem suas origens nos movimentos de justiça ambiental e fundamenta-se no reconhecimento de que as populações que menos contribuem para as emissões de gases de efeito estufa são, paradoxalmente, aquelas que mais sofrem seus impactos. Tal perspectiva evidencia a necessidade de compreender as mudanças climáticas não apenas como um fenômeno físico ou ambiental, mas também como uma expressão das desigualdades sociais, econômicas e territoriais existentes (Longuini; Rei, 2025; Robinson, 2021). Estudos recentes demonstram que fatores como pobreza, exclusão social, desigualdade de renda, racismo ambiental e fragilidade institucional intensificam a exposição e a vulnerabilidade de determinados grupos aos riscos climáticos, configurando situações de profunda injustiça socioambiental (Pereira *et al.*, 2025).

No contexto brasileiro, as desigualdades climáticas manifestam-se de forma particularmente intensa em territórios periféricos, comunidades tradicionais, áreas rurais vulneráveis e regiões sujeitas a eventos extremos recorrentes. Pesquisas recentes evidenciam a existência de correlação entre vulnerabilidade social e maior incidência de impactos decorrentes de desastres climáticos, demonstrando que municípios com menores índices de desenvolvimento humano e maiores níveis de desigualdade apresentam menor capacidade de prevenção, resposta e adaptação (Pereira *et al.*, 2025). Da mesma forma, povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais figuram entre os grupos mais afetados pela degradação ambiental e pelas alterações climáticas, embora desempenhem papel fundamental na conservação dos ecossistemas e na manutenção da biodiversidade (Ribeiro; Miranda; Nogueira, 2025).

Nesse cenário, as contribuições teóricas de Mary Robinson e Nancy Fraser oferecem importantes instrumentos analíticos para a compreensão da justiça climática contemporânea. Robinson (2021) defende uma abordagem baseada nos direitos humanos, na equidade e na participação social, enfatizando o protagonismo das populações vulneráveis na construção de soluções para a crise climática. Por sua vez, Fraser propõe uma concepção ampliada de justiça, estruturada nas dimensões da redistribuição, do reconhecimento e da representação, possibilitando compreender as desigualdades climáticas como fenômenos simultaneamente econômicos, culturais e políticos (Piccinin; Pereira; Winckler, 2023). Essa ampliação conceitual contribui para fortalecer os debates sobre governança climática, sustentabilidade e justiça social.

Paralelamente, a educação climática tem sido reconhecida como estratégia fundamental para o enfrentamento da crise ambiental contemporânea, ao promover a formação crítica, a participação cidadã e a construção de sociedades mais resilientes e sustentáveis. A articulação entre educação, justiça climática e governança democrática possibilita ampliar a participação social nos processos decisórios e fortalecer práticas de adaptação e mitigação socialmente justas (Cemaden Educação, 2025; Instituto Pólis, 2023).

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar as contribuições das perspectivas contemporâneas da justiça climática para a compreensão das vulnerabilidades socioambientais e para o fortalecimento da governança e da educação para a sustentabilidade, a partir das contribuições teóricas de Mary Robinson, Nancy Fraser e da literatura recente sobre justiça climática no contexto brasileiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica e

documental. A abordagem qualitativa foi adotada por possibilitar a compreensão e a análise crítica das relações entre justiça climática, vulnerabilidade socioambiental, governança climática e educação para a sustentabilidade, considerando seus aspectos sociais, políticos, ambientais e culturais (Minayo, 2014).

Do ponto de vista metodológico, a pesquisa fundamentou-se na análise de produções científicas, documentos institucionais e obras de referência relacionadas à temática investigada. A pesquisa bibliográfica foi realizada a partir do levantamento, seleção e análise de livros, artigos científicos, relatórios institucionais e publicações técnico-científicas, procedimento que permite a construção de conhecimento a partir de contribuições teóricas já consolidadas na literatura (Gil, 2019).

O corpus documental foi constituído por estudos nacionais e internacionais publicados entre os anos de 2021 e 2026, selecionados em função de sua relevância científica e contribuição para a compreensão contemporânea da justiça climática. Entre as principais fontes analisadas destacam-se as obras e estudos de Robinson (2021), Piccinin, Pereira e Winckler (2023), Instituto Pólis (2023), Longuini e Rei (2025), Pereira *et al.* (2025), Ribeiro, Miranda e Nogueira (2025), o documento do Programa Cemaden Educação (2025) e a publicação do Conselho Nacional do Ministério Público (2026).

A análise dos dados foi desenvolvida por meio de abordagem interpretativa e analítica, buscando identificar aproximações teóricas, categorias conceituais e convergências entre os referenciais estudados. Para tanto, foram estabelecidas como categorias centrais de análise a justiça climática, a vulnerabilidade socioambiental, os direitos humanos, a governança climática, a participação social e a educação para a sustentabilidade, permitindo a construção de uma compreensão interdisciplinar acerca dos desafios e possibilidades para o enfrentamento da crise climática contemporânea.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Justiça climática e ampliação contemporânea do conceito de justiça

A justiça climática consolidou-se, nas últimas décadas, como um importante campo interdisciplinar de análise e intervenção política, jurídica e social, ampliando a compreensão tradicional das mudanças climáticas para além das dimensões estritamente ambientais e científicas. Fundamentada nos princípios da justiça ambiental, dos direitos humanos e da equidade social, essa perspectiva reconhece que os impactos da crise climática são distribuídos de maneira desigual entre diferentes grupos sociais, territórios e países, exigindo respostas pautadas na redução das desigualdades e na promoção da justiça social (Longuini; Rei, 2025). Nesse contexto, a justiça climática emerge como um paradigma capaz de articular sustentabilidade, democracia, participação social e responsabilidade compartilhada.

De acordo com Robinson (2021), a justiça climática pressupõe o reconhecimento de que as populações que menos contribuíram historicamente para as emissões de gases de efeito estufa são justamente aquelas que enfrentam os maiores riscos decorrentes das mudanças climáticas. Tal constatação desloca o debate climático de uma perspectiva exclusivamente técnica para uma abordagem baseada nos direitos humanos, na solidariedade internacional e na responsabilidade ética entre gerações. A autora destaca que mulheres, povos indígenas, agricultores familiares, comunidades tradicionais e populações economicamente vulneráveis encontram-se na linha de frente da crise climática, experimentando impactos sociais, econômicos e culturais desproporcionais.

Nesse cenário, as contribuições teóricas de Nancy Fraser oferecem importantes instrumentos analíticos para a compreensão das desigualdades climáticas contemporâneas. Conforme discutem Piccinin, Pereira e Winckler (2023), a proposta tridimensional de justiça desenvolvida por Fraser amplia os referenciais tradicionais ao incorporar as dimensões da redistribuição, do reconhecimento e da representação. A dimensão redistributiva evidencia

que as desigualdades econômicas condicionam a exposição diferenciada aos riscos ambientais e climáticos, tornando determinados grupos mais vulneráveis aos impactos decorrentes das mudanças climáticas. A dimensão do reconhecimento destaca a necessidade de valorização das identidades, culturas e modos de vida historicamente marginalizados, enquanto a dimensão da representação enfatiza a importância da participação democrática nos processos de tomada de decisão relacionados às políticas climáticas.

A literatura recente demonstra que a crise climática constitui simultaneamente uma crise ecológica, econômica, política e social. Longuini e Rei (2025) ressaltam que a justiça climática emerge da compreensão de que os efeitos das mudanças climáticas aprofundam desigualdades preexistentes, ampliando situações de pobreza, insegurança alimentar, deslocamentos populacionais e exclusão social. Além disso, a justiça climática incorpora uma dimensão ética e intergeracional, reconhecendo a responsabilidade das gerações atuais na proteção dos direitos das futuras gerações. Nesse sentido, o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado passa a ser compreendido como direito humano fundamental, cuja efetivação depende da construção de modelos de desenvolvimento capazes de conciliar proteção ambiental, inclusão social e participação democrática (Conselho Nacional do Ministério Público, 2026).

Os resultados da revisão evidenciam, portanto, que a justiça climática constitui um importante paradigma interpretativo para a compreensão da crise climática contemporânea, permitindo articular direitos humanos, equidade social, sustentabilidade e governança democrática em uma perspectiva integrada e transformadora.

3.2 Vulnerabilidade social, povos indígenas e injustiça climática no Brasil

A literatura contemporânea evidencia que a vulnerabilidade social constitui um dos principais fatores associados à intensificação dos impactos das mudanças climáticas. No Brasil, a combinação entre desigualdade social, concentração de renda, fragilidade institucional e ocupação desordenada do território produz cenários de elevada exposição a eventos climáticos extremos, configurando situações de injustiça climática estrutural (Pereira *et al.*, 2025).

A análise realizada por Pereira *et al.* (2025), a partir de dados nacionais sobre desastres naturais registrados entre 1991 e 2022, demonstra a existência de forte correlação entre indicadores de vulnerabilidade social e a intensidade dos impactos decorrentes de eventos climáticos extremos. Municípios caracterizados por baixos índices de desenvolvimento humano, elevados níveis de desigualdade social e fragilidade socioeconômica apresentam maiores índices de desalojados, desabrigados, enfermos e pessoas afetadas por desastres socioambientais.

No ambiente urbano, a injustiça climática manifesta-se de forma particularmente intensa nas periferias e assentamentos precários, onde a ausência de infraestrutura adequada, saneamento básico, drenagem urbana e políticas habitacionais amplia significativamente a exposição aos riscos ambientais. O Instituto Pólis (2023) destaca que fatores como racismo ambiental, segregação territorial e pobreza energética contribuem para a produção e reprodução de vulnerabilidades climáticas diferenciadas, reforçando processos históricos de exclusão social.

Paralelamente, os povos indígenas ocupam posição central nos debates contemporâneos sobre justiça climática, tanto em razão de sua elevada vulnerabilidade quanto por sua contribuição histórica para a conservação dos ecossistemas e da biodiversidade. Na Amazônia brasileira, os impactos das mudanças climáticas, associados ao desmatamento, às queimadas, à mineração ilegal e à degradação ambiental, têm produzido graves consequências sociais, econômicas, culturais e territoriais para os povos originários (Ribeiro; Miranda; Nogueira, 2025).

DOI: 10.51189/vii-coninters/87213

Conforme argumenta Robinson (2021), os povos indígenas figuram entre os grupos que menos contribuíram para a crise climática global e, paradoxalmente, encontram-se entre os mais afetados por seus efeitos. Essa realidade evidencia uma profunda injustiça climática, uma vez que compromete não apenas a sobrevivência física dessas populações, mas também seus modos de vida, sistemas de conhecimento, espiritualidades e identidades culturais. Além disso, os territórios indígenas desempenham papel estratégico na manutenção dos serviços ecossistêmicos globais, atuando na conservação da biodiversidade, no sequestro de carbono e na regulação climática.

Os resultados analisados demonstram que a justiça climática no contexto brasileiro exige a implementação de políticas públicas orientadas pela equidade social, pelo reconhecimento das diversidades culturais e pela proteção dos grupos historicamente vulnerabilizados. Dessa forma, a redução das desigualdades socioambientais constitui condição fundamental para o fortalecimento da adaptação climática e da sustentabilidade.

3.3 Educação climática, participação social e perspectivas para a sustentabilidade

A educação climática tem assumido papel estratégico no enfrentamento da crise ambiental contemporânea, contribuindo para a formação de cidadãos críticos, participativos e comprometidos com a construção de sociedades mais sustentáveis. Ao articular conhecimentos científicos, saberes tradicionais e práticas sociais, a educação climática possibilita ampliar a compreensão dos fenômenos ambientais e fortalecer processos de adaptação, mitigação e resiliência climática (Cemaden Educação, 2025).

A publicação *Nós no clima da mudança: caminhos de educação e justiça climática* (Cemaden Educação, 2025) destaca que a educação climática deve ser compreendida como um processo formativo contínuo, interdisciplinar e participativo, capaz de promover reflexões críticas sobre as relações entre sociedade, natureza, desigualdade e sustentabilidade. Essa perspectiva aproxima-se dos pressupostos da educação ambiental crítica, ao reconhecer que a crise climática resulta de processos históricos, econômicos, sociais e políticos complexos, exigindo transformações estruturais e mudanças culturais profundas.

Além disso, a participação social constitui elemento indispensável para a efetivação da justiça climática. Conforme argumenta Robinson (2021), as populações diretamente afetadas pelos impactos das mudanças climáticas devem ocupar posição central nos processos de tomada de decisão, contribuindo para a formulação de políticas públicas mais democráticas, inclusivas e socialmente justas. Nesse sentido, mecanismos de governança participativa, educação ambiental e mobilização social desempenham papel fundamental na promoção da sustentabilidade.

As experiências analisadas pelo Conselho Nacional do Ministério Público (2026) demonstram que a construção de estratégias de enfrentamento da crise climática depende da articulação entre diferentes atores sociais, instituições públicas, organizações da sociedade civil e comunidades locais. Essa articulação favorece a construção de soluções contextualizadas, participativas e socialmente inclusivas, fortalecendo a capacidade adaptativa das populações vulneráveis e ampliando os processos de governança climática democrática.

Dessa forma, os resultados desta pesquisa evidenciam que a educação climática, associada à participação social e à justiça socioambiental, constitui importante instrumento para a construção de sociedades mais resilientes, sustentáveis e comprometidas com a proteção dos direitos humanos e das futuras gerações. A promoção da sustentabilidade, nesse contexto, depende da integração entre conhecimento científico, participação democrática, equidade social e compromisso ético com a preservação ambiental.

4 CONCLUSÃO

DOI: 10.51189/vii-coninters/87213

A presente pesquisa possibilitou analisar as contribuições das perspectivas contemporâneas da justiça climática para a compreensão das vulnerabilidades socioambientais e para o fortalecimento da governança e da educação voltadas à sustentabilidade. Os resultados evidenciaram que a crise climática ultrapassa a dimensão estritamente ambiental, configurando-se como um fenômeno social, político, econômico e ético, marcado por profundas desigualdades na distribuição de riscos, impactos e capacidades de resposta.

A análise das contribuições de Mary Robinson permitiu compreender a justiça climática como uma abordagem fundamentada nos direitos humanos, na equidade e na participação social, destacando o protagonismo das populações historicamente vulnerabilizadas. Por sua vez, a perspectiva teórica de Nancy Fraser demonstrou-se relevante para a ampliação da compreensão das injustiças climáticas, ao articular as dimensões da redistribuição, do reconhecimento e da representação como elementos essenciais para a construção de políticas climáticas mais democráticas e inclusivas.

Os estudos analisados também evidenciaram que a vulnerabilidade social constitui um fator determinante para a intensificação dos impactos das mudanças climáticas, especialmente em contextos marcados por desigualdades socioeconômicas, raciais e territoriais. Nesse cenário, povos indígenas, comunidades tradicionais, populações periféricas e grupos socialmente vulneráveis permanecem entre os mais afetados pelos eventos climáticos extremos, apesar de contribuírem minimamente para sua ocorrência.

Verificou-se, ainda, que a educação climática e a participação social desempenham papel estratégico no fortalecimento da resiliência comunitária, da governança democrática e da construção de sociedades mais sustentáveis. A promoção da justiça climática demanda, portanto, a articulação entre proteção ambiental, direitos humanos, políticas públicas e processos educativos transformadores.

Como limitações do estudo, destaca-se o fato de a pesquisa estar fundamentada predominantemente em revisão bibliográfica e documental, não contemplando investigações empíricas ou estudos de caso específicos. Nesse sentido, pesquisas futuras poderão aprofundar a análise da justiça climática em contextos locais, investigando experiências de governança participativa, educação climática e adaptação comunitária frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas. Conclui-se que a justiça climática constitui um importante paradigma para a promoção da sustentabilidade, da equidade social e da proteção das presentes e futuras gerações.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional do Ministério Público. **Justiça climática & sustentabilidade: o Ministério Público brasileiro em ação**. 1. ed. Brasília: CNMP, 2026.

CEMADEN EDUCAÇÃO. **Nós no clima da mudança: caminhos de educação e justiça climática**. São José dos Campos: Programa Cemaden Educação; Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima; Ministério da Educação, 2025.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2019.

INSTITUTO PÓLIS. **Justiça climática e infraestruturas urbanas: reflexões e propostas para a cidade que queremos**. São Paulo: Instituto Pólis, 2023.

LONGUINI, M. F.; REI, F. Justiça climática e combate às mudanças climáticas. In: VEIGA, F. da S.; VIGILANE, F.; BENATTI, F. **Direitos Fundamentais na Perspectiva Ítalo-Brasileira**. v. 6. São Paulo: Instituto Iberoamericano de Estudos Jurídicos, 2025. p. 570-590.

Disponível em: https://www.repositorioiberojur.com/index.php/catalog/catalog/book/61. Acesso em: 27 jul. 2026.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. São Paulo: Hucitec, 2014.

PEREIRA, A. F. C.; GARZIERA, L.; SANTOS, M. H. P. dos; ALVES, P. P. Conexões entre desastres naturais e vulnerabilidade social no Brasil: uma análise de justiça climática de 1991 a 2022. **Revista de Estudos Interdisciplinares**, v. 7, n. 1, p. 1-23, jan./fev. 2025. Disponível em: https://revistas.ceeinter.com.br/revistadeestudosinterdisciplinar/article/view/1636. Acesso em: 20 jul. 2026.

PICCININ, G.; PEREIRA, R.; WINCKLER, S. A legitimação para a governança e litigância climáticas a partir da ampliação conceitual da justiça: aproximações entre as narrativas de Mary Robinson e as perspectivas teóricas de Nancy Fraser. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, Caxias do Sul, v. 13, n. 3, p. 1-27, set./dez. 2023. Disponível em: https://sou.ucs.br/etc/revistas/index.php/direitoambiental/article/view/11732. Acesso em: 22 jul. 2022.

RIBEIRO, G. M. A.; MIRANDA, S. C. R. de; NOGUEIRA, S. C. S. Justiça climática: uma perspectiva para a redução da vulnerabilidade indígena na Amazônia. **Revista do Ministério Público do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, n. 98, p. 71-95, jul./dez. 2025. Disponível em: https://www.revistadomprs.org.br/index.php/amprs/article/view/456. Acesso em: 18 jul. 2022.

ROBINSON, M. **Justiça climática: esperança, resiliência e a luta por um futuro sustentável**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2021.

OS DESAFIOS DA SUSTENTABILIDADE DIANTE DA INTENSIFICAÇÃO DOS EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS: LIÇÕES DO SUPER EL NIÑO, O PAPEL DA BIOMASSA NA TRANSIÇÃO ENERGÉTICA E PERSPECTIVAS PARA A RESILIÊNCIA GLOBAL

VALDILENE DE JESUS BARROS BOTÊLHO; PEDRO HENRIQUE SILVA SANTOS; ELÂINE CORREIA JACOBINA; ELAINE CARVALHO SANTANA; ARIEL DE MACEDO PEREIRA DO COUTO; RAFAEL DOS SANTOS NARDOTTO; CARMEN SCHAFAUSER

RESUMO

O aumento da frequência e da intensidade de eventos climáticos extremos nas últimas décadas, associado a oscilações como o Super El Niño, tem ampliado os desafios para a sustentabilidade ambiental, econômica e social em escala global. Este estudo tem como objetivo analisar as implicações dessas variabilidades climáticas sobre a segurança socioambiental, destacando o papel da biomassa como alternativa estratégica na transição energética e discutindo perspectivas para o fortalecimento da resiliência global frente às mudanças climáticas. Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa, com abordagem exploratória e descritiva, baseada em revisão integrativa de literatura científica recente sobre climatologia, energia renovável e adaptação climática. Os resultados indicam que eventos de El Niño intensificados contribuem para alterações significativas nos regimes de precipitação, aumento de secas severas em algumas regiões e enchentes em outras, impactando diretamente a produção agrícola, a disponibilidade hídrica e a estabilidade energética. Observa-se ainda que a biomassa se apresenta como fonte relevante de energia renovável, especialmente em países com forte base agroindustrial, contribuindo para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a diversificação da matriz energética. No entanto, sua efetividade depende de políticas públicas consistentes, inovação tecnológica e manejo sustentável dos recursos naturais. Conclui-se que a integração entre estratégias de adaptação climática e transição energética baseada em fontes renováveis, como a biomassa, é fundamental para promover maior resiliência global diante da intensificação dos eventos climáticos extremos, exigindo cooperação internacional e planejamento de longo prazo. Além disso, ressalta-se a importância da educação ambiental e da cooperação entre países para acelerar soluções sustentáveis.

Palavras-chave: governança ambiental; bioenergia avançada; risco hidrometeorológico.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, observa-se um aumento significativo na frequência e na intensidade de eventos climáticos extremos, como secas prolongadas, enchentes e ondas de calor, associados às mudanças climáticas globais. Relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas apontam que o aquecimento do sistema climático é inequívoco e influencia diretamente a ocorrência de extremos climáticos em diversas regiões do planeta (IPCC, 2021). Entre os fenômenos de variabilidade climática mais relevantes, destaca-se o El Niño-Oscilação Sul (ENOS), especialmente em suas fases intensificadas, como o chamado Super El Niño, capaz de provocar alterações expressivas nos regimes de chuva e temperatura em escala global (Trenberth, 2015).

DOI: 10.51189/vii-coninters/87230

No contexto brasileiro e sul-americano, estudos indicam que tais eventos estão associados a impactos relevantes na agricultura, nos recursos hídricos e na geração de energia, ampliando vulnerabilidades socioeconômicas já existentes. Pesquisas destacam que a intensificação de eventos extremos tem relação direta com desequilíbrios atmosféricos e oceânicos, agravando desigualdades regionais e dificultando estratégias de adaptação climática (Marengo et al., 2016). Diante desse cenário, cresce a necessidade de alternativas sustentáveis que contribuam para a mitigação dos impactos ambientais e para a transição energética.

Nesse sentido, a biomassa surge como uma fonte renovável estratégica dentro da matriz energética global, especialmente por seu potencial de aproveitamento de resíduos agrícolas e florestais. Sua utilização pode contribuir para a redução das emissões de gases de efeito estufa e para a diversificação das fontes energéticas, fortalecendo a segurança energética em diferentes países (IEA, 2023; Goldemberg, 2008). No entanto, sua implementação exige planejamento ambiental adequado e políticas públicas consistentes, a fim de evitar impactos indiretos como desmatamento e uso insustentável do solo.

Dessa forma, este estudo tem como objetivo analisar os desafios da sustentabilidade diante da intensificação dos eventos climáticos extremos, com ênfase nas lições do Super El Niño, no papel da biomassa na transição energética e nas perspectivas para o fortalecimento da resiliência global frente às mudanças climáticas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa de natureza qualitativa, com abordagem exploratória e descritiva, desenvolvida por meio de revisão integrativa da literatura científica. A escolha dessa metodologia se justifica pela necessidade de reunir, analisar e sintetizar conhecimentos já produzidos sobre os impactos dos eventos climáticos extremos, com ênfase no Super El Niño, bem como sobre o papel da biomassa na transição energética e suas implicações para a sustentabilidade global.

A coleta de dados foi realizada a partir de publicações científicas indexadas em bases de dados reconhecidas, como SciELO, Google Scholar e periódicos internacionais da área de ciências ambientais, energia e climatologia. Foram considerados artigos, relatórios técnicos e documentos institucionais publicados preferencialmente nos últimos dez anos, com destaque para produções de organismos internacionais como o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e a Agência Internacional de Energia (IEA).

Para a seleção do material, adotaram-se critérios de inclusão que contemplaram estudos com relevância temática direta, disponibilidade de texto completo e abordagem relacionada às mudanças climáticas, variabilidade climática e fontes renováveis de energia. Foram excluídos trabalhos duplicados, estudos sem rigor científico adequado e publicações que não apresentavam relação direta com os objetivos propostos.

A análise dos dados ocorreu por meio de leitura interpretativa e categorização temática, permitindo a organização das informações em três eixos principais: (a) impactos dos eventos climáticos extremos, (b) implicações do Super El Niño na sustentabilidade global e (c) potencial da biomassa na transição energética. Esse processo possibilitou a identificação de convergências e lacunas no conhecimento científico, contribuindo para a construção de uma síntese crítica sobre o tema investigado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura evidenciou que a intensificação de eventos climáticos extremos está diretamente associada às alterações no sistema climático global, especialmente no aumento da temperatura média da superfície terrestre e oceânica. De acordo com o IPCC (2021), tais mudanças ampliam a frequência e a severidade de fenômenos como secas, enchentes e ondas de calor, afetando de maneira desigual diferentes regiões do planeta. No caso do Super El Niño,

DOI: 10.51189/vii-coninters/87230

observa-se um fortalecimento das anomalias climáticas, com impactos expressivos nos regimes de precipitação e temperatura (Trenberth, 2015).

No contexto socioeconômico, Marengo et al. (2016) destacam que a América do Sul é particularmente vulnerável a esses eventos, sobretudo em setores como agricultura, abastecimento hídrico e geração de energia hidrelétrica. Os dados analisados indicam que períodos de El Niño intenso estão frequentemente associados à redução da produtividade agrícola em algumas regiões e ao aumento de eventos de inundação em outras, o que evidencia a instabilidade climática como fator de risco sistêmico.

Em relação à transição energética, os estudos analisados apontam a biomassa como uma alternativa relevante para diversificação da matriz energética e mitigação das emissões de gases de efeito estufa. Segundo Goldemberg (2008), o uso sustentável da biomassa pode contribuir significativamente para a redução da dependência de combustíveis fósseis, especialmente em países com forte setor agroindustrial. A Agência Internacional de Energia (IEA, 2023) reforça que a bioenergia continua sendo uma das principais fontes renováveis em expansão, embora sua viabilidade dependa de políticas ambientais rigorosas e de inovação tecnológica.

Tabela 1 – Principais impactos dos eventos climáticos extremos associados ao El Niño

Região/Setor	Principal impacto observado	Consequência
América do Sul	Alteração no regime de chuvas	Secas em algumas áreas e enchentes em outras
Agricultura	Redução da produtividade	Perdas econômicas e insegurança alimentar
Recursos hídricos	Irregularidade hídrica	Escassez de água e conflitos de uso
Energia	Redução da geração hidrelétrica	Aumento do uso de termelétricas

Fonte: Adaptado de IPCC (2021); Marengo et al. (2016).

Os resultados apresentados na Tabela 1 reforçam a interdependência entre clima e sistemas socioeconômicos, evidenciando que os eventos extremos não são apenas fenômenos naturais, mas também catalisadores de crises estruturais. Essa perspectiva é corroborada por Trenberth (2015), que destaca o papel do aquecimento global na intensificação do El Niño.

Tabela 2 – Potencial da biomassa na transição energética

Aspecto analisado	Contribuição da biomassa	Limitações
Emissões de carbono	Redução de gases de efeito estufa	Dependência de manejo sustentável
Matriz energética	Diversificação de fontes renováveis	Competição com uso da terra
Economia rural	Geração de empregos e renda	Necessidade de investimento tecnológico
Sustentabilidade	Aproveitamento de resíduos	Risco de exploração inadequada

DOI: 10.51189/vii-coninters/87230

Fonte: Goldemberg (2008); IEA (2023).

A Tabela 2 demonstra que a biomassa apresenta vantagens significativas para a transição energética, especialmente no que se refere à redução das emissões e ao fortalecimento da economia rural. Entretanto, sua implementação exige equilíbrio entre produção energética e conservação ambiental, evitando impactos negativos como desmatamento ou uso excessivo do solo agrícola.

De forma geral, os achados indicam que a integração entre adaptação climática e transição energética é essencial para o fortalecimento da resiliência global. O Super El Niño atua como um fator amplificador de vulnerabilidades já existentes, enquanto a biomassa se apresenta como uma alternativa viável, porém dependente de governança ambiental eficaz e planejamento de longo prazo. Assim, a literatura converge para a necessidade de políticas públicas integradas que articulem mitigação, adaptação e desenvolvimento sustentável.

4 CONCLUSÃO

A presente pesquisa permitiu compreender que a intensificação dos eventos climáticos extremos, especialmente aqueles associados ao Super El Niño, representa um dos principais desafios contemporâneos para a sustentabilidade global. Constatou-se que tais fenômenos afetam de forma direta os sistemas naturais e socioeconômicos, provocando alterações no regime de chuvas, aumento de secas e enchentes, além de impactos significativos na agricultura, nos recursos hídricos e na geração de energia.

Observou-se que esses efeitos não ocorrem de maneira isolada, mas estão interligados a processos mais amplos de mudanças climáticas globais, conforme destacado pelo IPCC (2021). Dessa forma, reforça-se a necessidade de estratégias integradas de adaptação e mitigação, capazes de reduzir vulnerabilidades e aumentar a resiliência das sociedades frente às oscilações climáticas.

No que se refere à transição energética, conclui-se que a biomassa apresenta papel relevante como fonte renovável, contribuindo para a diversificação da matriz energética e para a redução das emissões de gases de efeito estufa. No entanto, seu potencial depende diretamente de políticas públicas eficientes, planejamento territorial adequado e uso sustentável dos recursos naturais, conforme discutido por Goldemberg (2008) e pela IEA (2023).

Entre as limitações deste estudo, destaca-se o fato de se tratar de uma revisão integrativa da literatura, o que impossibilita a obtenção de dados primários e a verificação empírica direta dos impactos analisados. Além disso, a variabilidade dos cenários climáticos e energéticos pode gerar diferentes interpretações dependendo das regiões estudadas e das metodologias utilizadas nos trabalhos consultados.

Como perspectivas futuras, recomenda-se o desenvolvimento de estudos empíricos e regionais que avaliem com maior precisão os impactos do Super El Niño em setores específicos, bem como pesquisas aplicadas sobre a viabilidade econômica, ambiental e social da biomassa em diferentes contextos. Também se destaca a importância de investigações interdisciplinares que integrem climatologia, engenharia energética e políticas públicas, visando soluções mais eficazes e sustentáveis.

Por fim, conclui-se que a articulação entre ciência, tecnologia e governança ambiental é essencial para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas, sendo fundamental para promover um futuro mais resiliente e sustentável.

REFERÊNCIAS

GOLDEMBERG, J. **Energy, environment and development**. 2. ed. London: Routledge, 2008.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate change 2021: the physical science basis**. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). **Renewables 2023: analysis and forecast to 2028**. Paris: International Energy Agency, 2023.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil—past, present, and future. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 129, n. 3-4, p. 1189-1200, 2017. DOI: 10.1007/s00704-016-1840-9.

MCKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In: CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY, 8., 1993, Anaheim. **Proceedings [...]**. Anaheim: American Meteorological Society, 1993. p. 179-184.

NEPSTAD, D. C. *et al.* The end of deforestation in the Brazilian Amazon. **Science**, v. 326, n. 5958, p. 1350-1351, 2009. DOI: 10.1126/science.1183640.

PARRY, M. L. *et al.* **Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

TRENBERTH, K. E. The El Niño–Southern Oscillation (ENSO): a review. **Earth System Dynamics**, v. 6, p. 261-298, 2015. DOI: 10.5194/esd-6-261-2015.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION (WMO). **State of the global climate 2023**. Geneva: World Meteorological Organization, 2024.

ENTRE O SILÊNCIO E A VIOLÊNCIA: BULLYING E CYBERBULLYING COMO DESAFIOS À SUSTENTABILIDADE SOCIAL E À CULTURA DE PAZ NO AMBIENTE ESCOLAR

JOSÉ REINALDO MENDONÇA MOURA; JOSÉ NILDO DOS SANTOS

RESUMO

O bullying e o cyberbullying constituem formas de violência que afetam a dignidade, o sentimento de pertencimento, a segurança e a qualidade das relações no ambiente educacional. Quando persistentes, ultrapassam o conflito interpessoal e comprometem a sustentabilidade social da escola, entendida como a capacidade institucional de produzir convivência democrática, proteção, inclusão, participação e bem-estar. O objetivo deste trabalho é analisar de que modo essas práticas fragilizam a sustentabilidade social e discutir princípios de prevenção capazes de fortalecer uma cultura de paz. Realizou-se revisão bibliográfica e documental, qualitativa e analítico-interpretativa. As buscas ocorreram entre julho e agosto de 2026 no Google Acadêmico, SciELO e ERIC, complementadas pelos portais oficiais do Planalto e da UNESCO, mediante descritores em português e inglês relacionados a bullying, cyberbullying, clima escolar, violência escolar, cultura de paz e sustentabilidade social. Aplicados critérios de pertinência temática, contexto educacional, acesso ao texto integral e confiabilidade da fonte, o corpus final reuniu sete documentos: três normativos, dois institucionais e dois estudos científicos. A análise temática foi organizada em quatro dimensões: direitos e proteção; clima e pertencimento; continuidade entre violência presencial e digital; e prevenção institucional. Os resultados evidenciam que respostas exclusivamente punitivas são insuficientes quando desvinculadas de ações permanentes de escuta, educação para a convivência, participação estudantil, formação dos profissionais, articulação com as famílias e protocolos de acolhimento. O cyberbullying amplia temporal e espacialmente a violência, fazendo com que seus efeitos ultrapassem os muros escolares. Conclui-se que enfrentar essas práticas é condição para uma escola socialmente sustentável: proteger a vítima, responsabilizar de modo educativo, interromper ciclos de agressão e reconstruir vínculos são ações complementares. A cultura de paz não corresponde à ausência artificial de conflitos, mas à capacidade coletiva de tratá-los sem violência, com direitos, diálogo, corresponsabilidade e proteção integral.

Palavras-chave: Direitos humanos; Proteção integral; Violência escolar.

1 INTRODUÇÃO

A escola é um espaço de aprendizagem, socialização e formação cidadã, mas também reproduz tensões presentes na sociedade. Entre elas, o bullying ocupa lugar relevante por combinar agressão, repetição, assimetria de poder e produção de sofrimento. A Lei nº 13.185/2015 instituiu no Brasil o Programa de Combate à Intimidação Sistemática e consolidou uma definição jurídica do fenômeno, incluindo sua manifestação por meios digitais. Posteriormente, a Lei nº 14.811/2024 reforçou a proteção de crianças e adolescentes contra a

DOI: 10.51189/vii-coninters/87382

violência em estabelecimentos educacionais e introduziu no Código Penal as figuras de intimidação sistemática e intimidação sistemática virtual.

A ampliação do debate jurídico não elimina a necessidade de compreender o problema pedagogicamente. A violência entre pares interfere na confiança, no pertencimento, na participação e na percepção de segurança. A literatura sobre clima escolar mostra que ambientes acolhedores e protetivos se relacionam a dimensões relevantes do desenvolvimento e da experiência educacional, enquanto estudos recentes apontam associação inversa entre clima escolar positivo e vitimização por cyberbullying. Desse modo, o fenômeno não pode ser reduzido a uma sucessão de episódios isolados nem tratado apenas quando alcança gravidade disciplinar ou penal.

Neste trabalho, a sustentabilidade social é mobilizada como chave interpretativa para pensar a continuidade e a qualidade das relações que sustentam a comunidade escolar. Uma escola socialmente sustentável precisa combinar acesso, dignidade, equidade, segurança, participação e capacidade institucional de prevenir violências. Essa abordagem se articula diretamente ao eixo de Sustentabilidade Social do VII Congresso Internacional de Sustentabilidade, que acolhe discussões sobre direitos humanos, bem-estar, diversidade e educação.

O cyberbullying amplia a complexidade do problema. A agressão pode ocorrer fora do horário escolar, alcançar públicos numerosos, ser replicada rapidamente e permanecer acessível. A separação rígida entre “dentro” e “fora” da escola torna-se insuficiente quando relações iniciadas presencialmente continuam em grupos de mensagens, redes sociais, jogos e outras plataformas. Embora a instituição escolar não controle todos os espaços digitais, possui responsabilidade educativa na construção de competências de convivência, respeito, cidadania e uso responsável das tecnologias.

Diante disso, formula-se a seguinte questão: de que maneira bullying e cyberbullying comprometem a sustentabilidade social da escola e quais dimensões preventivas podem fortalecer uma cultura de paz? O objetivo geral é analisar a relação entre violência entre pares, sustentabilidade social e convivência escolar. Como objetivos específicos, busca-se: compreender os impactos do bullying e do cyberbullying sobre proteção, pertencimento e clima escolar; examinar o marco normativo brasileiro; e sistematizar princípios institucionais de prevenção e enfrentamento coerentes com uma cultura de paz.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de revisão bibliográfica e documental, de abordagem qualitativa e finalidade analítico-interpretativa. O protocolo de busca foi executado entre 1º de julho e 9 de agosto de 2026. Para a produção acadêmica, foram consultados Google Acadêmico, Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Education Resources Information Center (ERIC). A pesquisa documental foi complementada nos portais oficiais da Presidência da República/Planalto e da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), escolhidos por reunirem, respectivamente, a legislação brasileira e documentos internacionais diretamente relacionados à proteção integral, à violência escolar e à educação para a paz.

Empregaram-se, isoladamente e em combinações com os operadores booleanos AND e OR, os descritores: “bullying”, “cyberbullying”, “violência escolar”, “clima escolar”, “cultura de paz”, “sustentabilidade social”, “school climate”, “school violence”, “cyberbullying victimization” e “peace education”. Entre as principais estratégias de busca estiveram: bullying AND “clima escolar”; cyberbullying AND “clima escolar”; “violência escolar” AND “cultura de paz”; bullying AND “sustentabilidade social”; school climate AND cyberbullying; e school

violence AND peace education. O recorte temporal principal compreendeu publicações de 2015 a 2026, por coincidir com a instituição do Programa de Combate à Intimidação Sistemática no Brasil. Admitiu-se como exceção o Estatuto da Criança e do Adolescente, de 1990, por sua centralidade normativa para o princípio da proteção integral.

Foram incluídos textos disponíveis integralmente em português, inglês ou espanhol; estudos científicos revisados por pares, especialmente revisões sistemáticas e meta-análises; documentos oficiais e normas jurídicas; e materiais que abordassem diretamente o contexto educacional e ao menos uma das seguintes dimensões: caracterização da violência entre pares, clima escolar e vitimização, extensão digital das agressões, responsabilidades institucionais ou estratégias de prevenção. Foram excluídos registros duplicados, textos exclusivamente opinativos, publicações sem acesso ao conteúdo integral, trabalhos sem relação direta com instituições educacionais e materiais que apenas mencionassem os descritores sem contribuir para responder ao problema de pesquisa.

Após leitura de títulos e resumos, seguida de leitura integral dos materiais potencialmente elegíveis, constituiu-se um corpus intencional de sete documentos centrais: três normas brasileiras (Estatuto da Criança e do Adolescente e Leis nº 13.185/2015 e nº 14.811/2024), dois documentos institucionais da UNESCO e dois estudos científicos, sendo uma revisão sistemática sobre clima social escolar na América Latina e uma meta-análise sobre clima escolar e vitimização por cyberbullying. A seleção intencional privilegiou densidade analítica, atualidade, autoridade da fonte e aderência ao objetivo, sem pretensão de exaustividade estatística.

O material foi submetido à análise temática de conteúdo, desenvolvida em três movimentos: leitura exploratória e identificação dos núcleos conceituais e normativos; comparação das convergências, complementaridades e tensões entre as fontes; e síntese interpretativa. Desse processo emergiram quatro categorias: 1) proteção integral e direitos; 2) clima escolar, pertencimento e sustentabilidade social; 3) continuidade entre bullying presencial e cyberbullying; e 4) prevenção institucional e cultura de paz. A opção pela categorização, em vez da quantificação de ocorrências, é coerente com a natureza qualitativa do estudo e permite explicitar o caminho analítico sem atribuir ao corpus dados empíricos que ele não oferece.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira categoria evidencia que bullying e cyberbullying devem ser compreendidos como problemas de proteção e direitos, e não como simples “brincadeiras” inevitáveis da vida escolar. A Lei nº 13.185/2015 define a intimidação sistemática e prevê ações de prevenção e combate; a Lei nº 14.811/2024 amplia o marco protetivo e reforça a necessidade de medidas contra a violência em estabelecimentos educacionais. A mudança normativa é relevante porque desloca o fenômeno da esfera da tolerância informal para a esfera da responsabilidade institucional e social. Entretanto, a existência de sanções não substitui o trabalho pedagógico. A escola precisa atuar antes que a violência alcance níveis extremos.

A segunda categoria relaciona clima escolar, pertencimento e sustentabilidade social. Revisões sobre clima escolar indicam que a qualidade das relações, a percepção de segurança, o apoio e o senso de comunidade estão associados a diferentes dimensões da experiência estudantil. Meta-análise recente sobre clima escolar e vitimização por cyberbullying identificou relação negativa entre essas variáveis, reforçando a importância de ambientes protetivos. Esse achado sustenta a tese central deste estudo: a prevenção da violência entre pares não é uma agenda periférica, mas componente da sustentabilidade social da instituição.

Sustentabilidade, nesse caso, não significa apenas continuidade administrativa ou preservação ambiental. No plano social, envolve a capacidade de uma comunidade manter

DOI: 10.51189/vii-coninters/87382

relações minimamente justas, seguras e inclusivas ao longo do tempo. Quando estudantes silenciam por medo, evitam espaços, deixam de participar ou naturalizam humilhações, a comunidade escolar perde qualidade relacional. O silêncio pode proteger momentaneamente o agressor e invisibilizar a vítima; institucionalmente, porém, transforma a violência em parte do cotidiano.

A terceira categoria demonstra que a distinção entre bullying presencial e cyberbullying é necessária para fins conceituais, mas não deve produzir respostas fragmentadas. A violência digital apresenta características próprias: possibilidade de anonimato, replicação, audiência ampliada, persistência do conteúdo e ausência de fronteiras temporais claras. Ao mesmo tempo, os vínculos entre envolvidos frequentemente pertencem à mesma comunidade escolar. Assim, conflitos presenciais podem migrar para ambientes digitais e agressões digitais podem repercutir no convívio presencial.

Esse caráter contínuo exige protocolos que não dependam apenas do local físico em que a mensagem foi enviada. A escola deve avaliar repercussões educacionais, acolher estudantes, registrar situações, preservar evidências quando necessário, dialogar com responsáveis e acionar a rede de proteção nos casos previstos em lei. Isso não significa vigiar indiscriminadamente a vida digital dos estudantes, mas reconhecer que cidadania digital e convivência escolar se interpenetram.

A quarta categoria reúne princípios de prevenção institucional. A literatura analisada converge para a importância de respostas sistêmicas. Ações pontuais, como palestras isoladas em datas específicas, podem sensibilizar, mas dificilmente modificam sozinhas padrões de convivência. Uma política escolar consistente precisa envolver regras compreensíveis, canais seguros de escuta, formação de professores e demais profissionais, participação das famílias, protagonismo estudantil e acompanhamento dos casos.

Nesse modelo, acolhimento e responsabilização não são opostos. Proteger a vítima é prioridade, mas interromper o ciclo de violência também exige intervenção educativa com quem agride e com o grupo que presencia, reforça, compartilha ou silencia. O espectador é parte relevante da dinâmica: risos, curtidas, encaminhamentos e omissões podem ampliar a agressão. Por isso, a prevenção precisa deslocar o foco do binômio agressor-vítima para a cultura coletiva de convivência.

A cultura de paz também precisa ser compreendida com precisão. Não se trata de eliminar conflitos - algo impossível em comunidades plurais -, mas de desenvolver mecanismos não violentos para lidar com divergências, frustrações e disputas. Escuta qualificada, mediação adequada aos casos, educação em direitos humanos, empatia, responsabilidade digital e participação democrática constituem recursos pedagógicos para essa finalidade.

A análise permite propor uma matriz interpretativa composta por cinco movimentos articulados: prevenir, reconhecer, acolher, responsabilizar e reconstruir vínculos. Prevenir envolve formação e regras; reconhecer exige capacidade de identificar sinais e romper a naturalização; acolher significa garantir proteção e escuta sem culpabilização; responsabilizar implica consequências proporcionais e educativas, sem excluir os deveres legais; reconstruir vínculos busca restabelecer condições de convivência quando isso for possível e seguro.

Essa matriz contribui para conectar o enfrentamento do bullying à sustentabilidade social. Uma escola sustentável do ponto de vista social não mede seu êxito apenas pela inexistência formal de denúncias. A ausência de registros pode significar tanto baixa ocorrência quanto medo de falar. Indicadores qualitativos como confiança nos adultos, percepção de segurança, conhecimento dos canais de ajuda, participação e pertencimento são essenciais para avaliar a qualidade do ambiente.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87382

Por fim, os resultados apontam que a prevenção precisa ser permanente e integrada ao projeto educativo. Bullying e cyberbullying atravessam direitos humanos, saúde, educação e cidadania digital. Enfrentá-los requer cooperação entre gestão, professores, estudantes, famílias e rede de proteção. A resposta mais consistente é aquela que combina clareza normativa com ação pedagógica e transforma a convivência em objeto explícito de aprendizagem.

Em termos de gestão, a sustentabilidade social exige ainda que a instituição diferencie conflito, indisciplina, violência eventual e intimidação sistemática. A classificação inadequada pode gerar dois erros opostos: banalizar uma situação repetitiva como se fosse conflito comum ou rotular precipitadamente qualquer divergência como bullying. Protocolos claros ajudam a qualificar a escuta, registrar recorrências, observar assimetrias de poder e definir respostas proporcionais. Essa precisão protege vítimas, evita estigmatizações e melhora a tomada de decisão pedagógica.

Outro resultado da síntese é a necessidade de coerência entre discurso institucional e práticas cotidianas. Campanhas pela paz perdem força quando estudantes percebem humilhações naturalizadas, tratamento desigual ou ausência de resposta às denúncias. A confiança nos adultos é construída pela previsibilidade: o estudante precisa saber a quem recorrer, o que acontecerá após o relato e como sua privacidade será preservada. Por isso, canais de comunicação não devem existir apenas formalmente; precisam ser conhecidos, acessíveis e acompanhados.

A participação estudantil constitui igualmente dimensão preventiva. Crianças e adolescentes não devem ser vistos apenas como destinatários de normas. Assembleias, projetos de convivência, pactos de uso responsável das redes, ações entre pares e espaços de representação podem ampliar corresponsabilidade e pertencimento. Essa participação, contudo, não transfere aos estudantes a obrigação institucional de resolver situações graves; ela fortalece uma cultura em que pedir ajuda, não compartilhar humilhações e apoiar colegas são comportamentos socialmente valorizados.

A articulação com as famílias completa esse desenho. A comunicação precisa evitar tanto a culpabilização automática quanto a minimização. Responsáveis devem compreender as características do fenômeno, os procedimentos da escola e os limites entre acompanhamento protetivo e exposição indevida. Nos casos digitais, orientar sobre preservação de evidências, bloqueio de contatos, privacidade e busca de apoio pode reduzir danos, sempre observando a idade dos envolvidos e a legislação aplicável.

Finalmente, a perspectiva da sustentabilidade social amplia o horizonte de avaliação das ações. O objetivo não é apenas encerrar um episódio, mas reduzir a probabilidade de repetição e restaurar condições de segurança e pertencimento. Uma intervenção pode ser considerada mais consistente quando, além de interromper a agressão, melhora a capacidade da comunidade de reconhecer sinais, acolher relatos, agir com rapidez e sustentar relações respeitosas. Assim, a prevenção do bullying deixa de ser atividade episódica e passa a integrar a governança cotidiana da convivência escolar.

4 CONCLUSÃO

A revisão permitiu compreender que bullying e cyberbullying comprometem dimensões centrais da sustentabilidade social da escola: dignidade, segurança, pertencimento, participação, confiança e bem-estar. A violência entre pares não afeta apenas os diretamente envolvidos; ela modifica o clima coletivo, produz silêncios, fragiliza vínculos e pode naturalizar relações assimétricas.

O marco jurídico brasileiro reforçou a proteção contra essas práticas, mas a prevenção não pode ser reduzida à punição. A escola necessita de uma política institucional contínua que

DOI: 10.51189/vii-coninters/87382

articule proteção da vítima, responsabilização educativa, formação dos profissionais, participação estudantil, diálogo com famílias, cidadania digital e acionamento da rede de proteção quando necessário.

A principal contribuição do estudo está em aproximar o enfrentamento do bullying da noção de sustentabilidade social. Essa perspectiva permite afirmar que uma escola não é socialmente sustentável quando garante matrícula e conteúdo curricular, mas tolera ambientes de medo, humilhação ou exclusão. Sustentabilidade social exige condições para permanecer, aprender, participar e conviver com dignidade.

Conclui-se, portanto, que construir cultura de paz não significa ocultar conflitos, e sim criar capacidade coletiva para enfrentá-los sem violência. Prevenir, reconhecer, acolher, responsabilizar e reconstruir vínculos constituem movimentos complementares de uma escola comprometida com proteção integral e direitos humanos. Ao transformar a convivência em dimensão pedagógica permanente, a instituição deixa de agir apenas depois da agressão e passa a produzir, cotidianamente, as condições sociais que tornam a violência menos provável e a proteção mais efetiva.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências. Brasília, DF, 1990.

BRASIL. Lei nº 13.185, de 6 de novembro de 2015. Institui o Programa de Combate à Intimidação Sistemática (Bullying). Brasília, DF, 2015.

BRASIL. Lei nº 14.811, de 12 de janeiro de 2024. Institui medidas de proteção à criança e ao adolescente contra a violência nos estabelecimentos educacionais ou similares e altera a legislação penal. Brasília, DF, 2024.

BRAVO-SANZANA, M. V.; VARELA, J.; TERÁN-MENDOZA, O.; RODRIGUEZ-RIVAS, M. E. Measuring school social climate in Latin America: the need for multidimensional and multi-informant tests - a systematic review. Frontiers in Psychology, v. 14, 2023. DOI: 10.3389/fpsyg.2023.1190432.

HUANG, C. et al. School climate and cyberbullying victimization: a meta-analysis. Children and Youth Services Review, v. 169, 108064, 2025. DOI: 10.1016/j.childyouth.2024.108064.

UNESCO. Behind the numbers: ending school violence and bullying. Paris: UNESCO, 2019.

UNESCO. Recommendation on Education for Peace, Human Rights and Sustainable Development. Paris: UNESCO, 2023.

PARA ALÉM DA MATRÍCULA: INCLUSÃO, PERTENCIMENTO E PERMANÊNCIA ESCOLAR COMO PILARES DA SUSTENTABILIDADE SOCIAL

JOSÉ REINALDO MENDONÇA MOURA; JOSÉ NILDO DOS SANTOS

RESUMO

A universalização do acesso à escola constitui conquista indispensável do direito à educação, mas a matrícula, isoladamente, não assegura inclusão, participação, aprendizagem ou permanência. Este estudo analisa a relação entre inclusão educacional, sentimento de pertencimento e permanência escolar a partir da perspectiva da sustentabilidade social. O objetivo é discutir por que uma escola socialmente sustentável precisa ultrapassar a lógica do acesso formal e construir condições institucionais para que os estudantes sejam acolhidos, reconhecidos, participem e permaneçam vinculados ao processo educativo. Trata-se de revisão bibliográfica e documental, de abordagem qualitativa, fundamentada em documentos nacionais e internacionais sobre direito à educação, inclusão e equidade, além de revisões e meta-análises sobre pertencimento e conexão escolar. A análise temática foi organizada em quatro dimensões: acesso e inclusão; pertencimento e reconhecimento; participação e engajamento; e permanência como resultado de condições institucionais sustentáveis. Os resultados indicam que o pertencimento escolar se relaciona positivamente a indicadores motivacionais, socioemocionais, comportamentais e acadêmicos e apresenta associação negativa com ausência e abandono. Evidenciam ainda que inclusão não se reduz à presença física do estudante, pois requer remoção de barreiras, reconhecimento das diferenças, relações de apoio e oportunidades reais de participação. Propõe-se uma matriz analítica formada por seis movimentos articulados - acesso, acolhimento, pertencimento, participação, permanência e aprendizagem - como referência para compreender a sustentabilidade social no ambiente escolar. Conclui-se que garantir matrícula sem produzir vínculos e condições de participação pode manter formas silenciosas de exclusão dentro da própria escola. Uma educação socialmente sustentável é aquela que transforma o direito de entrar no direito de permanecer, participar, aprender e pertencer.

Palavras-chave: Equidade. Trajetórias educacionais. Vínculos escolares.

1 INTRODUÇÃO

O direito à educação não se esgota no ingresso do estudante na escola. A ampliação das matrículas representa dimensão fundamental da democratização educacional, mas a experiência concreta de inclusão depende do que ocorre depois do acesso. Estar matriculado, frequentar um prédio escolar e constar em registros administrativos não significam, por si só, sentir-se reconhecido, participar das atividades, aprender ou construir vínculos capazes de sustentar a trajetória educacional.

A Constituição Federal de 1988 estabelece a educação como direito de todos e dever do Estado e da família, orientada ao pleno desenvolvimento da pessoa, ao exercício da cidadania e à qualificação para o trabalho. A Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional reafirma princípios como igualdade de condições para acesso e permanência na escola. Essa associação entre acesso e permanência é decisiva: o direito educacional não pode ser considerado plenamente realizado quando o estudante entra, mas encontra barreiras que fragilizam sua participação ou o afastam do processo educativo.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87385

No debate internacional, a UNESCO sustenta que inclusão e equidade constituem fundamentos da educação de qualidade e que sistemas inclusivos precisam identificar e remover barreiras que excluem estudantes em razão de características sociais, econômicas, culturais, linguísticas, identitárias ou relacionadas à deficiência. Nessa perspectiva, inclusão não corresponde à adaptação unilateral do estudante a uma instituição previamente organizada; exige transformação das condições que produzem marginalização.

O pertencimento escolar acrescenta uma dimensão relacional a esse debate. Ele diz respeito à experiência de ser aceito, respeitado, incluído e reconhecido como integrante legítimo da comunidade. Revisões da literatura descrevem a conexão com a escola por elementos como presença, pertencimento e engajamento, enquanto estudos qualitativos destacam relações interpessoais, reconhecimento da identidade, participação em grupos e sensação de segurança como componentes importantes dessa experiência.

A sustentabilidade social oferece uma chave interpretativa capaz de integrar esses elementos. Em uma instituição educacional, sustentabilidade social pode ser compreendida como a capacidade de manter, ao longo do tempo, condições justas de participação, proteção, reconhecimento e desenvolvimento. Uma escola que amplia o acesso, mas convive com exclusão cotidiana, discriminação, invisibilidade, ausência de voz ou abandono, apresenta uma contradição entre democratização formal e sustentabilidade das trajetórias.

Diante disso, este trabalho formula a seguinte questão: de que maneira inclusão, pertencimento e permanência escolar se articulam como dimensões da sustentabilidade social? O objetivo geral é analisar essa articulação, superando a compreensão de inclusão como simples matrícula. Especificamente, busca-se discutir as diferenças entre acesso e inclusão efetiva; examinar evidências sobre pertencimento e resultados educacionais; e sistematizar uma matriz conceitual capaz de orientar a análise de práticas institucionais voltadas à permanência com aprendizagem.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo caracteriza-se como revisão bibliográfica e documental, de abordagem qualitativa e finalidade analítico-interpretativa. Foram articulados três grupos de fontes: a) marcos normativos brasileiros sobre direito à educação, acesso, permanência e inclusão; b) documentos internacionais relacionados à educação inclusiva, equidade e desenvolvimento sustentável; e c) revisões sistemáticas, meta-análises e sínteses conceituais sobre pertencimento, conexão escolar, engajamento e resultados educacionais.

Foram priorizadas fontes capazes de responder a pelo menos uma das seguintes questões analíticas: o que diferencia acesso formal de inclusão educacional; quais elementos compõem o pertencimento à escola; como pertencimento e conexão se relacionam com engajamento, desempenho, ausência ou abandono; e quais condições institucionais favorecem trajetórias escolares sustentáveis. Materiais meramente opinativos ou sem relação direta com educação e permanência foram excluídos da síntese.

A leitura comparativa resultou em quatro categorias: 1) acesso, direito e remoção de barreiras; 2) pertencimento, reconhecimento e segurança; 3) participação, engajamento e aprendizagem; e 4) permanência e sustentabilidade social. A análise não pretende estabelecer causalidade a partir de estudos correlacionais. Quando são apresentados resultados de meta-análises, eles são interpretados como associações entre variáveis, respeitando o desenho metodológico das pesquisas originais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira categoria evidencia uma distinção central: acesso é condição necessária, mas não suficiente para inclusão. A matrícula assegura presença formal no sistema; a inclusão exige que barreiras à participação e à aprendizagem sejam reconhecidas e enfrentadas. A perspectiva da UNESCO sobre educação inclusiva reforça que todos os estudantes importam igualmente e

que a exclusão pode decorrer de fatores econômicos, sociais, culturais, linguísticos, identitários ou relacionados à capacidade. Portanto, uma escola pode apresentar elevados índices de matrícula e, simultaneamente, reproduzir mecanismos de exclusão interna.

Essa exclusão pode assumir formas pouco visíveis. O estudante permanece fisicamente presente, mas participa pouco, não se reconhece no currículo, evita determinados espaços, sente que suas características são desvalorizadas ou percebe que suas dificuldades são tratadas como incapacidade individual. Nesses casos, a permanência administrativa não corresponde necessariamente a uma experiência educacional inclusiva. A sustentabilidade social exige analisar a qualidade dessa presença.

A segunda categoria situa o pertencimento como elo entre inclusão formal e experiência escolar. Korpershoek et al. (2020), em meta-análise de 82 estudos correlacionais com estudantes da educação secundária, identificaram associações positivas entre pertencimento e resultados motivacionais, socioemocionais, comportamentais e acadêmicos. O estudo encontrou também associação negativa, embora pequena, entre pertencimento e ausência/abandono. Esses resultados não autorizam afirmar que pertencimento, isoladamente, cause permanência, mas demonstram que ele se relaciona de forma consistente a dimensões relevantes da vida escolar.

A meta-síntese qualitativa de Craggs e Kelly (2018) complementa esse quadro ao mostrar que adolescentes descrevem o pertencimento a partir de relações intersubjetivas, reconhecimento e aceitação da identidade, participação em grupos e segurança. Assim, pertencer não é apenas gostar da escola. Trata-se de perceber-se como integrante legítimo de uma comunidade e encontrar nela relações que confirmem essa condição.

A terceira categoria evidencia que pertencimento e participação precisam ser analisados conjuntamente. Uma instituição pode declarar-se inclusiva e, ainda assim, reservar a determinados estudantes posições periféricas. Participar significa ter acesso efetivo às experiências de aprendizagem, poder expressar-se, construir relações, assumir responsabilidades compatíveis com a idade e perceber que sua presença produz efeitos na vida coletiva. A inclusão torna-se mais consistente quando o estudante deixa de ser apenas destinatário de decisões e passa a ser reconhecido como sujeito do processo educativo.

A literatura sobre conexão escolar também ajuda a compreender esse movimento. Bowles e Scull (2018), ao sintetizarem estudos sobre school connectedness, identificaram dimensões relacionadas a frequentar, pertencer, engajar-se e experimentar envolvimento significativo. Essa formulação mostra que a vinculação escolar não é um estado único, mas um processo que combina presença, relações e participação.

A quarta categoria relaciona permanência e sustentabilidade social. Permanecer não deve significar apenas evitar evasão. Uma permanência educacionalmente significativa requer condições para aprender, participar e projetar continuidade. Quando a escola consegue reconhecer barreiras, construir apoio e favorecer vínculos, aumenta sua capacidade institucional de sustentar trajetórias. Quando fracassa nesses aspectos, o afastamento pode ocorrer gradualmente antes mesmo do abandono formal: faltas, desengajamento, silêncio, baixo envolvimento e sensação de não pertencimento podem sinalizar fragilização do vínculo.

A análise das fontes permitiu construir uma matriz conceitual composta por seis movimentos: ACESSO -> ACOLHIMENTO -> PERTENCIMENTO -> PARTICIPAÇÃO -> PERMANÊNCIA -> APRENDIZAGEM. A seta não representa uma sequência rígida nem causal. Os elementos interagem, retroalimentam-se e podem ocorrer simultaneamente. A utilidade da matriz está em impedir que a avaliação da inclusão termine na matrícula.

O acesso corresponde à garantia concreta de entrada e de condições para frequentar. O acolhimento envolve recepção, escuta e reconhecimento das necessidades e singularidades. O pertencimento diz respeito à construção de vínculos e à percepção de legitimidade dentro do grupo. A participação expressa a possibilidade real de envolver-se na vida acadêmica e coletiva.

A permanência representa a continuidade da trajetória com proteção contra processos de exclusão. A aprendizagem confere sentido educacional ao conjunto, pois não basta permanecer sem ter assegurado o direito de aprender. Essa matriz aproxima inclusão educacional e sustentabilidade social. A sustentabilidade não é tratada apenas como conservação de recursos ou continuidade organizacional, mas como capacidade de manter relações e oportunidades socialmente justas. No ambiente escolar, isso implica perguntar não somente quantos estudantes entraram, mas quem participa, quem aprende, quem é ouvido, quem se sente seguro, quem falta repetidamente e quem permanece à margem mesmo estando presente.

O conceito de equidade é fundamental nesse ponto. Tratar todos de forma idêntica pode perpetuar desigualdades quando as condições de partida são distintas. Uma política de permanência socialmente sustentável precisa identificar barreiras específicas e oferecer respostas proporcionais, evitando tanto privilégios arbitrários quanto padronizações que ignoram necessidades reais. A equidade torna possível transformar igualdade jurídica em condições concretas de participação.

A relação entre diversidade e pertencimento também merece atenção. Pertencer não significa apagar diferenças para adequar-se a uma cultura dominante. Uma comunidade inclusiva precisa permitir que diferentes identidades sejam reconhecidas sem que a aceitação dependa da assimilação. Essa distinção é especialmente relevante porque práticas aparentemente integradoras podem exigir que o estudante silencie características de sua identidade para ser aceito.

Outro resultado da revisão é a importância das relações com adultos e pares. O pertencimento é produzido no cotidiano: na maneira como o estudante é chamado, ouvido, avaliado, corrigido, convidado a participar e protegido diante de situações de exclusão. Políticas institucionais são indispensáveis, mas sua efetividade depende da tradução em interações concretas. A sustentabilidade social da escola é construída em documentos e decisões de gestão, mas também em milhares de microinterações diárias.

A formação dos profissionais, portanto, constitui elemento estratégico. Identificar barreiras à participação exige capacidade de observar não apenas dificuldades individuais, mas aspectos curriculares, relacionais e organizacionais que podem produzir exclusão. Isso desloca a pergunta de “o que há de errado com este estudante?” para “que barreiras estão limitando sua participação e o que a instituição pode transformar?”.

A participação das famílias e da comunidade também amplia a capacidade de permanência. O diálogo pode ajudar a reconhecer mudanças de comportamento, dificuldades de frequência e situações de vulnerabilidade antes que se convertam em ruptura. Contudo, essa relação precisa ser construída sem transferir integralmente às famílias a responsabilidade por problemas produzidos ou agravados pelas próprias condições institucionais.

Os resultados permitem ainda distinguir permanência de retenção. Manter um estudante formalmente vinculado sem aprendizagem, participação ou perspectiva de continuidade não satisfaz o princípio da inclusão. A permanência precisa ser qualificada. Por isso, indicadores quantitativos de matrícula, frequência e abandono são necessários, mas insuficientes.

Avaliações institucionais deveriam incorporar informações sobre pertencimento, participação, segurança, apoio e percepção de reconhecimento. Nesse sentido, o pertencimento pode funcionar como indicador qualitativo de sustentabilidade social. Ele não substitui medidas de desempenho ou frequência, mas acrescenta uma dimensão que números administrativos frequentemente não captam. Perguntar se os estudantes sentem que há adultos que os apoiam, se suas identidades são respeitadas, se podem participar e se sabem onde buscar ajuda permite observar a qualidade das relações que sustentam a permanência.

A revisão sistemática e meta-análise de intervenções publicada por Allen et al. (2025) indica que pertencimento, conexão e engajamento podem ser alvos de intervenções escolares,

embora os efeitos dependam do desenho e da qualidade das estratégias. Isso reforça que pertencimento não precisa ser tratado como característica espontânea do estudante: é uma dimensão sobre a qual políticas, práticas pedagógicas e relações escolares podem atuar.

A síntese produzida conduz, finalmente, a uma redefinição de sucesso inclusivo. Uma escola não se torna inclusiva apenas porque recebe públicos diversos. Ela avança em inclusão quando transforma estruturas, relações e práticas para que a diversidade possa permanecer sem ser convertida em desigualdade. Sob a ótica da sustentabilidade social, o êxito institucional está em sustentar trajetórias dignas, participativas e educacionalmente significativas ao longo do tempo.

4 CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que matrícula, inclusão e permanência são conceitos relacionados, mas não equivalentes. O acesso formal é a porta de entrada do direito à educação; a inclusão exige remoção de barreiras e participação efetiva; o pertencimento qualifica a experiência relacional; e a permanência precisa estar associada à aprendizagem e à continuidade da trajetória.

As evidências revisadas mostram associações consistentes entre pertencimento escolar e diferentes resultados motivacionais, socioemocionais, comportamentais e acadêmicos, além de relação inversa com ausência e abandono. Esses achados reforçam a necessidade de incluir vínculos, reconhecimento e participação entre as dimensões consideradas nas políticas de permanência.

A principal contribuição deste trabalho é a proposição da matriz acesso-acolhimento-pertencimento-participação-permanência-aprendizagem como instrumento conceitual para analisar sustentabilidade social no ambiente escolar. Ela não pretende estabelecer uma sequência causal, mas evidenciar que nenhuma dessas dimensões, isoladamente, realiza plenamente o direito à educação.

Conclui-se que uma escola socialmente sustentável não é apenas aquela que abre suas portas, mas aquela que reduz barreiras para que diferentes estudantes possam permanecer dentro delas com dignidade, voz e possibilidade real de aprender. Ir além da matrícula significa transformar presença em participação, participação em pertencimento e permanência em trajetória educacional significativa. Nesse sentido, a sustentabilidade social da educação começa quando ninguém precisa deixar de ser quem é para ter o direito de pertencer.

REFERÊNCIAS

BOWLES, T.; SCULL, J. The centrality of connectedness: a conceptual synthesis of attending, belonging, engaging and flowing. Journal of Psychologists and Counsellors in Schools, v. 29, n. 1, p. 3-21, 2019.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, 1988.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF, 1996.

CRAGGS, H.; KELLY, C. Adolescents' experiences of school belonging: a qualitative meta-synthesis. Journal of Community & Applied Social Psychology, v. 28, n. 3, p. 141-157, 2018.

DAVIES, K. et al. Interventions to improve connectedness, belonging, and engagement in secondary schools: a systematic review and meta-analysis. Education Sciences, v. 15, n. 5, 582, 2025.

KORPERSHOEK, H.; CANRINUS, E. T.; FOKKENS-BRUINSMA, M.; DE BOER, H. The relationships between school belonging and students' motivational, social-emotional, behavioural, and academic outcomes in secondary education: a meta-analytic review. Research Papers in Education, v. 35, n. 6, p. 641-680, 2020. DOI: 10.1080/02671522.2019.1615116.

UNESCO. Global education monitoring report 2020: inclusion and education - all means all. Paris: UNESCO, 2020.

UNESCO. Recommendation on Education for Peace, Human Rights and Sustainable Development. Paris: UNESCO, 2023.

ENTRE ALGORITMOS E URNAS: INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, DESINFORMAÇÃO E OS DESAFIOS DA SUSTENTABILIDADE DEMOCRÁTICA

JOSÉ REINALDO MENDONÇA MOURA; JOSÉ NILDO DOS SANTOS

RESUMO

A incorporação da inteligência artificial aos processos comunicacionais amplia possibilidades de produção, análise e circulação de informações, mas também introduz riscos específicos para a integridade eleitoral. Conteúdos sintéticos, deepfakes, automação, sistemas de recomendação, perfilamento e microdirecionamento podem alterar as condições em que cidadãos recebem, avaliam e compartilham mensagens políticas. Este estudo analisa de que modo o uso da inteligência artificial no ambiente eleitoral se relaciona à sustentabilidade democrática, compreendida como a capacidade das instituições e da esfera pública de preservar, ao longo do tempo, confiança, pluralismo, transparência, liberdade de escolha e integridade informacional. Trata-se de revisão bibliográfica e documental, de abordagem qualitativa, fundamentada em normas da Justiça Eleitoral brasileira vigentes para as Eleições 2026 e documentos internacionais sobre inteligência artificial, liberdade de expressão e eleições. A análise foi organizada em quatro dimensões: transparência do conteúdo sintético; desinformação e deepfakes; perfilamento e microdirecionamento; e governança democrática. Os resultados mostram que a regulação brasileira não proíbe genericamente a inteligência artificial na propaganda eleitoral: exige identificação explícita de determinados conteúdos sintéticos e estabelece vedações específicas, inclusive para deepfakes e conteúdos manipulados capazes de comprometer o equilíbrio do pleito ou a integridade eleitoral. Evidenciam-se, contudo, desafios que ultrapassam a remoção de conteúdos, envolvendo alfabetização midiática, responsabilização, proteção de dados, transparência e capacidade institucional de resposta. Conclui-se que a sustentabilidade democrática, diante da inteligência artificial, depende de um ecossistema de integridade informacional no qual inovação tecnológica seja compatível com autonomia do eleitor, liberdade de expressão, responsabilização e confiança pública. A síntese evidencia implicações para a proteção duradoura da confiança pública e da participação cidadã.

Palavras-chave: Cidadania digital. Governança. Integridade eleitoral.

1 INTRODUÇÃO

A relação entre tecnologia e eleições não é nova. Rádio, televisão, pesquisas de opinião, bancos de dados, internet e redes sociais modificaram sucessivamente as formas de comunicação política. A inteligência artificial, entretanto, acrescenta capacidades particulares: gerar ou modificar textos, imagens, áudios e vídeos; automatizar interações; classificar públicos; produzir recomendações; e operar sobre grandes volumes de dados.

Essas capacidades podem reduzir custos, ampliar acessibilidade, facilitar tradução e organização de informações e criar novas formas de interação. Ao mesmo tempo, tornam mais sofisticada a produção de conteúdos sintéticos e podem intensificar problemas preexistentes da comunicação política, como desinformação, opacidade na segmentação de públicos e dificuldade de identificação da origem de determinadas mensagens.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87387

A UNESCO e o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento destacam que tecnologias de inteligência artificial, desde sistemas de recomendação até IA generativa, influenciam a forma como informações são produzidas, disseminadas e consumidas durante períodos eleitorais. Entre os desafios apontados estão desinformação, ameaças à privacidade, amplificação de discursos de ódio e deepfakes dirigidos a atores políticos.

No Brasil, a Justiça Eleitoral incorporou regras específicas sobre inteligência artificial à disciplina da propaganda eleitoral em 2024 e as atualizou para as Eleições 2026. A Resolução TSE nº 23.610/2019, com alterações posteriores, estabelece dever de informar quando determinado conteúdo sintético multimídia é produzido ou manipulado por IA ou tecnologia equivalente e prevê vedações específicas. A atualização de 2026 preservou e aperfeiçoou esse regime.

A existência de normas, porém, não encerra o problema. A sustentabilidade de uma democracia depende de condições institucionais e informacionais que permitam escolhas livres, competição política legítima, pluralismo e confiança nos procedimentos eleitorais. Quando tecnologias ampliam a capacidade de simular pessoas, personalizar mensagens ou disseminar falsidades, surge uma questão que é simultaneamente tecnológica, jurídica, comunicacional e democrática.

Neste trabalho, sustentabilidade democrática designa a capacidade de preservar no tempo as condições que tornam o processo democrático confiável e participativo. O conceito é utilizado como ponte com a sustentabilidade social e a governança: instituições sustentáveis precisam responder a mudanças tecnológicas sem abandonar direitos fundamentais nem permitir que a inovação destrua as condições de confiança das quais o próprio processo eleitoral depende.

Diante disso, pergunta-se: como a inteligência artificial altera os riscos e as exigências de governança relacionados à integridade eleitoral? O objetivo geral é analisar a relação entre IA, desinformação e sustentabilidade democrática. Especificamente, busca-se examinar o tratamento normativo brasileiro de conteúdos sintéticos e deepfakes; discutir perfilamento, microdirecionamento e transparência; e sistematizar dimensões de governança capazes de compatibilizar inovação, liberdade de expressão e proteção da integridade do pleito.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo caracteriza-se como revisão bibliográfica e documental, de abordagem qualitativa e finalidade analítico-interpretativa. O corpus documental priorizou fontes primárias e institucionais: a Resolução TSE nº 23.610/2019 e suas alterações, especialmente as Resoluções nº 23.732/2024 e nº 23.755/2026; documentos do Tribunal Superior Eleitoral relativos à propaganda e integridade eleitoral; e publicações da UNESCO e do PNUD sobre inteligência artificial, liberdade de expressão e eleições.

A seleção das fontes seguiu quatro critérios: relação direta com inteligência artificial e processos eleitorais; tratamento de desinformação ou conteúdo sintético; abordagem de transparência, proteção de dados ou responsabilização; e atualidade normativa para o contexto brasileiro de 2026. Foram excluídos materiais partidários, conteúdos de campanha e textos opinativos sem fundamentação institucional ou científica, preservando a neutralidade político-partidária da análise.

A leitura comparativa foi organizada em quatro categorias: 1) transparência e identificação de conteúdo sintético; 2) deepfakes, falsidades e integridade eleitoral; 3) perfilamento, microdirecionamento e dados; e 4) governança, educação midiática e sustentabilidade democrática. A pesquisa não avalia candidaturas, partidos ou resultados eleitorais específicos, nem atribui causalidade entre uso de IA e comportamento do eleitor.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87387

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira categoria revela que a resposta normativa brasileira não se baseia em proibição genérica da inteligência artificial. A Resolução TSE nº 23.610/2019, atualizada pelas Resoluções nº 23.732/2024 e nº 23.755/2026, estabelece que o uso de conteúdo sintético multimídia gerado por IA ou tecnologia equivalente para criar, substituir, omitir, mesclar, alterar velocidade ou sobrepor imagens e sons exige informação explícita, destacada e acessível de que houve fabricação ou manipulação e de qual tecnologia foi utilizada. A transparência funciona, assim, como princípio regulatório central.

Essa opção é relevante para a sustentabilidade democrática porque distingue inovação legítima de manipulação clandestina. A presença de IA em uma peça de comunicação não torna o conteúdo automaticamente ilícito. O problema se agrava quando a tecnologia é utilizada para ocultar sua própria intervenção, simular pessoas ou fabricar fatos capazes de comprometer a formação livre da opinião.

A segunda categoria concentra-se em deepfakes e desinformação. A regulamentação eleitoral proíbe conteúdo fabricado ou manipulado destinado a difundir fatos notoriamente inverídicos ou gravemente descontextualizados com potencial de causar danos ao equilíbrio do pleito ou à integridade do processo eleitoral. Também estabelece proibição específica ao uso de deepfake para favorecer ou prejudicar candidatura nas condições previstas pela norma.

A distinção entre conteúdo sintético identificado e deepfake proibido evita uma simplificação comum: nem toda utilização de IA é deepfake e nem toda manipulação tecnológica recebe o mesmo tratamento jurídico. A precisão conceitual é importante tanto para a regulação quanto para a educação midiática. Se todo conteúdo artificial for tratado como fraude, perde-se capacidade de distinguir usos legítimos, satíricos, técnicos ou acessíveis daqueles destinados a enganar.

A atualização normativa para 2026 também reforça obrigações de plataformas e medidas relacionadas a conteúdos já declarados ilícitos. Isso demonstra que a integridade informacional não depende apenas de responsabilização posterior do autor original. Em ambientes de alta velocidade e replicabilidade, a governança precisa considerar circulação, recomendação e reenvio de materiais.

A terceira categoria envolve perfilamento e microdirecionamento. A regulamentação eleitoral brasileira define perfilamento como tratamento automatizado de múltiplos tipos de dados para formar perfis baseados em comportamentos, gostos, hábitos e preferências, utilizados em análises ou previsões político-eleitorais. Define microdirecionamento como estratégia de segmentação que seleciona pessoas ou grupos classificados por perfilamento para receber mensagens específicas.

Essas práticas não se confundem necessariamente com desinformação. O problema democrático reside na assimetria informacional e na opacidade que podem acompanhar a segmentação. Em uma comunicação pública tradicional, diferentes cidadãos podem observar e contestar a mesma mensagem. Em comunicações altamente segmentadas, públicos distintos podem receber conteúdos diferentes, dificultando escrutínio social e comparação.

A Resolução nº 23.732/2024 também incorporou exigências relacionadas ao tratamento de dados e previu a possibilidade de relatório de impacto à proteção de dados em determinadas campanhas de grande escala e alto risco, incluindo hipóteses que envolvam tecnologias emergentes para perfilamento e microdirecionamento. A conexão entre IA, dados pessoais e propaganda demonstra que sustentabilidade democrática exige também governança informacional.

A quarta categoria reúne governança, educação midiática e confiança. O TSE instituiu em 2024 o Centro Integrado de Enfrentamento à Desinformação e Defesa da Democracia (CIEDDE), atribuindo-lhe funções de cooperação com instituições e plataformas, aperfeiçoamento da utilização regular da IA no âmbito eleitoral, combate à desinformação e

DOI: 10.51189/vii-coninters/87387

deepfakes e promoção de educação em cidadania, democracia e direitos digitais. A iniciativa evidencia uma abordagem que combina regulação, coordenação institucional e educação.

Essa combinação é importante porque nenhum mecanismo isolado resolve o problema. Rotulagem pode aumentar transparência, mas depende de compreensão do público. Remoção pode limitar circulação de conteúdo ilícito, mas pode ocorrer depois de ampla exposição. Sanções produzem responsabilização, mas não substituem capacidade crítica do eleitor. Educação midiática melhora avaliação das mensagens, mas não elimina a necessidade de regras e deveres para agentes políticos e plataformas.

A análise permite propor quatro pilares para a sustentabilidade democrática diante da IA: TRANSPARÊNCIA, INTEGRIDADE INFORMACIONAL, RESPONSABILIZAÇÃO e EDUCAÇÃO CÍVICO-MIDIÁTICA. Transparência permite reconhecer quando e como a tecnologia intervém. Integridade informacional busca reduzir manipulações que comprometam a formação da vontade. Responsabilização define deveres e consequências. Educação cívico-midiática fortalece a autonomia do cidadão para avaliar conteúdos e instituições.

Esses pilares precisam coexistir com a liberdade de expressão. Combater desinformação eleitoral não significa autorizar controle irrestrito do debate político. A governança democrática deve distinguir crítica, opinião, sátira, erro, informação contestável e fraude deliberada conforme o ordenamento aplicável. A própria sustentabilidade do sistema depende de preservar um espaço robusto de debate, inclusive para posições impopulares, ao mesmo tempo em que protege a integridade do processo eleitoral contra práticas ilícitas.

A IA generativa também cria um desafio de autenticidade. Durante décadas, registros audiovisuais foram percebidos socialmente como evidências particularmente persuasivas. A possibilidade de fabricar voz e imagem de forma convincente reduz essa presunção intuitiva. O cidadão passa a precisar avaliar não apenas o conteúdo da mensagem, mas sua proveniência, contexto e autenticidade.

Esse cenário produz um paradoxo adicional: à medida que deepfakes se tornam conhecidos, conteúdos autênticos também podem ser falsamente rejeitados como artificiais. Portanto, a erosão da confiança pode ocorrer em duas direções - acreditar no falso ou desacreditar o verdadeiro. A sustentabilidade democrática exige mecanismos de autenticação e comunicação institucional capazes de responder a ambos os riscos.

A análise dos documentos internacionais reforça que IA e eleições não devem ser tratadas apenas sob a perspectiva do conteúdo gerado. Sistemas de recomendação influenciam visibilidade e distribuição; automação altera escala; e processamento de dados permite segmentação. Por isso, uma política de integridade eleitoral centrada exclusivamente em deepfakes pode deixar de observar outros pontos da infraestrutura informacional.

Ao mesmo tempo, seria inadequado atribuir à inteligência artificial todos os problemas contemporâneos da democracia. Polarização, propaganda enganosa, boatos e manipulação antecedem as tecnologias generativas. A IA atua como multiplicador potencial de escala, velocidade, personalização e verossimilhança. Essa distinção evita determinismo tecnológico e direciona a análise para a interação entre tecnologia, instituições, atores políticos, plataformas e cidadãos.

A sustentabilidade democrática pode, então, ser compreendida como capacidade adaptativa. Instituições eleitorais precisam aprender com novas formas de manipulação, atualizar normas, coordenar respostas e comunicar decisões de maneira compreensível. Plataformas precisam cumprir deveres aplicáveis e desenvolver mecanismos compatíveis com direitos. Cidadãos precisam ampliar competências informacionais. Atores políticos precisam compreender que inovação tecnológica não suspende responsabilidades jurídicas e éticas.

No contexto brasileiro de 2026, a existência de regras específicas sobre IA representa amadurecimento regulatório, mas a efetividade dependerá de aplicação consistente, transparência e capacidade de resposta diante de tecnologias em rápida evolução. Normas

elaboradas para categorias atuais podem ser desafiadas por novas formas de geração, edição ou distribuição de conteúdo. Por isso, sustentabilidade pressupõe governança suficientemente estável para proteger princípios e suficientemente adaptável para responder à inovação.

A síntese conduz a uma conclusão central: eleições sustentáveis do ponto de vista democrático não são aquelas livres de tecnologia, mas aquelas em que a tecnologia opera sob condições que preservem liberdade de escolha, pluralismo, confiança e responsabilização. A questão não é escolher entre inovação e democracia, e sim estabelecer como a inovação pode permanecer subordinada aos princípios democráticos.

4 CONCLUSÃO

A revisão bibliográfica e documental demonstrou que a inteligência artificial modifica o ambiente eleitoral ao ampliar capacidades de geração, personalização, automação e circulação de conteúdos. Seus efeitos não são unidirecionais: as mesmas tecnologias podem ampliar acessibilidade e eficiência comunicacional ou ser empregadas para produzir manipulação e opacidade.

A regulamentação brasileira vigente para 2026 oferece uma resposta baseada em transparência, vedações específicas, responsabilização e deveres relacionados à circulação de conteúdos. A proibição de deepfakes nas hipóteses eleitorais previstas e a exigência de identificação de determinados conteúdos sintéticos evidenciam que o problema regulatório não é a existência abstrata da IA, mas seu emprego em condições incompatíveis com a integridade do pleito.

A principal contribuição deste estudo consiste em relacionar esse debate à sustentabilidade democrática e sistematizá-lo em quatro pilares: transparência, integridade informacional, responsabilização e educação cívico-midiática. Nenhum deles é suficiente isoladamente. A proteção duradoura da democracia depende de sua articulação e do respeito simultâneo à liberdade de expressão, à proteção de dados e à autonomia do eleitor.

Conclui-se que a sustentabilidade democrática na era da inteligência artificial exige capacidade institucional de adaptação sem normalizar a manipulação. Entre algoritmos e urnas, a questão decisiva continua sendo humana e política: assegurar que a tecnologia amplie possibilidades democráticas sem substituir, distorcer ou obscurecer a liberdade de escolha dos cidadãos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Tribunal Superior Eleitoral. Portaria nº 180, de 12 de março de 2024. Institui o Centro Integrado de Enfrentamento à Desinformação e Defesa da Democracia. Brasília, DF: TSE, 2024.

BRASIL. Tribunal Superior Eleitoral. Resolução nº 23.610, de 18 de dezembro de 2019. Dispõe sobre propaganda eleitoral. Brasília, DF: TSE, 2019. Atualizada.

BRASIL. Tribunal Superior Eleitoral. Resolução nº 23.732, de 27 de fevereiro de 2024. Altera a Resolução-TSE nº 23.610/2019 e dispõe sobre propaganda eleitoral, inteligência artificial e outros temas. Brasília, DF: TSE, 2024.

BRASIL. Tribunal Superior Eleitoral. Resolução nº 23.755, de 2 de março de 2026. Altera a Resolução-TSE nº 23.610/2019 para as Eleições 2026. Brasília, DF: TSE, 2026.

UNESCO; UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME. Artificial intelligence, freedom of expression and elections: safeguarding democratic processes. Paris: UNESCO; UNDP, 2025.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87387

CARACTERIZAÇÃO SANITÁRIA INICIAL DE SEMENTES CRIOULAS DE MILHO SUBMETIDAS A TRATAMENTOS ALTERNATIVOS

AMANDA INGRID CORNÉLIO DA SILVA DOS SANTOS; CLARISSE PEREIRA BENEDITO; DANILO GOMES DA SILVA; FRANCISCO SÁVIO LOPES MENDES; GRAZIELA ALENCAR DE SOUZA; JOSÉ EDSON MELO DE LIMA; LARA FABIANA LOPES CASTRO

RESUMO

As sementes crioulas de milho apresentam importância para a agricultura familiar, contribuindo para a conservação da agrobiodiversidade e para a manutenção de materiais adaptados às condições locais. Entretanto, a presença de fungos de armazenamento pode comprometer sua conservação e qualidade, destacando-se o gênero *Aspergillus* spp. como importante agente associado à deterioração de sementes. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo avaliar a qualidade sanitária de sementes crioulas de milho submetidas ao tratamento com óleo essencial de *Cymbopogon citratus*, comparando-o com um fungicida comercial, com ênfase no controle de *Aspergillus* spp. O experimento foi conduzido nos Laboratórios de Análises de Sementes e Fitopatologia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), utilizando sementes provenientes de agricultor familiar do município de Luís Gomes, Rio Grande do Norte. As sementes foram tratadas com óleo essencial de *C. citratus* na concentração de 0,15%, utilizando Tween 20 a 1% como emulsificante, e com o fungicida comercial Maxim®, à base de fludioxonil. A qualidade sanitária foi avaliada pelo método do papel-filtro (Blotter test), utilizando quatro repetições de 25 sementes por condição experimental, após incubação em condições controladas. Na avaliação inicial, foi observada incidência média de 50% de *Aspergillus* spp. Após três meses de armazenamento, a testemunha apresentou incidência de 48%, enquanto o tratamento por imersão direta com óleo essencial apresentou aumento para 66%. Em contrapartida, o fungicida comercial reduziu a incidência para 26%, demonstrando maior eficiência no controle do patógeno nas condições avaliadas. Os resultados indicam que a aplicação do óleo essencial por imersão direta, na concentração utilizada, não foi eficiente para o controle de *Aspergillus* spp., enquanto o fungicida comercial apresentou redução expressiva da incidência. Conclui-se que o método de aplicação influencia diretamente a eficiência do tratamento, sendo necessários estudos adicionais para aprimorar o uso de óleos essenciais como alternativa no manejo sanitário de sementes crioulas de milho.

Palavras-chave: *Aspergillus* spp.; Armazenamento; Agricultura familiar.

1 INTRODUÇÃO

As sementes crioulas de milho (*Zea mays* L.) têm um papel importante na agricultura familiar, pois auxiliam na preservação da agrobiodiversidade, na segurança alimentar e na preservação de práticas produtivas e culturais ligadas aos ambientes rurais. Ademais, a configuração dessas variedades nos agroecossistemas tradicionais relaciona-se à adequação às condições locais, à utilização em sistemas de cultivo de pequena dimensão e à preservação do controle do processo produtivo pelos próprios agricultores (Puneeth *et al*., 2024; Avila *et al*.,

DOI: 10.51189/vii-coninters/87391

2024). Essas sementes decorrem de processos históricos de seleção em larga escala e de conservação em propriedades agrícolas, o que lhes proporciona variabilidade genética e a habilidade de se adaptar a diversas condições ecológicas. Essa diversidade representa um elemento significativo para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, embora esteja sendo pressionada pela erosão genética e pela substituição por materiais híbridos e comerciais (Guzzon *et al*., 2021; Dzib-Aguilar; Ortega-Paczka; Segura-Correa, 2016). Nas sementes crioulas de milho, a qualidade sanitária podem apresentar variações entre os diferentes lotes. Além disso, condições de armazenamento inadequadas favorecem a proliferação de fungos como *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp., o que compromete a germinação, o vigor e a conservação desses materiais (Lima *et al*., 2022).

Na prática de tratamento de sementes, a utilização de fungicidas sintéticos é amplamente comum em sistemas agrícolas contemporâneos. Entretanto, tal prática tem sido progressivamente contestada devido à seleção de populações resistentes de fungos fitopatogênicos, aos riscos de exposição no ambiente ocupacional e aos impactos adversos sobre organismos não alvos, bem como sobre o meio ambiente (McLaughlin *et al*., 2023; Islam *et al*., 2024). Inevitavelmente, há inquietações relativa à persistência ambiental de certos compostos fungicidas, assim como à sua toxicidade para organismos tanto terrestres quanto aquáticos, o que enfatiza a urgência de implementar estratégias fitossanitárias mais sustentáveis (Buranth; Deising; Tiedemann, 2023; Jayaseelan *et al*., 2026). Nesse cenário, produtos originários da natureza, tais como extratos de plantas e óleos essenciais, têm sido objeto de crescente interesse como alternativa ao tratamento químico tradicional de sementes. Esses compostos demonstram atividade antifúngica vinculada à presença de metabólitos secundários bioativos e tendem a atuar por diversos mecanismos diminuindo a pressão de seleção por resistência em comparação aos fungicidas de alvo único (Szczygiel; Koziróg; Otlewska, 2024).

Dentre os óleos essenciais com aplicação no setor agrícola, sobressai-se o óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf, extensivamente estudado devido à sua atividade antifúngica e à sua composição privilegiada em citral, geranial e neral, substâncias vinculadas à inibição de diversos fitopatógenos (Butzge *et al*., 2023). Evidências experimentais demonstram que este óleo pode inibir de forma significativa a germinação de conídios, o desenvolvimento micelial e a gravidade de doenças fúngicas, além de apresentar uma ação multifatorial sobre membranas e processos metabólicos celulares (Hoyos *et al*., 2025). Em circunstâncias experimentais, o óleo essencial de *C. citratus* diminuiu a infecção por fungos transmitidos por sementes; contudo, seus efeitos sobre a germinação podem divergir de acordo com a espécie, a dosagem empregada e o modo de aplicação (Leite *et al*., 2018).

Dessa forma, torna-se fundamental a avaliação da qualidade sanitária inicial de sementes crioulas de milho que foram tratadas com alternativas naturais, com o objetivo de constatar se o óleo essencial é capaz de substituir os defensivos sintéticos, sem comprometer o desempenho do lote. Sob esse enfoque, o objetivo deste estudo foi examinar a qualidade sanitária das sementes, visando o controle do fungo *Aspergillus* spp. Durante o armazenamento, por meio de uma comparação entre o tratamento com óleo essencial de *C. citratus* e um fungicida sintético de natureza comercial.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nos Laboratórios de Análises de Sementes e Fitopatologia da Universidade Federa Rural do Semi-Árido (UFERSA), empregando sementes crioulas de milho (*Zea mays* L.), da safra de 2025, provenientes de um agricultor familiar do município de Luís Gomes – RN. Primeiramente, o lote foi analisado em relação à qualidade fisiológica.

Utilizou-se óleo essencial de *C. citratus* comercial e o fungicida Maxim® (Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.). Ensaios iniciais possibilitaram estabelecer a concentração de 0,15% do óleo essencial como apropriada para manejo, tento em vista a inexistência de efeitos fitotóxicos significativos sobre a germinação e a qualidade fisiológica das sementes (Xavier *et al*., 2015). Todos os procedimentos foram executados sob estrito controle laboratorial e em condições de esterilidade.

Para a preparação da solução, foram empregados 100 mL de água destilada, Tween 20 a 1% (v/v) como emulsificante e óleo essencial na concentração final de 0,15% (v/v). A inclusão do óleo foi efetuada com o auxilio de uma micropipeta, em volumes de microlitros, subseguida de uma homogeneização por 2 minutos, até a total dispersão da emulsão. No processo de tratamento com óleo essencial, as sementes foram colocadas em imersão na solução por 30 segundos e, posteriormente, secas à sombra, à temperatura ambiente, durante 48 horas, até que a umidade superficial fosse completamente eliminada. Essa fase foi implementada para prevenir o acúmulo excessivo de umidade residual e manter a integridade inicial do lote (Leite *et al*., 2018).

O procedimento químico foi efetuado com o produto Maxim® (fludioxinil, 25 g L^{-1}), apresentado na forma de suspensão concentrada para o tratamento de sementes. A dose foi ajustada proporcionalmente para 170 g de sementes, empregando-se 1,02 mL do produto diluído em 3,4 mL de água destilada. As sementes foram acondicionadas em um saco plástico, receberam a aplicação da calda e foram agitadas manualmente, até obter um recobrimento homogêneo, sendo, posteriormente, secas à sombra por um período de 48 horas.

Para verificação da sanidade o método utilizado será o "Blotter test" realizado por meio do método do papel filtro (Brasil, 2025), em conformidade com os padrões estabelecidos para a identificação de fungos veiculados por sementes. Empregando 100 sementes por condição experimental, as quais são colocadas em 4 repetições de 25 sementes cada. Em cada repetição, as sementes serão dispostas em Gerbox, nas quais se encontram dois discos de papel filtro umedecidos com água destilada. Posteriormente, as Gerbox serão mantidas em BODs a uma temperatura de 25 ± 2 °C e em um fotoperíodo de 12 horas (Dias *et al*., 2021). Após o período de incubação, as sementes serão avaliadas com o suporte de um microscópio estereoscópico e de um microscópio óptico, possibilitando a identificação e a quantificação dos fungos presentes, em comparação com a literatura especializada (Seifert *et al*., 2011), com especial foco na incidência de *Aspergillus* spp.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação preliminar da qualidade sanitária do lote de sementes crioulas de milho, foi verificada uma incidência média de 50% de infecção pelo fungo de armazenamento *Aspergillus* spp. (Tabela 1). A notória presença anterior deste patógeno ressalta a importância de implementar tratamento preventivo ou terapêutico antes e durante o processo de armazenamento, uma vez que as espécies pertencentes e este gênero são amplamente conhecidas por sua habilidade em deteriorar sementes, comprometer o poder germinativo e gerar micotoxinas (Costa; Araújo; Oliveira, 2022).

Após três meses de armazenamento, o tratamento controle (Sem intervenção) apresentou níveis elevados de contaminação (48%), evidenciando uma tendência de persistência do patógeno no lote na ausência de medidas sanitárias. Ao examinar as modalidades de aplicação, constatou-se um incremento na ocorrência de infecção fúngica no tratamento por imersão direta (66%) (Tabela 1). Tal conduta pode ser relacionada ao aumento da umidade disponível na superfície e na camada externa das sementes durante o processo de imersão em um meio líquido. O aumento da atividade de água propicia a germinação dos esporos do fungo e a colonização do tecido reprodutivo, superando o efeito fungistático ou fungicida do tratamento administrado diretamente (Zhang *et al*., 2024).

DOI: 10.51189/vii-coninters/87391

Tabela 1 - Incidência Média de Aspergillus spp. em Sementes Crioulas de Milho Submetidas a Tratamentos Alternativos

Tratamento	**Incidência Inicial (%)**	**Incidência 3 meses (%)**	**Variação relativa (%)**	**Interpretação**
Testemunha (Sem intervenção)	50,0	48,0	-4,0	Níveis permaneceram semelhantes
Imersão direta	50,0	66,0	+32,0	Tendência de aumento da incidência
Fungicida sintético	50,0	26,0	- 48,0	Tendência de redução expressiva

Fonte: Elaborada pelos autores (2026).

É importante destacar que os resultados expostos correspondem a valores medianos, sinalizando tendência de conduta sanitária. Os números aparentaram um incremento com a aplicação do óleo essencial de *C. citratus* evidenciam uma diminuição prevista com uso do fungicida sintético, indicando uma não equivalência biológica entre os dois métodos, embora sejam necessários estudos adicionais para corroborar tais constatações (Silva *et al*., 2020).

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que a alta ocorrência inicial de *Aspergillus* spp. Enfatiza a imprescindibilidade da implementação de medidas sanitárias para a preservação de sementes crioulas de milho no decorrer do armazenamento. Nas situações analisadas, o tratamento por imersão com o óleo essencial de *C. citratus* revelou-se ineficaz no controle do patógeno, ao passo que o fungicida comercial Maxim demonstrou alta eficácia. Esses resultados demonstraram a influência do método de aplicação na eficácia do tratamento e enfatizaram a urgência de pesquisas adicionais para aprimorar a utilização do óleo essencial de *C. citratus* em sementes.

REFERÊNCIAS

AVILA, J. E. T. de *et al*. In situ conservation of agrobiodiversity carried out by traditional family farmers in a mountainous region of Brazil. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, 2024. DOI: 10.1080/21683565.2024.2445729.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Capítulo 3 – Determinação do grau de umidade. In: BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA, 2025. Disponível em: https://wikisda.agricultura.gov.br/pt-br/Laborat%C3%B3rios/Metodologia/Sementes/RAS_2025/ras_2024_umidade. Acesso em: 16 jul. 2026

BURANDT, Q. C.; DEISING, H. B.; VON TIEDEMANN, A. Further Limitations of Synthetic Fungicide Use and Expansion of Organic Agriculture in Europe Will Increase the Environmental and Health Risks of Chemical Crop Protection Caused by Copper-Containing Fungicides. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 43, n. 1, p. 19-30, 2024. DOI: https://doi.org/10.1002/etc.5766. Acesso em: 7 ago. 2026.

BUTZGE, J. C. *et al*. Antifungal Properties of Essential Oils Derived from the Genus *Cymbopogon*: A Systematic Review. **Chemistry & Biodiversity**, v. 20, n. 10, e202300663, Oct. 2023. DOI: https://doi.org/10.1002/cbdv.202300663. Acesso em: 7 ago. 2026.

COSTA, F. M. da; ARAÚJO, V. da S.; OLIVEIRA, I. A. de. **Sanitary quality of corn grain selled at CONAB de Parnaíba**. *Journal of Agricultural Sciences Research*, v. 2, n. 17, p. 2–6, 2022. DOI: 10.22533/at.ed.9732172210128.

DIAS, F. H. C. *et al*. Efeito dos óleos essenciais na qualidade sanitária e fisiológica de sementes de milho crioulo. **Scientific Electronic Archives**, [s. l.], v. 14, n. 9, set. 2021. DOI http://dx.doi.org/10.36560/14920211349. Acesso em: 25 mar. 2026.

DZIB-AGUILAR, L. A.; ORTEGA-PACZKA, R.; SEGURA-CORREA, J. C. Conservación *in situ* y mejoramiento participativo de maíces criollos en la Península de Yucatán. **Tropical and Subtropical Agroecosystems**, v. 19, p. 51-59, 2016. Disponível em: https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA. Acesso em: 7 ago. 2026.

GUZZON, F. *et al*. Conservation and Use of Latin American Maize Diversity: Pillar of Nutrition Security and Cultural Heritage of Humanity. **Agronomy**, v. 11, n. 1, art. 172, 2021. DOI: https://doi.org/10.3390/agronomy11010172. Acesso em: 7 ago. 2026.

HOYOS A., J. M.; DORIGAN, A. F.; SILVEIRA, P. R. da; LABORY, C. R, G,; RIBEIRO JÚNIOR, P, M,; FERNANDES, R,; ALVES, E,. Antifungal activity of essential oils in *Colletotrichum lindemuthianum* and alternative control of bean anthracnose. **European Journal of Plant Pathology**, v. 172, p. 373–389, 2025. DOI: https://doi.org/10.1007/s10658-025-03010-7. Acesso em: 7 ago. 2026.

ISLAM, T. *et al*. Resistance Mechanisms of Plant Pathogenic Fungi to Fungicide, Environmental Impacts of Fungicides, and Sustainable Solutions. **Plants**, v. 13, n. 19, art. 2737, 2024. DOI: https://doi.org/10.3390/plants13192737. Acesso em: 7 ago. 2026.

JAYASEELAN, J. J. *et al*. Eco-friendly alternatives to seed chemical coating: agro-industrial byproducts as seed treatments with long-term effects on growth and reproduction. **Bioresources and Bioprocessing**, v. 13, art. 4, 2026. DOI: https://doi.org/10.1186/s40643-025-01000-5. Acesso em: 7 ago. 2026.

LEITE, K. *et al*. Óleos essenciais no tratamento de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. durante o armazenamento. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 13, n. 2, p. 186-199, 2018. DOI: http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v13i2.5665. Acesso em: 7 ago. 2026.

LIMA, L. S. C. F. *et al*. Maíz criollo del suroeste de São Paulo, Brasil: diversidad y calidad de semillas. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, v. 13, n. 1, 2022. Disponível em: https://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/. Acesso em: 7 ago. 2026.

MCLAUGHLIN, M.S.; Roy, M.; ABBASI, P.A.; CARISSE, O.; YURGEL, S.N.; ALI, S. Why Do We Need Alternative Methods for Fungal Disease Management in Plants? **Plants** 2023, 12, 3822. https://doi.org/10.3390/ plants12223822.

PUNEETH, G. *et al*. On-farm crop diversity, conservation, importance and value: a case study of landraces from Western Ghats of Karnataka, India. **Scientific Reports**, v. 14, 2024. DOI: 10.1038/s41598-024-61428-1.

SEIFERT, K. A. *et al.* The genera of Hyphomycetes. **Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi**, v. 27, p. 119, 2011. DOI: https://doi.org/10.3767/003158511X617435. Acesso em: 25 mar. 2026.

SILVA, K. M. J.; PINHO, R. G. V.; PINHO, É. V. R. V.; OLIVEIRA, R. M.; SANTOS, H. O.; SILVA, T. S. Chemical treatment and size of corn seed on physiological and sanitary quality during storage. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 42, e202042010, 2020. DOI: 10.1590/2317-1545v42219569.

SZCZYGIEŁ, T.; KOZIRÓG, A.; OTLEWSKA, A.. Synthetic and Natural Antifungal Substances in Cereal Grain Protection: A Review of Bright and Dark Sides. **Molecules**, v. 29, 2024. DOI: 10.3390/molecules29163780.

XAVIER, M.V.A. *et al*. Viabilidade de sementes de feijão-caupi após o tratamento com óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, ano 2012, v. 14, n. esp, p. 250-254, 10 nov. 2012. DOI https://doi.org/10.1590/S1516-05722012000500021.

ZHANG, J.; XING, Z.; GU, F.; WANG, Y.; WANG, T.; CHEN, J. Changes in the microflora on the seed surface and seed vigor of maize (*Zea mays*) under different conditions. **PLoS ONE**, v. 19, n. 11, e0311258, 2024. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0311258.

CARACTERIZAÇÃO FISIOLÓGICA INICIAL DE SEMENTES CRIOULAS DE MILHO SUBMETIDAS A TRATAMENTOS ALTERNATIVOS

AMANDA INGRID CORNÉLIO DA SILVA DOS SANTOS; CLARISSE PEREIRA BENEDITO; DANILO GOMES DA SILVA; DOUGLAS ARENHART FRANÇA; FRANCISCO SÁVIO LOPES MENDES; JOSÉ EDSON MELO DE LIMA; LARA FABIANA LOPES CASTRO

RESUMO

As sementes crioulas de milho desempenham papel estratégico na conservação da agrobiodiversidade, na segurança alimentar e na autonomia de agricultores familiares, especialmente em regiões semiáridas. Entretanto, durante o armazenamento, essas sementes estão sujeitas à deterioração fisiológica e à incidência de fungos, fatores que comprometem sua qualidade e viabilidade. Nesse contexto, a utilização de alternativas naturais, como óleos essenciais, tem despertado interesse como estratégia sustentável para o tratamento de sementes. O presente trabalho teve como objetivo caracterizar a qualidade fisiológica inicial de sementes crioulas de milho submetidas ao tratamento com óleo essencial de *Cymbopogon citratus* e compará-la ao tratamento com fungicida comercial Maxim®. O experimento foi conduzido nos Laboratórios de Análise de Sementes e Fitopatologia da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), utilizando sementes crioulas de milho da safra de 2025. O óleo essencial foi aplicado na concentração de 0,15% (v/v), enquanto o fungicida foi utilizado em dose proporcional à massa de sementes. Foram avaliadas a germinação, o índice de velocidade de germinação (IVG) e o índice de velocidade de emergência (IVE), empregando-se quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento. Os resultados preliminares, obtidos após três meses de armazenamento, demonstraram que os tratamentos preservaram a qualidade fisiológica das sementes, mantendo valores de germinação entre 91% e 93%, semelhantes aos observados no início do experimento (92%). Os índices de vigor também permaneceram estáveis, sem evidências de redução do desempenho fisiológico ou de efeitos fitotóxicos provocados pelos tratamentos. O óleo essencial apresentou comportamento semelhante ao fungicida comercial, indicando potencial para utilização como alternativa no tratamento de sementes. Conclui-se que, nas condições avaliadas, tanto o óleo essencial de *C. citratus* quanto o fungicida Maxim® foram capazes de manter a qualidade fisiológica inicial das sementes crioulas de milho durante os três primeiros meses de armazenamento, sendo necessários os resultados das avaliações subsequentes para confirmar a eficiência dos tratamentos ao longo de todo o período experimental.

Palavras-chave: Armazenamento de sementes; Qualidade fisiológica; *Cymbopogon citratus*.

1 INTRODUÇÃO

As sementes crioulas de milho (*Zea mays* L. desempenha um papel fundamental na agricultura familiar e de subsistência, especialmente em contextos agroecológicos e em regiões vulneráveis às restrições ambientais, como o semiárido brasileiro. A sua preservação favorece a proteção da agrobiodiversidade, a autonomia na produção das famílias agricultoras e a segurança e soberania alimentar, visto que tais variedades são frequentemente escolhidas,

DOI: 10.51189/vii-coninters/87393

reproduzidas e cultivadas para consumo próprio em sistemas de produção locais (Lima; Silva; Assis, 2024; De Avila *et al*., 2024). Nas áreas semiáridas, essa função tende a se tornar ainda mais significativa, uma vez que os sistemas familiares agroecológicos têm sido indicados como abordagens sustentáveis na utilização dos recursos naturais, como a participação ativa de agricultores na preservação de variedades locais e no fortalecimento de sistemas comunitários de sementes (Costa *et al*., 2024).

A relevância dessas sementes também está associada à preservação da diversidade genética agrícola, que, no momento, se encontra sob pressão devido á substituição de variedades locais por cultivares híbridos, geneticamente homogêneos e pautados por considerações comerciais. A diminuição dessa diversidade é identificada como um problema em ascensão, com repercussões na sustentabilidade dos agroecossistemas, na adaptação das culturas e na segurança alimentar, enfatizando a urgência de valorizar e preservar as variedades crioulas, incluindo o milho (Pirredda *et al*., 2023)

Entretanto, a preservação dessas sementes está intrinsecamente ligada à manutenção de sua qualidade fisiológica durante o período de armazenamento. A degradação das sementes constitui um fenômeno inexorável, relacionado à diminuição gradual da viabilidade e do vigor, o que afeta diretamente a germinação, o desenvolvimento inicial de plântulas e a durabilidade da amostra (Malviya; Gayen, 2024). Em sementes ortodoxas, a taxa de deterioração está essencialmente relacionada ao teor de umidade e á temperatura de armazenamento, apresentando-se reduzida em ambientes de baixa umidade e temperaturas mais amenas; por outro lado, condições inadequadas intensificam os danos celulares e metabólicos, englobando modificações em membranas, metabolismo energético, proteínas e ácidos nucleicos (Corbineau, 2024). Na prática, isso indica que a diminuição da vitalidade pode ocorrer antes da redução da taxa de germinação, prejudicando a emergência e o desenvolvimento inicial das plantas, o que é particularmente significativo pata sementes armazenadas por agricultores em sistemas de baixo custo (Zhou *et al*., 2019).

Além de aspectos físicos referentes ao armazenamento, os fungos vinculado ás sementes podem agravar a deterioração fisiológica. Sementes armazenadas podem conter uma vaga gama de fungos, e a contaminação fúngica ocorrida antes ou depois da colheita pode comprometer significativamente a qualidade e a durabilidade das sementes (Martín *et al*., 2022). No milho e em outras espécies, costuma-se observar durante o armazenamento, um incremento de fungos característicos desse processo, com ênfase nas espécies de *Aspergillus* e *Penicillium*, frequentemente relacionado à diminuição da permeabilidade e do vigor. Ademais, tais fungos são capazes de modificar a composição das sementes e acentuar as perdas qualitativas, impactando atributos que dizem respeito à armazenabilidade e ao desempenho fisiológico (Wang *et al*., 2022; Selemani; Madege; Nzogela, 2025).

Diante dessa circunstância, aumenta o interesse por opções naturais e mais sustentáveis para o tratamento de sementes, especialmente em sistemas de base agroecológica e na agricultura de familiar. Óleos essenciais têm sido qualificados com opções promissoras em substituição aos fungicidas sintéticos para o controle de patógenos ligados às sementes (Yang *et al*., 2022). Dentre os componentes, o óleo essencial de *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf sobressai-se por demonstrar atividade antifúngica eficaz contra diversos fitopatógenos e fungos vinculados a sementes, seno sua ação majoritariamente atribuída à presença de citra, geranial e neral em sua composição (Moumni *et al*., 2021). Evidências recentes demonstram que *C. citratus* é capaz e inibir a germinação de conídios e o crescimento micelial, provocar desorganização estrutural em células fúngicas e diminuir seu potencial para utilização no manejo fitossanitário de sementes e plântulas (Hoyos *et al*., 2025). Ainda assim, a implementação desses tratamentos requer uma análise conjunta de seus impactos sanitários e fisiológicos, considerando que a manutenção da qualidade original das sementes é crucial para sua utilização segura ao longo do armazenamento.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87393

Assim, revela-se imprescindível a análise da qualidade sanitária inicial de sementes crioulas de milho tratadas com alternativas naturais, com o intuito de verificar se óleo essencial consegue substituir os defensivos sintéticos, sem prejudicar o desempenho do lote. Sob essa perspectiva, a finalidade deste estudo foi analisar qualidade fisiológica de sementes crioulas de milho, realizando uma comparação entre os tratamentos com óleo essencial de *C. citratus* e um fungicida sintético de caráter comercial.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nos Laboratórios de Análises de Sementes e Fitopatologia da Universidade Federa Rural do Semi-Árido (UFERSA), empregando sementes crioulas de milho (*Zea mays* L.), da safra de 2025, provenientes de um agricultor familiar do município de Luís Gomes – RN. Primeiramente, o lote foi analisado em relação à qualidade fisiológica.

Utilizou-se óleo essencial de *C. citratus* comercial e o fungicida Maxim® (Syngenta Proteção de Cultivos Ltda.). Ensaios iniciais possibilitaram estabelecer a concentração de 0,15% do óleo essencial como apropriada para manejo, tento em vista a inexistência de efeitos fitotóxicos significativos sobre a germinação e a qualidade fisiológica das sementes (Xavier *et al*., 2015). Todos os procedimentos foram executados sob estrito controle laboratorial e em condições de esterilidade.

Para a preparação da solução, foram empregados 100 mL de água destilada, Tween 20 a 1% (v/v) como emulsificante e óleo essencial na concentração final de 0,15% (v/v). A inclusão do óleo foi efetuada com o auxilio de uma micropipeta, em volumes de microlitros, subseguida de uma homogeneização por 2 minutos, até a total dispersão da emulsão. No processo de tratamento com óleo essencial, as sementes foram colocadas em imersão na solução por 30 segundos e, posteriormente, secas à sombra, à temperatura ambiente, durante 48 horas, até que a umidade superficial fosse completamente eliminada. Essa fase foi implementada para prevenir o acúmulo excessivo de umidade residual e manter a integridade inicial do lote (Leite *et al*., 2018).

O procedimento químico foi efetuado com o produto Maxim® (fludioxinil, 25 g L^{-1}), apresentado na forma de suspensão concentrada para o tratamento de sementes. A dose foi ajustada proporcionalmente para 170 g de sementes, empregando-se 1,02 mL do produto diluído em 3,4 mL de água destilada. As sementes foram acondicionadas em um saco plástico, receberam a aplicação da calda e foram agitadas manualmente, até obter um recobrimento homogêneo, sendo, posteriormente, secas à sombra por um período de 48 horas.

As variáveis analisadas compreenderam a germinação, o índice de velocidade de germinação (IVG) e o índice de velocidade de emergência (IVE). O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 25 sementes, dispostas em papel Germitest, sob condições de uma câmara tipo B.O.D a 25 °C e com fotoperíodo de oito horas, sendo feita a avaliação das plântulas normais no quarto e sétimo dia, além de contagens diárias para a obtenção do IVG (Brasil, 2025). O teste de emergência foi realizado em casa de vegetação com quatro repetições de 25 sementes, plantadas a 1 cm de profundidade em substrato comercial de turfa de *Sphagnum* Pindstrup®, com contagens diárias realizadas do segundo ao sétimo dia, visando o cálculo de IVE (Maguire, 1962).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados preliminares concernentes à qualidade fisiológica das sementes crioulas de milho, ao longo dos três primeiros meses de armazenamento, indicaram que os tratamentos analisados preservaram o potencial fisiológico das sementes. Considerando que as médias de germinação, o índice de velocidade de germinação (IVG) e o índice de velocidade de emergência (IVE) se mantiveram semelhantes aos valores registrados no início do experimento (Tabela 1).

DOI: 10.51189/vii-coninters/87393

Tabela 1 - Médias de germinação, IVG e IVE de sementes crioulas de milho submetidas a diferentes tratamentos e armazenamento.

Tratamentos	Germinação (%)	IVG	IVE
Tempo zero (Inicial)	92	6,69	5,96
Sem tratamento (3 meses)	93	6,89	5,56
Óleo essencial (3 meses)	93	7,03	5,60
Fungicida comercial (3 meses)	91	7,41	6,15

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados experimentais (2026).

3.1 COMPORTAMENTO DA GERMINAÇÃO

Constatou-se uma tendência de preservação da germinação, sem diminuição da qualidade fisiológica do lote após um período de três meses. A taxa de germinação no momento inicial foi de 92%, elevando-se para 93% nas sementes que não receberam tratamento e naquelas que foram submetidas ao óleo essencial de *C. citratus*, enquanto alcançou 91% nas sementes tratadas com fungicida sintético. Tal conduta é congruente com investigações realizadas sobre milho, as quais demonstraram que, em intervalos reduzidos de armazenamento, a taxa de germinação pode permanecer inalterada, mesmo após a realização do tratamento de sementes (Oliveira *et al*., 2020; Souza Moraes *et al*., 2022). A germinação de sementes de milho que foram submetidas a tratamentos com fungicidas e inseticidas é frequentemente mantida em níveis comerciais aceitáveis nos meses iniciais.

A estabilidade constatada igualmente indica a elevada qualidade inicial do lote, elemento crucial para durabilidade das sementes. Sementes com elevado vigor inicial costumam preservar a viabilidade por um período mais prolongado, adiando o processo de deterioração. A deterioração da qualidade fisiológica é um processo inevitável e progressivo durante o armazenamento, porém pode ser atrasado nas fases iniciais, especialmente em condições apropriadas (Olasoji; AJayi, 2020; Capilheira *et al*., 2024).

3.2 TENDÊNCIAS DE VIGOR (IVG E IVE)

Em relação ao índice de velocidade de germinação (IVG), os valores mantiveram-se semelhantes, apresentando uma sutil tendência de aumento: a média inicial foi de 6,69, ascendendo para 7,03 no tratamento com óleo essencial, 7,41 no fungicida e 6,89 nas sementes não tratadas. O índice de velocidade de emergência (IVE) demonstrou uma evolução análoga, sem redução, variando de 5.60 em presença de óleo essencial, 6,15 com a aplicação de fungicida e 5,56 no grupo de controle. O vigor das sementes é normalmente mais suscetível ao manejo e à conservação do que ao processo de germinação (Mariucci *et al*., 2018). A diminuição da vitalidade é um fenômeno que se agrava com o prolongamento do tempo de armazenamento, manifestando-se de forma mais acentuada em fases avançadas (Timóteo; Marcos-Filho, 2013).

A preservação dos valores de IVG e IVE próximos aos originais sugere que, até o presente momento os tratamentos não provocaram fitotoxicidade capaz de prejudicar o desempenho das sementes. A influência de substâncias químicas sobre a vitalidade pode diferir de acordo com o princípio ativo e a duração do armazenamento (Oliveira *et al*., 2020). A estabilidade observada no IVE indica que a taxa de emergência não foi afetada, o que é fundamental para o adequado estabelecimento da cultura em campo (Giasson *et al*., 2021).

4 CONCLUSÃO

Os resultados preliminares indicaram que os tratamentos utilizando óleo essencial de *C. citratus* e o fungicida Maxim®, aliados ao armazenamento por um período de três meses,

não ocasionaram uma perda da qualidade fisiológica das sementes crioulas de milho. A análise cuidadosa dessas informações é imprescindível, uma vez que se referem a médias descritivas, e a investigação estatística inferencial poderá validar as tendências identificadas. A preservação da germinação e do vigor nesse estágio inicial é um sinal favorável de viabilidade dos tratamentos analisados.

REFERÊNCIAS

AVILA, J. Ed. T. de; COELHO, F. C.; LO SARDO, P. M.; HADDADE, I. R.; MOONEN, A.. In situ conservation of agrobiodiversity carried out by traditional family farmers in a mountainous region of Brazil. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 49, n. 6, p. 797-820, 2025. DOI: https://doi.org/10.1080/21683565.2024.2445729.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. Capítulo 3 – Determinação do grau de umidade. In: BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA, 2025. Disponível em: https://wikisda.agricultura.gov.br/pt-br/Laborat%C3%B3rios/Metodologia/Sementes/RAS_2025/ras_2024_umidade. Acesso em: 16 jul. 2026.

CAPILHEIRA, A. F.; SILVA, J.G. da; PINTO, K. V. ; GADOTTI, G. I.; CARVALHO, I. R. de. Corn seeds stored under varying storage conditions. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 44, e20220136, 2024. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v44e20220136/2024. Acesso em: 7 ago. 2026.

CORBINEAU, F. The Effects of Storage Conditions on Seed Deterioration and Ageing: How to Improve Seed Longevity. **Seeds** 2024, 3, 56–75. https://doi.org/10.3390/ seeds3010005.

COSTA, C. R. G. da; SILVA, M. G. da. A adubação orgânica como alternativa sustentável na produção de variedades de feijão no semiárido brasileiro. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 1-21, 2024. DOI: https://doi.org/10.55905/oelv22n2-195.

GIASSON, L. A.; RODRIGUES, A. P. D. C.; DALLA COSTA, D. A.; BORTOLLI, B. B. de; COELHO, A. F.; PEREIRA, S. R. Physiological quality and seed storage potential of four soybean cultivars. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 4, e7910413635, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i4.13635. Acesso em: 7 ago. 2026.

HOYOS A., J. M.; DORIGAN, A. F.; SILVEIRA, P. R. da; LABORY, C. R, G,; RIBEIRO JÚNIOR, P, M,; FERNANDES, R,; ALVES, E,. Antifungal activity of essential oils in *Colletotrichum lindemuthianum* and alternative control of bean anthracnose. **European Journal of Plant Pathology**, v. 172, p. 373–389, 2025. DOI: https://doi.org/10.1007/s10658-025-03010-7. Acesso em: 7 ago. 2026.

LEITE, K. *et al*. Óleos essenciais no tratamento de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. durante o armazenamento. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, ano 2018, v. 13, n. 2, p. 186-199, abr. 2018. DOI http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v13i2.5665.

LIMA, Joyce Melo Carvalho de; SILVA, Luis Felipe Lima e; ASSIS, Ana Elisa Spaolonzi Queiroz. La conservación de la biodiversidad agrícola como estrategia para garantizar la seguridad y soberanía alimentaria en Brasil. **Agroalimentaria**, Mérida, v. 30, n. 59, p. 15-34, 2024. DOI: https://doi.org/10.53766/Agroalim/2024.30.59.02. Acesso em: 7 ago. 2026.

MALVIYA, R.; GAYEN, D. Seed Deterioration: Unraveling the Role of Phytohormones on Seed Germination Under Aging Condition. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 44, p. 1886–1902, 2025. DOI: https://doi.org/10.1007/s00344-024-11560-z. Acesso em: 7 ago. 2026.

MARIUCCI, G. E. G.; SUZUKAWA, A. K.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; LIMA, L. H. S.; ANGELOTTI, P.; PONCE, R. M.; MARTELI, D. C. V. Physiological potential of maize seeds submitted to different treatments and storage periods. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 40, n. 1, p. 60–66, 2018. DOI: 10.1590/2317-1545v40n1184456 Acesso em: 7 ago. 2026.

MARTÍN, I.; GÁLVEZ, L.; GUASCH, L.; PALMERO, D. Fungal Pathogens and Seed Storage in the Dry State. **Plants** 2022, 11, 3167. https://doi.org/10.3390/ plants11223167.

MOUMNI, M.; ROMANAZZI, G.; NAJAR, B.; PISTELLI, L.; BEN AMARA, H.; MEZRIOUI, K.; KAROUS, O.; CHAIEB, I.; ALLAGUI, M.B. Antifungal Activity and Chemical Composition of Seven Essential Oils to Control the Main Seedborne Fungi of Cucurbits. **Antibiotics** 2021, 10, 104. https://doi.org/10.3390/ antibiotics10020104.

OLASOJI, O. J.; AJAYI, S. A.. Seed vigour of quality protein maize varieties belonging to different maturity groups. **Archives of Crop Science**, v. 4, n. 1, p. 78-84, 2020. DOI: https://doi.org/10.36959/718/606.

OLIVEIRA, T. L. de; VON PINHO, R. G.; SANTOS, H. O. dos; SILVA, K. M. de Jesus; PEREIRA, E. M.; SOUZA, J. L. D.. Biochemical changes and physiological quality of corn seeds subjected to different chemical treatments and storage times. **Journal of Seed Science**, v. 42, e202042038, 2020. DOI: https://doi.org/10.1590/2317-1545v42234181.

PIRREDDA, M.; FAÑANÁSPUEYO, I.; OÑATE-SÁNCHEZ, L.; MIRA, S. Seed Longevity and Ageing: A Review on Physiological and Genetic Factors with an Emphasis on Hormonal Regulation. **Plants** 2024, 13, 41. https://doi.org/10.3390/ plants13010041.

SELEMANI, S.; MADEGE, R.; NZOGELA, Y. Incidence of seed-borne fungi of stored sunflower seeds (*Helianthus annuus*) in Tanzania and their influence on seed viability and vigor. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 9, art. 1534929, 2025. DOI: https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1534929.

MORAES, L.F. de S.; CARVALHO, E.R.; LIMA, J.M.E.; COSSA, N.H. da S.; MEDEIROS, J.C. Physiological quality of corn seeds treated with insecticides and stored at different temperatures. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.57, e02665, 2022. DOI: https://doi. org/10.1590/S1678-3921.pab2022.v57.02665.

TIMÓTEO, T. S.; MARCOS-FILHO, J**.** Seed performance of different corn genotypes during storage. **Journal of Seed Science**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 207–215, 2013. DOI: 10.1590/S2317-15372013000200010. Acesso em: 7 ago. 2026.

WANG, J. *et al*. Quality and nutrition of oat seed as influenced by seed-borne fungal pathogens during storage. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 129, p. 243–252, 2022. DOI: https://doi.org/10.1007/s41348-021-00563-7. Acesso em: 7 ago. 2026.

XAVIER, M.V.A. *et al*. Viabilidade de sementes de feijão-caupi após o tratamento com óleo essencial de citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt). **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, Botucatu, ano 2012, v. 14, n. esp, p. 250-254, 10 nov. 2012. DOI https://doi.org/10.1590/S1516-05722012000500021.

YANG, J. *et al.* Cymbopogon Citratus Essential Oils: A Promising Source of Antifungals Against Panax Notoginseng-Associated Pathogenic Fungi. **Current Microbiology**, v. 80, n. 1, art. 17, 2023. DOI: https://doi.org/10.1007/s00284-022-03119-6. Acesso em: 7 ago. 2026.

ZHOU, W.; CHEN, F.; LUO, X.; DAI, Y.; YANG, Y.; ZHENG, C.; YANG, W.; SHU, K. A matter of life and death: Molecular, physiological, and environmental regulation of seed longevity. **Plant, Cell & Environment**, v. 43, n. 2, p. 293-302, 2020. DOI: https://doi.org/10.1111/pce.13666.

ECOTOXICOLOGICAL EVALUATION OF PLANT EXTRACTS USING *Artemia salina*: A STRATEGY FOR THE DEVELOPMENT OF SUSTAINABLE BIOPRODUCTS

CARLOS EMANUEL DA SILVA LIMA; RYLLARE CRISTINA SILVA COSTA; JORGE LUIZ COSTA FILHO; LARISSA FERNANDA LIMA ALVES; THAYANNE THYSSYANNE DE SOUZA SOARES COSTA; VIVIAN LÃNA DE SOUZA ALVES; ANA CARLA DIÓGENES SUASSUNA BEZERRA.

ABSTRACT

The use of herbal medicines has been expanded due to the need for natural, sustainable treatments that generate less environmental impact. However, natural products can cause toxic effects on non-target organisms. Therefore, this study aimed to evaluate the ecotoxicity of plant extracts using the environmental bioindicator *Artemia salina*. Initially, hydroethanol extracts were produced from the plant species *Ocimum basilicum, Tridax procumbens and Pimpinella anisum*. For this, the plant leaf powder was subjected to extraction in a hydroethanolic solution, producing crude extracts at 10% (w/v) that were subsequently diluted. Artemia nauplii were cultured and, in 24-well plates, incubated with plant extracts at concentrations of 10%, 5%, 2.5% and 1.25%. Finally, the percentages of nauplii mortality were calculated. As a result, it can be observed that the *O. basilicum* extract caused lower mortality, presenting percentages of 55% and 50% at concentrations 2.5% and 1.25% respectively. While the *P. anisum* extract showed the highest mortality, with 100% at a concentration of 10%. Therefore, it is concluded that the ecotoxicity test with *A. salina* stands out as an effective method for measuring the toxicity of natural products in aquatic organisms, highlighting the need for ecotoxicological tests as a preliminary step for the development of bioproducts with environmental safety and sustainability.

Keywords: Ecotoxicity; Environmental Sustainability; Bioindicators.

1. INTRODUCTION

The search for alternatives to synthetic chemical medicines has driven the development of bioproducts of plant origin, which are considered advantageous because they are easily biodegradable and have a lower environmental impact (Ibrahim *et al.*, 2024). Although natural products are considered environmentally sustainable, inadequate disposal can generate risks for aquatic organisms, making ecotoxicity studies essential (Soares, Zocolo, Bueno, 2026).

In this sense, the assessment of ecotoxicity is essential to determine possible effects of compounds on non-target organisms, allowing the analysis of environmental risks and ensuring the development of technologies that offer environmental safety and sustainability (Ntungwe *et al.*, 2020). Among the ecotoxicity tests used, *Artemia salina* stands out as a recognized model organism, thanks to its sensitivity, affordable cost, speed of performance and reliability in the analysis of acute toxicity (Salay *et al.*, 2024). Artemia are considered biomarkers of

DOI: 10.51189/vii-coninters/87394

environmental quality, presenting rapid biological responses when exposed to compounds with toxic potential (Souza *et al.*, 2024).

Therefore, the present study aimed to evaluate the ecotoxicity of plant extracts using *A. salina,* generating contributions to the identification of candidates with potential for the development of sustainable and environmentally safe bioproducts.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Experimental design

The experiment was conducted in a completely randomized design, with three treatments at different concentrations (*Ocimum basilicum* hydroethanolic extract, *Tridax procumbens* hydroethanolic extract and *Pimpinella anisum* hydroethanolic extract), positive control and negative control. The results were expressed as a percentage of mortality in relation to the initial number of exposed nauplii.

2.2. Production of Hydroethanolic Extracts

The following species were selected: O. *basilicum* (Basil), *T. procumbens* (Bull grass) and *P. anisum* (Sweet grass). The leaves of each species were collected and dried. They were then crushed and sieved. 10 g of powder from each plant was subjected to extraction in 100 ml hydroethanolic solution (70 ml 100% ethanol and 30 ml distilled water) for 7 days, with periodic shaking. In the end, 10% (w/v) hydroethanolic extracts were obtained (Ribeiro *et al.*, 2020). The solvent was evaporated at 60 °C in a water bath until a viscous liquid was formed. Distilled water was added until the initial volume was reached (Pastura *et al.*, 2022). The three extracts were diluted to concentrations of 5%, 2.5% and 1.25%.

2.3. Ecotoxicity Test with *Artemia salina*

The test was carried out according to the methodology described by Rodriguez *et al.* (2012). For this, brine shrimp cysts hatched in a solution containing 18 g of NaCl and 1 L of distilled water. The cysts were incubated in this culture solution for 48 hours, with constant lighting and aeration. After hatching, 10 brine shrimp nauplii and 400µl of each treatment were pipetted into 24-well plates (Hydroethanolic extract of O. basilicum at 10%, 5%, 2.5% and 1.25%; Hydroethanolic extract of *T. procumbens* at 10%, 5%, 2.5% and 1.25; Extract hydroethanolic acid from *P. anisum* at 10%, 5%, 2.5% and 1.25%). The culture solution was used for the negative control and a chemical drug (Thiabendazole) for the positive control. The plates were incubated for 24 hours at room temperature with lighting. Finally, brine shrimp mortality was quantified.

2.4. Data Analysis

The percentage of brine shrimp mortality was calculated using the formula:

$$\%\,Mortality = \frac{Number\ of\ dead\ nauplii}{Total\ number\ of\ nauplii} \times 100$$

The average brine shrimp mortality percentages were calculated, and the results were expressed graphically using the OriginPro software.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The extracts tested showed varying mortality percentages. At a concentration of 10%, the hydroethanolic extract of *T. procumbens* stands out for presenting the lowest percentage of

mortality, indicating that it is the least toxic extract at the highest concentration evaluated. Meanwhile, the hydroethanolic extract of *O. basilicum* showed the lowest percentages of mortality at the lowest concentrations tested (Figure 01).

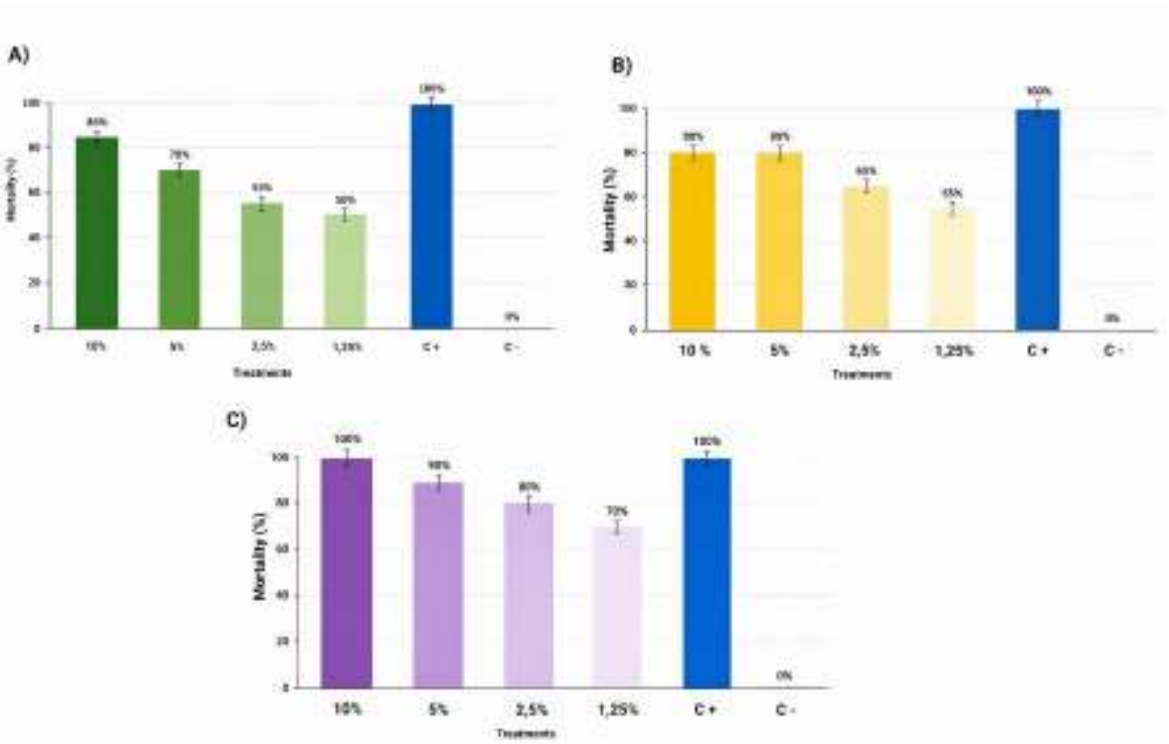


Figure 01. Mortality percentages of *Artemia salina* nauplii. A) Mortality percentages of nauplii exposed to the hydroethanolic extract of *O. basilicum*. B) Mortality percentages of nauplii exposed to the hydroethanolic extract of *T. procumbens*. C) Mortality percentages of nauplii exposed to the hydroethanolic extract of *P. anisum*.

The *P. anisum* extract showed the highest percentages of mortality, indicating that it is the plant extract with the greatest ecotoxicity for aquatic organisms. The absence of nauplii mortality in the negative control indicates that the culture conditions were susceptible to the survival of the organisms. Furthermore, it can be seen that the mortality of nauplii was dependent on the concentration of the extracts, demonstrating a reduction in ecotoxicity as the concentration of the extracts decreased (Figure 01).

The species selected for the production of plant extracts are widely used in traditional medicine and stand out as promising sources of therapeutic biomolecules. However, the high mortality rates of brine shrimp nauplii highlight the toxic potential for aquatic organisms. *A. salina* is a model organism used in marine ecotoxicology tests due to its sensitivity to toxins (Wang *et al*., 2026). Ecotoxicity bioassays allow measuring biological responses, highlighting environmentally harmful substances (Dimaongon *et al*., 2026). Therefore, all extracts at concentrations of 10% and 5% stand out as possibly toxic compounds for non-target organisms.

From an environmental perspective, these results suggest that natural products should be evaluated for environmental safety. The toxicity of plant extracts is related to the concentration of secondary metabolites, which may be responsible for genotoxicity and cytotoxicity (Elshafie, Camele, Mohamed, 2023). Therefore, the higher the concentration of secondary metabolites in plant extracts, the greater the acute toxicity tends to be. This relationship was demonstrated experimentally, considering that the lower concentrations of the extracts presented lower toxicity.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87394

Ecotoxicity testing with brine shrimp reveals the impacts of plant extracts on aquatic organisms in the marine environment that suffer from water pollution driven by the influx of contaminants, such as pharmaceuticals (Miranda *et al*., 2026). In this context, the use of brine shrimp as a bioindicator organism represents a tool for the preliminary assessment of the environmental safety of products of plant origin, allowing the identification of possible adverse effects on non-target aquatic organisms. Therefore, identifying the toxicological profile of plant extracts is important to ensure the use of natural resources while maintaining the conservation of ecosystems.

4. CONCLUSION

In this sense, it is concluded that the use of ecotoxicity tests are necessary and essential steps to guarantee the development of safer and more environmentally friendly natural bioproducts.

REFERENCES

DIMAONGON, N.G. *et al*. Integrating modified risk quotients and *Artemia salina* bioassays to resolve elutriate toxicity drivers from contaminated harbor sediments. **Marine Pollution Bulletin**, vol. 229, 119750, 2026. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2026.119750

ELSHAFIE, H.S., CAMELE, I., MOHAMED, A.A. A Comprehensive Review on the Biological, Agricultural and Pharmaceutical Properties of Secondary Metabolites Based-Plant Origin. **Int. J. Mol. Sci**, vol. 24, n. 4, 3266, 2023. https://doi.org/10.3390/ijms24043266

IBRAHIM, H. *et al*. Naturally-occurring nematicides of plant origin: two decades of novel chemistries. **Pest Management Science**, vol. 81, n. 2, p. 540-571, 2024. https://doi.org/10.1002/ps.8504

MIRANDA, M.P. *et al. Artemia salina* Toxicity Assay: Standardization in a 24-Well Microplate. **Environmental Toxicology**, vol. 41, p. 1–10, 2026. https://doi.org/10.1002/tox.70144

NTUNGWE, E. *et al*. Artemia species: An Important Tool to Screen General Toxicity Samples. **Current Pharmaceutical Design**, vol. 26, p .2892 - 2908, 2020. http://dx.doi.org/10.2174/1381612826666200406083035

PASTURA, D.G.N. *et al. Persea americana Mill*.: Evaluation of cytogenotoxicity and phytochemical prospection of leaf extracts. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, vol. 58, e19261, 2022. http://dx.doi.org/10.1590/s2175-97902022e19261

RIBEIRO, B.I.O. *et al.* Antimicrobial activity of extracts of *Piper peltatum* and *Piper marginatum* on *Klebsiella* spp., *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp., *Escherichia coli* and *Bacillus subtilis.* **Brazilian Journal of Medicinal Plants**, vol. 22, p.145-149, 2020. https://doi.org/10.70151/w385am75

SALAY, G. *et al.* Acute Toxicity Assays with the *Artemia salina* Model: Assessment of Variables. **Alternatives to Laboratory Animals**, vol. 52, p. 142-148, 2024. https://doi.org/10.1177/02611929241242443

SOARES, A.P., ZOCOLO, G.J., BUENO, A.F. The Overlooked Impact of Botanical Pesticides on Non-Target Organisms. **Plants**, vol. 15, 917, 2026. https://doi.org/10.3390/plants15060917

SOUZA, C.R. *et al*. Ecotoxicological studies of direct and indirect genotoxicity with Artemia: a integrative review. **J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng**, vol. 59, n. 6, p. 305-320. https://doi.org/10.1080/10934529.2024.2384216

WANG, X. *et al*. Acute toxicity of *Karenia papilionacea* (Kareniaceae) on marine organisms *Artemia salina* (Artemiidae) and *Oryzias melastigma* (Adrianichthyidae). **Toxicon**, vol. 281, 109205, 2026. https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2026.109205

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

REDUÇÃO DAS EMISSÕES DE FORMALDEÍDO EM PAINÉIS MDP E MDF

ANDRÉ CHRISTIAN KEINERT; UGO LEANDRO BELINI

Introdução: A redução das emissões de formaldeído em painéis de madeira é relevante para a qualidade do ar interno, a saúde dos usuários e o desenvolvimento de materiais mais sustentáveis. Nesse contexto, resinas a base de lignina kraft podem substituir o fenol petroquímico em resinas fenólicas, reduzindo o uso de matérias-primas fósseis e valorizando um recurso renovável proveniente da indústria de celulose. **Objetivo:** Avaliar o efeito da substituição progressiva do fenol por lignina sobre o teor extraível e a emissão gasosa de formaldeído em painéis de partículas de média densidade (MDP) e painéis de fibras de média densidade (MDF). **Metodologia:** Foram utilizadas cinco resinas contendo 0%, 25%, 50%, 75% e 100% de substituição do fenol por lignina kraft técnica de coníferas. Para cada nível de substituição, foram produzidos dois painéis MDP e dois painéis MDF. O formaldeído extraível foi determinado pelo método Perforator, em mg CH_2O/100 g de painel seco, e a emissão gasosa pelo método Gas Analysis, em mg $CH_2O/m^2 \cdot h$, conforme as normas NBR 14810-2:2024 e NBR 15316-2:2024. **Resultados:** No ensaio Perforator, os painéis MDP apresentaram valores entre 0,3 e 0,8 mg CH_2O/100 g, e os MDF, entre 0,4 e 1,0 mg CH_2O/100 g. No Gas Analysis, os resultados variaram de 0,4 a 0,6 mg $CH_2O/m^2 \cdot h$ para MDP e de 0,3 a 0,4 mg $CH_2O/m^2 \cdot h$ para MDF. Todos os tratamentos foram classificados como E1 e permaneceram muito abaixo dos limites normativos de 8 mg CH_2O/100 g e 3,5 mg $CH_2O/m^2 \cdot h$. O aumento do teor de lignina não elevou as emissões, e o método Perforator indicou tendência de redução nos maiores níveis de substituição, especialmente para MDP. **Conclusão:** A substituição do fenol por lignina, inclusive em níveis elevados, mostrou-se compatível com a produção de painéis MDP e MDF de baixíssima emissão de formaldeído. A utilização de um recurso renovável em substituição a uma matéria-prima petroquímica, sem aumento das emissões, evidencia o potencial dessas resinas para painéis mais sustentáveis, alinhados à bioeconomia circular e à melhoria da qualidade do ar interno.

Palavras-chave: **LIGNINA; FORMALDEÍDO; PAINEIS SUSTENTAVEIS**

DOI: 10.51189/vii-coninters/87441

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

NÍVEIS DE POLUIÇÃO SONORA DE UMA PLANTA QUIMICA - ESTUDO DE CASO

ANDRÉ CHRISTIAN KEINERT; UGO LEANDRO BELINI

Introdução: A sustentabilidade industrial requer a mitigação de impactos que afetam a saúde, a qualidade de vida e o equilíbrio ambiental. Entre eles, a poluição sonora está associada a distúrbios do sono, doenças cardiovasculares, perda auditiva e déficit cognitivo. Em plantas químicas, equipamentos de operação contínua e atividades logísticas podem propagar ruído até áreas administrativas, limites da propriedade e regiões vizinhas. **Objetivo:** Avaliar os níveis de pressão sonora ambiental em uma planta industrial química localizada no Paraná, verificar sua conformidade normativa e analisar a atenuação entre as fontes emissoras e as regiões limítrofes, considerando a distância e a presença de uma barreira vegetal. **Metodologia:** Foram definidos dez pontos de medição próximos a unidades produtivas, torres de resfriamento, áreas logísticas, setores administrativos e limites da instalação. As medições ocorreram em três dias, nos períodos diurno e noturno, com duração de 15 minutos por ponto. Utilizou-se sonômetro com ponderação A e resposta lenta, instalado a aproximadamente 1,50 m do solo. Os valores de LAeq foram tratados por média energética e comparados aos limites da ABNT NBR 10151:2019 para áreas predominantemente industriais: 70 dB(A) no período diurno e 60 dB(A) no noturno. Também foi estimada a atenuação por unidade de distância em trajetórias com e sem barreira arbórea. **Resultados:** No período diurno, oito dos dez pontos excederam o limite normativo. O maior nível ocorreu no ponto H, próximo às unidades de produção de formaldeído, com 86,7 dB(A), seguido dos pontos F, com 83,6 dB(A), e D, com 80,2 dB(A). À noite, todos os pontos superaram 60 dB(A), e o ponto H atingiu 84,8 dB(A), evidenciando a contribuição de fontes industriais contínuas. Os pontos influenciados pela vegetação apresentaram atenuações de 0,113 e 0,106 dB/m, superiores às observadas nas trajetórias sem barreira, de 0,096 e 0,057 dB/m. **Conclusão:** Os resultados evidenciam a necessidade de gestão acústica integrada, com monitoramento, controle das fontes críticas e planejamento espacial. A maior atenuação nas áreas arborizadas indica que barreiras vegetais, associadas à distância e às estruturas existentes, podem complementar as estratégias de mitigação, contribuindo para ambientes industriais mais saudáveis e sustentáveis.

Palavras-chave: **POLUIÇÃO SONORA; PLANTA QUIMICA; RUIDO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/87450

PEGADA DE CARBONO EM RESINAS LIGNINA FENOL FORMALDEIDO

ANDRÉ CHRISTIAN KEINERT; UGO LEANDRO BELINI

Introdução: A redução das emissões de gases de efeito estufa e da dependência de matérias-primas fósseis é um desafio para a indústria de painéis de madeira. Nas resinas fenol-formaldeído (PF), o fenol petroquímico é o principal contribuinte para a pegada de carbono, enquanto a lignina kraft representa uma alternativa aromática renovável disponível como subproduto da indústria de celulose. **Objetivo:** Estimar o potencial de redução da pegada de carbono decorrente da substituição de 50% do fenol por lignina em resinas lignina-fenol-formaldeído (LPF) utilizadas em painéis MDP e MDF. **Metodologia:** Foi realizada análise comparativa simplificada de cenário, baseada em dados secundários de inventário de ciclo de vida, não caracterizada como Avaliação do Ciclo de Vida completa. Adotou-se como referência a produção de 1.000 kg de resina sólida, com fronteira *cradle-to-gate* e pegada de 2.582 kg CO_2e/t para a resina PF convencional, dos quais 1.721 kg CO_2e/t são atribuídos ao fenol. A substituição correspondeu a 278,25 kg de fenol por lignina. Foram avaliados fatores de emissão da lignina de 0,1, 1,0 e 2,7 kg CO_2e/kg, representando cenários otimista, intermediário e conservador, além de 4,0 kg CO_2e/kg como análise de sensibilidade. Para os painéis, consideraram-se MDP de 650 kg/m³ com 8% e 10% de resina sólida e MDF de 900 kg/m³ com 12%. **Resultados:** As pegadas estimadas das resinas LPF nos três cenários principais foram de 1.749, 2.000 e 2.472 kg CO_2e/t, correspondendo a reduções de 32,3%, 22,5% e 4,2%, respectivamente. No MDP, a redução da contribuição do adesivo variou de 5,7 a 43,3 kg CO_2e/m³ com 8% de resina e de 7,1 a 54,1 kg CO_2e/m³ com 10%. No MDF, variou de 11,8 a 89,9 kg CO_2e/m³. **Conclusão:** A substituição parcial do fenol por lignina pode reduzir a pegada do adesivo e sua contribuição aos painéis, desde que a lignina apresente fator de emissão inferior a aproximadamente 3,09 kg CO_2e/kg e o desempenho técnico seja preservado. O benefício depende da eficiência de recuperação, purificação e secagem da lignina, devendo ser confirmado por estudos completos de ciclo de vida.

Palavras-chave: **PEGADA DE CARBONO; LIGNINA; FENOL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/87454

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

BIOCOMPÓSITOS PARA OBJETOS SUSTENTÁVEIS

UGO LEANDRO BELINI; ANDRÉ CHRISTIAN KEINERT

Introdução: No Brasil e mundo, a necessidade e tendência de reaproveitamento de biomassas e resíduos urbanos abre frente de inúmerações ações empresariais e de políticas públicas e, bem como de pesquisa em Institutos e Universidade ao nível de graduação e pós graduação, no tocante à proposta de percepção, motivação e fabricação e novos objetos de uso na Sociedade, à partir de biocompósitos que contemplem aspectos de sustentabilidade em suas matérias primas ou processos construtivos. **Objetivo:** Neste contexto, a presente pesquisa procura relatar ações de reutilização de diversos resíduos urbanos, notadamente biomassas (cascas e fibras) e plásticos reciclados de embalagens e residuais de impressão 3D em novos produtos sustentáveis. **Metodologia:** Delineamentos metodológicos de preparo da matérias primas, aglutinação com resinas amigáveis e sem formol, e prensagem para obtenção de biocompósitos, que posteriormente foram caracterizados em suas propriedades de usabilidade, organolépicas e aptidão técnica para que possam ser transformados em objetos, tendo como premissas processos de baixo custo e reutilização de materiais em ampla prospecção de novos produtos. **Resultados:** Biomassas residuais urbanas, como por exemplo borra de café e cascas de laranja, banana e pinhão, bem como filamentos redidual de impressão 3D, foram utilizadas como matéria prima na fabricação de biocompósitos aglutinados com resina PU mamona, que apresentaram aptidão em ensaios de qualidade como lixamento, furação e corte, e que posteriormente foram utilizados na obtenção de objetos como luminárias, brinquedos, biojóias e acessórios de design de interiores, que podem ser acessados de forma pública na rede Instagram @biocompósitos.utfpr. **Conclusão:** Foi factível a obtenção de biocompósitos com biomassas residuais urbanas e destaca-se a interdisciplinaridade da pesquisa e aspectos de percepção dos objetos diretamente ligados à quesitos organolépticos, como por exemplo o agradável cheiro, bem como maior pertencimento devido à reutilização de biomassas residuas da própria residência dos participantes.

Palavras-chave: **BIOCOMPÓSITOS; NOVOS PRODUTOS; SUSTENTABILIDADE**

DOI: 10.51189/vii-coninters/87466

ENERGIA EÓLICA E TRANSIÇÃO ENERGÉTICA NO BRASIL: TECNOLOGIA, TERRITÓRIO E DESAFIOS SOCIOAMBIENTAIS

CARLOS EDUARDO DA SILVA GALANTE

RESUMO

A expansão da energia eólica representa uma das transformações mais relevantes do setor elétrico brasileiro nas últimas décadas, contribuindo para a ampliação das fontes renováveis e para a construção de novas estratégias relacionadas à transição energética nacional. Este trabalho busca compreender o desenvolvimento da geração eólica no Brasil considerando a interação entre três aspectos fundamentais: os avanços tecnológicos empregados nos empreendimentos, as mudanças provocadas pela implantação dos parques nos territórios e a influência das políticas públicas na consolidação do setor. Para isso, foi realizada uma pesquisa de natureza qualitativa, exploratória e descritiva, baseada em levantamento bibliográfico e documental envolvendo produções científicas, documentos institucionais, normas regulatórias, relatórios técnicos e estudos relacionados ao planejamento energético brasileiro. A análise evidencia que o crescimento da energia eólica está associado a uma combinação de fatores, incluindo a melhoria do desempenho dos aerogeradores, o fortalecimento da cadeia produtiva nacional, a criação de mecanismos de incentivo e a ampliação dos investimentos direcionados às fontes renováveis. Observa-se também que a implantação dos parques apresenta forte concentração espacial na região Nordeste, onde os projetos passaram a integrar novas estruturas produtivas e alterar formas tradicionais de ocupação e utilização do território. Embora esses empreendimentos possam estimular economias locais, gerar empregos e ampliar receitas municipais, sua instalação também envolve desafios relacionados ao uso da terra, às transformações paisagísticas e às relações estabelecidas com comunidades diretamente afetadas. Verifica-se, ainda, que o avanço futuro da energia eólica brasileira depende de melhorias na infraestrutura elétrica, especialmente nos sistemas de transmissão e armazenamento, além do aperfeiçoamento dos processos de planejamento ambiental e participação social. Conclui-se que a efetividade da transição energética não está limitada ao aumento da capacidade instalada, mas depende da integração entre inovação tecnológica, gestão territorial, políticas públicas e responsabilidade socioambiental, garantindo que o aproveitamento do potencial eólico brasileiro ocorra de maneira equilibrada e sustentável.

Palavras-chave: Eletricidade; Investimento; Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A presença crescente da energia eólica na matriz elétrica brasileira constitui uma das mudanças mais relevantes observadas no setor energético nacional nas últimas décadas. Antes considerada uma fonte complementar e pouco expressiva, a geração a partir dos ventos ganhou escala comercial e passou a integrar de maneira significativa as estratégias de diversificação da oferta de eletricidade. Esse avanço ocorreu em um contexto internacional marcado pela preocupação com as mudanças climáticas, pela busca por fontes de menor emissão de carbono e pelo aperfeiçoamento das tecnologias utilizadas na geração renovável.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87477

No Brasil, entretanto, compreender o crescimento da energia eólica exige olhar para além dos indicadores de capacidade instalada. A expansão dos parques modifica os espaços onde os empreendimentos são implantados, cria novas infraestruturas, estimula determinados segmentos econômicos e interfere em formas preexistentes de utilização do território. Essa realidade torna-se particularmente evidente no Nordeste, região que reúne condições naturais bastante favoráveis ao aproveitamento dos ventos e que passou a concentrar grande parcela dos investimentos do setor.

Rio Grande do Norte, Bahia, Ceará e Piauí assumiram posição de destaque nessa nova organização espacial da produção de eletricidade. Em diversos municípios, áreas historicamente vinculadas à agricultura, pecuária e outras atividades rurais passaram a compartilhar o território com aerogeradores, estradas de acesso, subestações e linhas de transmissão. A chegada dessas infraestruturas pode ampliar investimentos e movimentar economias locais, mas também produz questionamentos relacionados à posse da terra, à alteração da paisagem e às consequências dos empreendimentos para comunidades rurais e tradicionais.

Dessa forma, a energia eólica apresenta uma realidade marcada por possibilidades e contradições. Se, por um lado, sua expansão contribui para ampliar a presença de fontes renováveis e reduzir a necessidade de geração com maior emissão de gases de efeito estufa, por outro, a implantação dos projetos pode produzir consequências sociais e territoriais que não devem ser ignoradas. A condição de fonte renovável, portanto, não elimina a necessidade de avaliar criticamente como os empreendimentos são planejados e inseridos nos diferentes espaços.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo compreender a expansão contemporânea da energia eólica no Brasil por meio da articulação entre três eixos: a evolução das tecnologias empregadas pelo setor, as transformações territoriais relacionadas à implantação dos parques eólicos e o papel desempenhado pelas políticas públicas na consolidação dessa atividade. Busca-se, dessa maneira, compreender a transição energética não somente como mudança na origem da eletricidade produzida, mas como processo econômico, político, tecnológico e territorial.

A escolha do tema também se justifica pela necessidade de discutir qual modelo de transição energética se pretende construir no país. O aumento da participação das fontes renováveis representa avanço importante, mas a sustentabilidade desse processo também depende da maneira como os benefícios e os impactos são distribuídos. Assim, refletir sobre energia eólica significa discutir simultaneamente produção de eletricidade, desenvolvimento regional, participação social, infraestrutura, inovação tecnológica e proteção ambiental.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa adotou abordagem qualitativa, exploratória e descritiva, direcionada à compreensão das relações entre expansão da energia eólica, desenvolvimento tecnológico, organização territorial e políticas públicas no Brasil. Essa opção metodológica foi definida porque a evolução do setor envolve dimensões que não podem ser explicadas exclusivamente por dados quantitativos de geração ou capacidade instalada.

O estudo foi realizado por meio de pesquisa bibliográfica e documental. Foram examinados artigos científicos, livros, teses, estudos técnicos, legislação e documentos institucionais relacionados à energia eólica, às fontes renováveis, à transição energética e aos impactos territoriais associados à implantação de grandes empreendimentos.

Também foram consideradas informações produzidas por instituições vinculadas ao planejamento e à regulação do setor energético, entre elas a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), o Ministério de Minas e Energia (MME) e a Associação Brasileira de Energia Eólica e Novas Tecnologias (ABEEólica). Para

DOI: 10.51189/vii-coninters/87477

situar o caso brasileiro no cenário mais amplo da transição energética, foram consultados ainda documentos de organismos internacionais relacionados à energia e às mudanças climáticas.

A leitura das fontes foi organizada em três eixos analíticos. O primeiro concentrou-se na evolução tecnológica do setor, considerando o desenvolvimento dos aerogeradores, a ampliação da eficiência dos equipamentos, a formação da cadeia produtiva e as novas possibilidades relacionadas à digitalização, ao armazenamento e à geração eólica offshore. O segundo eixo abordou a dimensão territorial e socioambiental, com atenção especial à concentração dos parques no Nordeste, aos efeitos econômicos locais e às disputas relacionadas ao uso da terra. O terceiro analisou a atuação das políticas públicas, considerando programas de incentivo, mecanismos de financiamento, leilões de energia, regulamentação e licenciamento ambiental.

As informações selecionadas foram examinadas de forma interpretativa e comparativa. Procurou-se identificar aproximações e diferenças entre os estudos, relacionando desenvolvimento tecnológico, expansão territorial e ação institucional. Dados secundários sobre geração, empregos, distribuição geográfica dos empreendimentos e perspectivas de crescimento foram utilizados como elementos de apoio à interpretação.

Com esse procedimento, buscou-se evitar uma leitura da energia eólica restrita ao desempenho técnico dos equipamentos. A metodologia permitiu compreender a expansão do setor como parte de um processo mais amplo, no qual tecnologia, território, economia, meio ambiente e decisões políticas permanecem diretamente relacionados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise realizada demonstra que a expansão da energia eólica brasileira resulta da combinação entre condições naturais favoráveis, aprimoramento tecnológico, incentivos institucionais e reorganização dos territórios destinados à geração de eletricidade. O crescimento alcançado pelo setor evidencia que a disponibilidade de bons regimes de vento foi importante, mas não suficiente para explicar, isoladamente, sua consolidação.

A evolução tecnológica dos aerogeradores contribuiu de forma significativa para esse processo. Equipamentos de maior potência, torres mais elevadas, rotores de maior dimensão e sistemas aprimorados de monitoramento passaram a permitir um aproveitamento mais eficiente dos recursos disponíveis. Paralelamente, a expansão do mercado estimulou a fabricação de componentes, a prestação de serviços especializados e a qualificação de profissionais destinados à construção, manutenção e operação dos empreendimentos.

Do ponto de vista espacial, identifica-se expressiva concentração da produção eólica no Nordeste. A regularidade e a intensidade dos ventos fizeram da região uma área particularmente favorável à implantação dos parques. Como consequência, diversos municípios passaram a integrar uma nova geografia da produção energética brasileira, convivendo com investimentos e infraestruturas anteriormente pouco presentes nesses territórios.

Os empreendimentos podem produzir impactos econômicos positivos, sobretudo durante sua implantação. A construção dos parques amplia temporariamente a demanda por trabalhadores, transporte, alimentação, hospedagem, construção civil e outros serviços. Há ainda possibilidades de crescimento da arrecadação municipal e de maior circulação de recursos nas economias locais. Contudo, esses efeitos não são necessariamente permanentes, pois a fase de operação utiliza número menor de trabalhadores e exige determinadas qualificações profissionais.

A dimensão territorial constitui, por isso, questão central da análise. Aerogeradores, acessos internos, subestações e linhas de transmissão modificam o uso do espaço e podem interferir em práticas econômicas e sociais anteriormente estabelecidas. Em territórios ocupados por agricultores familiares e comunidades tradicionais, essas transformações podem gerar conflitos vinculados à terra, à circulação e à utilização dos recursos locais.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87477

Esse aspecto evidencia que a transição energética não pode ser interpretada somente a partir das emissões evitadas pela substituição de fontes fósseis. A sustentabilidade também envolve a qualidade das relações estabelecidas com as populações atingidas, a forma de distribuição dos benefícios econômicos e as oportunidades efetivas de participação nas decisões relacionadas aos projetos.

Nesse contexto, o licenciamento ambiental e os mecanismos de participação social assumem importância particular. A literatura examinada indica que dificuldades de acesso às informações e o predomínio de uma linguagem excessivamente técnica podem limitar a compreensão e a participação das comunidades. A existência formal de consultas e audiências, portanto, não garante necessariamente que todos os grupos envolvidos tenham condições equivalentes de influenciar as decisões.

Outro resultado relevante refere-se à atuação estatal. A consolidação da energia eólica foi favorecida por programas de incentivo, mecanismos de contratação de energia, financiamentos e instrumentos regulatórios. O poder público desempenhou, assim, papel importante na redução dos riscos econômicos e na criação de condições para a realização dos investimentos. A trajetória brasileira demonstra que os recursos naturais precisaram ser acompanhados por condições institucionais capazes de transformá-los em projetos efetivamente implantados.

A ampliação da geração, entretanto, também tornou mais evidentes algumas limitações do sistema elétrico. A expansão das fontes renováveis precisa estar acompanhada de infraestrutura de transmissão suficiente para transportar a eletricidade das áreas produtoras aos centros consumidores. Soma-se a isso a variabilidade própria dos ventos, que exige maior capacidade de coordenação entre diferentes fontes e mecanismos capazes de aumentar a flexibilidade do sistema.

Nesse cenário, a modernização da rede elétrica, o armazenamento de energia e a complementaridade entre geração eólica, solar e hidrelétrica ganham relevância. O desafio futuro não consiste apenas em instalar mais aerogeradores, mas em garantir que a energia produzida possa ser adequadamente transportada, integrada ao sistema e utilizada com segurança.

Os resultados evidenciam, portanto, que a expansão da energia eólica reúne avanços e desafios. O setor possui condições importantes para contribuir com a transição energética brasileira, mas essa contribuição deve ser avaliada de maneira ampla, considerando não somente a eletricidade gerada, mas também os efeitos econômicos, territoriais, ambientais e sociais produzidos nos locais onde os projetos são instalados.

4 CONCLUSÃO

A trajetória recente da energia eólica no Brasil demonstra que a transformação da matriz elétrica está ligada a um conjunto de mudanças tecnológicas, territoriais e institucionais. A expansão da geração a partir dos ventos ampliou a presença das fontes renováveis e fortaleceu a diversificação energética do país, ao mesmo tempo em que criou uma cadeia econômica especializada e colocou determinados territórios, especialmente nordestinos, no centro de uma nova dinâmica produtiva.

A pesquisa também mostrou que os benefícios dessa transformação não se distribuem de maneira homogênea. Embora a instalação dos parques possa gerar empregos, investimentos e receitas locais, seus efeitos permanecem condicionados à forma como os empreendimentos se relacionam com o território e com as populações que nele vivem. Modificações no uso da terra, alterações na paisagem e conflitos envolvendo comunidades revelam que a sustentabilidade da energia eólica precisa ser analisada para além de sua capacidade de produzir eletricidade com baixa emissão de carbono.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87477

Do ponto de vista técnico, a continuidade da expansão também exige avanços na infraestrutura do sistema elétrico. Transmissão, armazenamento e integração entre diferentes fontes renováveis tornam-se aspectos cada vez mais relevantes diante do crescimento da geração variável. O planejamento energético, portanto, precisa acompanhar a velocidade de instalação dos novos empreendimentos.

Nesse sentido, o fortalecimento da energia eólica brasileira depende da construção de políticas públicas que aproximem objetivos energéticos, proteção ambiental e desenvolvimento territorial. Procedimentos de licenciamento mais consistentes, maior transparência nas informações e espaços efetivos de participação das comunidades podem contribuir para reduzir conflitos e fortalecer a legitimidade dos projetos.

Conclui-se, assim, que o verdadeiro potencial da energia eólica não está apenas na quantidade de eletricidade que pode ser produzida pelos ventos. Sua contribuição para uma transição energética sustentável dependerá da capacidade de transformar inovação e investimentos em benefícios socialmente compartilhados, respeitando as características e necessidades dos territórios envolvidos. O desafio brasileiro consiste, portanto, em ampliar a geração renovável sem separar a questão energética das dimensões social, ambiental e territorial do desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENERGIA EÓLICA E NOVAS TECNOLOGIAS – ABEEÓLICA. **Relatório Anual 2023**. São Paulo: ABEEólica, 2024.

BRASIL. **Lei nº 9.478, de 6 de agosto de 1997**. Dispõe sobre a Política Energética Nacional, as atividades relativas ao monopólio do petróleo, institui o Conselho Nacional de Política Energética e a Agência Nacional do Petróleo e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1997.

BRASIL. **Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002**. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica – PROINFA, a Conta de Desenvolvimento Energético – CDE e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2002.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 462, de 24 de julho de 2014**. Estabelece procedimentos para o licenciamento ambiental de empreendimentos de geração de energia elétrica a partir de fonte eólica em superfície terrestre. Brasília, DF: CONAMA, 2014.

BRASIL. **Lei nº 15.097, de 10 de janeiro de 2025**. Disciplina o aproveitamento de potencial energético offshore e altera dispositivos da legislação do setor energético brasileiro. Brasília, DF: Presidência da República, 2025.

CHAVES, Leilane Oliveira; BRANNSTROM, Christian; SILVA, Edson Vicente da. Energia eólica e a criação de conflitos: ocupação dos espaços de lazer em uma comunidade no Nordeste do Brasil. **Sociedade e Território**, Natal, v. 29, n. 2, p. 49-69, 2017. DOI: 10.21680/2177-8396.2017v29n2ID12881.

COSTA, Mônica Antonizia de Sales; COSTA, Monilson de Sales; COSTA, Maria Monizia de Sales; LIRA, Marcos Antônio Tavares. Impactos socioeconômicos, ambientais e tecnológicos causados pela instalação dos parques eólicos no Ceará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, n. 3, p. 399-411, 2019. DOI: 10.1590/0102-7786343049.

DUTRA, Ricardo Marques; SZKLO, Alexandre Salem. Incentive policies for promoting wind power production in Brazil: scenarios for the Alternative Energy Sources Incentive Program (PROINFA) under the new Brazilian electric power sector regulation. **Renewable Energy**, v. 33, n. 1, p. 65-76, 2008. DOI: 10.1016/j.renene.2007.01.013.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Plano Nacional de Energia 2050**. Brasília, DF: Ministério de Minas e Energia; Empresa de Pesquisa Energética, 2020.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA – EPE. **Balanço Energético Nacional 2024: ano base 2023**. Rio de Janeiro: EPE, 2024.

GORAYEB, Adryane; BRANNSTROM, Christian. Caminhos para uma gestão participativa dos recursos energéticos de matriz renovável (parques eólicos) no Nordeste do Brasil. **Mercator**, Fortaleza, v. 15, n. 1, p. 101-115, 2016. DOI: 10.4215/RM2016.1501.0008.

HOFSTAETTER, Moema; AZEVEDO, Francisco Fransualdo de. Por uma economia popular e solidária no vetor produtivo de geração de energia eólica no Rio Grande do Norte. **Sociedade e Território**, Natal, v. 34, n. 1, p. 118-136, 2022. DOI: 10.21680/2177-8396.2022v34n1ID27973.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY – IEA. **Renewables 2023: analysis and forecast to 2028**. Paris: IEA, 2024.

INTERNATIONAL RENEWABLE ENERGY AGENCY – IRENA. **Renewable Energy Statistics 2024**. Abu Dhabi: IRENA, 2024.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. Geneva: IPCC, 2023.

MARTINS, Fernando Ramos; GUARNIERI, Ricardo André; PEREIRA, Enio Bueno. O aproveitamento da energia eólica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, 2008. DOI: 10.1590/S1806-11172008000100005.

OLIVEIRA, Wellington Romão. **“Eles só usam o vento”: impactos socioambientais na instalação de parques eólicos no litoral do Maranhão, Nordeste do Brasil**. 2020. 249 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

PINTO, Lucía Iracema Chipponelli; MARTINS, Fernando Ramos; PEREIRA, Enio Bueno. O mercado brasileiro da energia eólica, impactos sociais e ambientais. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 12, n. 6, p. 1082-1100, 2017. DOI: 10.4136/ambi-agua.2064.

SIMAS, Moana; PACCA, Sergio. Energia eólica, geração de empregos e desenvolvimento sustentável. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 27, n. 77, p. 99-115, 2013. DOI: 10.1590/S0103-40142013000100008.

SIMAS, Moana; PACCA, Sergio. Socio-economic benefits of wind power in Brazil. **Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems**, v. 1, n. 1, p. 27-40, 2013. DOI: 10.13044/j.sdewes.2013.01.0003.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

DIÁLOGO INTERGERACIONAL E ECONOMIA CIRCULAR: A EJA COMO PROTAGONISTA NA RECICLAGEM DO ÓLEO DE COZINHA

ANTONIO JONATAS DA SILVA BARROS; ANTONIO FURTADO LANDIM NETO; RAQUEL SANTIAGO DE MELO; LILIAN MARIA TAVARES; SILVIA HELENA DE CASTRO ARAÚJO; MARCUS MARKANS FERNANDES DA SILVA; MARCELO MONTEIRO VALENTE PARENTE

Introdução: A valorização do conhecimento empírico e das vivências trazidas pelos estudantes da Educação de Jovens e Adultos (EJA) é elemento crucial para o fortalecimento da autoestimado discente adulto e idoso. Quando esses saberes tradicionais são conectados a soluções de economia circular, abre-se espaço para uma aprendizagem intergeracional, inclusiva e contextualizada que beneficia tanto o ensino fundamental quanto as turmas técnicas do ensino médio. A reutilização do óleo de cozinha residual surge como uma temática estratégica para mitigar a poluição hídrica e promover a educação ambiental na comunidade. **Objetivo:** Relatar o planejamento e a execução de uma oficina intergeracional liderada por alunas idosas da EJA para a produção de sabão ecológico a partir do óleo vegetal usado. **Relato de experiência:** A ação foi idealizada para promover a integração entre alunas idosas da EJA da EEFM João Mattos e estudantes das turmas técnicas e do itinerário formativo da EEMTI Castelo Branco. As estudantes da EJA atuaram como instrutoras principais, demonstrando passo a passo o processo artesanal de saponificação e conversão do óleo comestível descartado em sabão de uso doméstico. Por sua vez, os alunos jovens do ensino técnico registraram a prática em formato de mídias audiovisuais, analisaram as equações químicas do processo e desenvolveram estratégias de divulgação digital da prática ecológica para a comunidade escolar. A troca de saberes permitiu discutir o impacto do descarte incorreto do óleo nos mananciais e a importância da reciclagem na geração de renda e preservação socioambiental. **Conclusão:** A integração entre saberes populares da EJA e o conhecimento científico do ensino técnico comprovou que a sustentabilidade se constrói coletivamente, promovendo o respeito à diversidade humana, a redução do descarte indevido de resíduos lipídicos nos recursos hídricos e o fortalecimento do vínculo comunitário.

Palavras-chave: **EXTENSÃO ESCOLAR; REUTILIZAÇÃO; SABERES POPULARES**

DOI: 10.51189/vii-coninters/87506

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

MODELAGEM DE NEGÓCIOS SUSTENTÁVEIS COM INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: UMA PRÁTICA INTERDISCIPLINAR NO ENSINO TÉCNICO

ANTONIO JONATAS DA SILVA BARROS; ANTONIO FURTADO LANDIM NETO; RAQUEL SANTIAGO DE MELO; LILIAN MARIA TAVARES; SILVIA HELENA DE CASTRO ARAÚJO; MARCELO MONTEIRO VALENTE PARENTE; ROBSON DE SOUSA MORAIS

Introdução: A formação técnica de nível médio exige a articulação entre princípios de gestão empresarial e a responsabilidade socioambiental. Diante das transformações promovidas pelas tecnologias emergentes, a incorporação de ferramentas de Inteligência Artificial (IA) gerativa na elaboração de projetos escolares permite aos estudantes simular a criação de empresas orientadas pelos preceitos ESG (Ambiental, Social e Governança). Essa abordagem prática favorece o desenvolvimento do espírito empreendedor aliado ao consumo e à produção sustentáveis. **Objetivo:** Relatar a experiência pedagógica da criação de empresas fictícias ecoeficientes por estudantes do ensino técnico, utilizando recursos de inteligência artificial para o desenvolvimento da identidade visual e da proposta corporativa. **Relato de experiência:** A atividade foi conduzida na EEMTI Presidente Humberto de Alencar Castelo Branco com alunos de turmas técnicas do primeiro ano. Os discentes foram divididos em equipes e desafiados a estruturar um plano de negócios centrado em soluções sustentáveis. A partir dos referenciais teóricos de administração e ecologia industrial, os grupos utilizaram plataformas de IA para elaborar a identidade estética da marca, incluindo logomarcas, mascotes e interfaces de páginas virtuais. Além da concepção gráfica, cada equipe apresentou um relatório detalhando as práticas socioambientais da empresa, tais como a gestão de resíduos e a neutralização da pegada de carbono. A culminating culminou em uma exposição onde as propostas foram avaliadas quanto à viabilidade e ao impacto socioambiental. **Conclusão:** A integração entre empreendedorismo sustentável e inteligência artificial demonstrou alto potencial motivador, permitindo que os alunos compreendessem a importância da inovação e da governança ecológica no setor produtivo, consolidando uma visão crítica e consciente sobre o mercado corporativo.

Palavras-chave: **CIDADANIA; PRÁTICA PEDAGÓGICA; PRESERVAÇÃO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/87508

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

IMPACTOS PSICOSSOCIAIS DO PROGRAMA DIRETOR DE TURMA: PROMOÇÃO DO BEM-ESTAR E PERTENCIMENTO NO ENSINO MÉDIO

ODETE VITÓRIA SABINO FERREIRA; ANTONIO JONATAS DA SILVA BARROS; ANTONIO FURTADO LANDIM NETO; RAQUEL SANTIAGO DE MELO; LILIAN MARIA TAVARES; SIMONE SALES PINHEIRO; MARCELO MONTEIRO VALENTE PARENTE

Introdução: A sustentabilidade social na educação abrange não apenas a transmissão de conteúdos acadêmicos, mas também a promoção da saúde mental, da equidade e do bem-estar subjetivo dos estudantes. No ensino médio público, fatores como vulnerabilidade socioeconômica, ansiedade e desmotivação frequentemente comprometem o engajamento e a permanência escolar. Nesse cenário, estratégias pedagógicas fundamentadas na psicologia socioambiental e na escuta qualificada atuam como redes de apoio essenciais para fortalecer o sentimento de pertencimento, a autoestima e a resiliência emocional dos jovens frente aos desafios do ambiente escolar. **Objetivo:** Relatar os impactos psicossociais e de promoção da saúde mental identificados a partir do acompanhamento semanal de estudantes pelo Programa Professor Diretor de Turma (PPDT). **Relato de experiência:** A intervenção foi realizada na EEMTI Presidente Humberto de Alencar Castelo Branco mediante a rotina semanal de reuniões e atendimentos direcionados entre os diretores de turma e a gestão pedagógica. O processo pautou-se na análise de indicadores qualitativos, tais como variações comportamentais, assiduidade e relatos de sofrimento psíquico dos discentes. A partir desse diagnóstico, foram desenvolvidas ações de acolhimento interpessoal, mediação de conflitos, rodas de conversa sobre emoções e valorização dos aspectos positivos dos alunos por meio de elogios públicos. O acompanhamento sistemático permitiu construir um ambiente escolar seguro e empático, estabelecendo pontes de diálogo entre a escola e as famílias de estudantes em situação de isolamento ou risco de abandono. **Conclusão:** O acompanhamento fundamentado no PPDT demonstrou que o suporte psicossocial e a escuta humanizada são pilares indispensáveis para a sustentabilidade social, resultando na diminuição do estresse no ambiente escolar, no fortalecimento do vínculo afetivo com a instituição e na recuperação da autoeficácia de estudantes vulneráveis.

Palavras-chave: **ACOLHIMENTO; EMPATIA; SAÚDE MENTAL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/87512

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ENSINO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO MÉDIO INTEGRAL: AÇÕES INTERDISCIPLINARES E CONSCIENTIZAÇÃO LOCAL

ODETE VITÓRIA SABINO FERREIRA; ANTONIO JONATAS DA SILVA BARROS; ANTONIO FURTADO LANDIM NETO; MARCELO MONTEIRO VALENTE PARENTE; ROBSON DE SOUSA MORAIS; RAQUEL SANTIAGO DE MELO; OSILENE DOS SANTOS ROCHA

Introdução: A Educação Ambiental no contexto da escola pública desempenha papel central na consolidação da cidadania e na sensibilização sobre os problemas ecológicos globais e locais. No ensino médio em tempo integral, o tempo ampliado de permanência dos estudantes possibilita o aprofundamento de metodologias participativas e interdisciplinares que extrapolam a teoria tradicional ministrada em sala de aula. Essa abordagem contínua incentiva o protagonismo juvenil, o pensamento crítico e a construção de atitudes éticas alinhadas aos objetivos do desenvolvimento sustentável e à preservação dos recursos naturais da comunidade. **Objetivo:** Descrever as estratégias de ensino-aprendizagem e os impactos da disciplina de Educação Ambiental desenvolvida com uma turma de terceiro ano do ensino médio em tempo integral. **Relato de experiência:** O projeto ocorreu na EEMTI Presidente Humberto de Alencar Castelo Branco com a turma do 3º ano "A". O percurso metodológico envolveu aulas expositivo-dialogadas sobre ecologia, análise de casos sobre degradação ambiental regional e oficinas de diagnóstico dos problemas ecológicos do entorno escolar. Os estudantes mapearam pontos críticos de descarte inadequado de resíduos sólidos e desperdício de água na instituição. A partir desse diagnóstico, os discentes elaboraram painéis informativos interativos, organizaram campanhas internas de racionamento de água e promoveram ações de conscientização sobre a coleta seletiva na comunidade escolar. A culminância do trabalho consistiu na apresentação de propostas de intervenção socioambiental idealizadas pelos próprios discentes para mitigar os impactos identificados, integrando conceitos de química, biologia e responsabilidade social. **Conclusão:** As ações desenvolvidas na disciplina fortaleceram a consciência crítica e a autonomia dos discentes, evidenciando que a educação ambiental contextualizada e contínua transforma o ambiente escolar em um polo difusor de práticas sustentáveis e de engajamento comunitário.

Palavras-chave: **ENGAJAMENTO SOCIAL; GESTÃO DE RESÍDUOS; SENSIBILIZAÇÃO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/87515

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, JUSTIÇA EDUCACIONAL E SUSTENTABILIDADE SOCIAL: DESAFIOS PARA A ESCOLA PÚBLICA BRASILEIRA

BRUNO DANIEL FIGUEIREDO FERNANDES

Introdução: A expansão da inteligência artificial (IA) na educação pública amplia possibilidades de ensino e aprendizagem, mas também expõe desigualdades de conectividade, infraestrutura, competências digitais e formação docente. Sob a perspectiva da sustentabilidade social, a inovação tecnológica somente produz benefício coletivo quando articulada à equidade, à inclusão e ao direito à educação. **Objetivo:** Analisar as relações entre inteligência artificial, justiça educacional e sustentabilidade social, identificando potencialidades, riscos e condições para que a incorporação da IA à educação pública brasileira amplie oportunidades sem reproduzir desigualdades existentes. **Metodologia:** Pesquisa qualitativa, exploratória e bibliográfica. Realizou-se busca estruturada na SciELO, complementada por documentos institucionais do Ministério da Educação e do Cetic.br, publicados entre 2021 e 2026. Empregaram-se, isoladamente e em combinação, os descritores “inteligência artificial”, “educação”, “desigualdade digital”, “inclusão digital”, “justiça educacional” e “sustentabilidade social”. Incluíram-se artigos científicos e documentos institucionais em texto completo, diretamente relacionados ao problema de pesquisa e de procedência verificável; excluíram-se duplicatas, estudos sem aderência substantiva ao objeto e materiais sem autoria ou vinculação acadêmica ou institucional identificável. Após triagem por título e resumo e leitura dos materiais elegíveis, 12 produções compuseram o corpus analítico: nove artigos científicos e três documentos institucionais. A síntese temática foi organizada em três categorias: potencial pedagógico, desigualdades sociotécnicas e condições de implementação responsável. **Resultados:** A análise indica que a IA pode diversificar estratégias pedagógicas, apoiar a personalização da aprendizagem e ampliar recursos de ensino. Contudo, seus benefícios dependem de conectividade, equipamentos, competências digitais e formação docente, de modo que sua adoção desigual pode reforçar assimetrias existentes. Evidenciou-se ainda que governança ética, proteção de dados e mediação pedagógica são centrais para uma implementação socialmente responsável. **Conclusão:** A IA não constitui, por si só, instrumento de democratização educacional. Sua contribuição para a sustentabilidade social depende de políticas que articulem infraestrutura, formação crítica, inclusão digital e governança responsável. Assim, a justiça educacional deve orientar a transformação digital, para que a inovação amplie direitos e oportunidades, em vez de converter desigualdades sociais em desigualdades tecnológicas.

Palavras-chave: **INTELIGENCIA ARTIFICIAL; JUSTIÇA EDUCACIONAL; SUSTENTABILIDADE SOCIAL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/87608

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

PINTURA DE PÁS DE AEROGERADORES PARA REDUÇÃO DE COLISÕES DE AVIFAUNA: EFICÁCIA E LACUNA DE EVIDÊNCIA NO BRASIL

CINARA ALVES CLEMENTE; BRUNA ISA RESENDE; ANNA LUISA MICHETTI ALVES

Introdução: A expansão da energia eólica, embora central para a transição energética, gera o impacto de colisão de aves com as pás dos aerogeradores, sobretudo de espécies de grande porte e voo elevado. Entre as medidas propostas para reduzir esse impacto está a pintura de uma das pás em preto, que aumenta o contraste visual do rotor e combate o fenômeno do borrão de movimento, pelo qual as pás em rotação se tornam imperceptíveis à ave. No Brasil, a medida ganhou relevância diante da instalação de parques na área de ocorrência da arara-azul-de-lear (*Anodorhynchus leari*), psitacídeo endêmico da Caatinga classificado como Em Perigo. **Objetivo:** Sintetizar a evidência científica disponível sobre a eficácia da pintura de pás na redução de colisões de avifauna e identificar as lacunas para sua aplicação no contexto brasileiro. **Metodologia:** Revisão bibliográfica narrativa de estudos de campo, documentos técnicos e normas nacionais e internacionais sobre visibilidade de pás e mortalidade de aves em parques eólicos, com análise da aplicabilidade dos resultados às espécies e condições do semiárido brasileiro. **Resultados:** O estudo de referência, conduzido por onze anos em parque eólico na Noruega sob desenho Antes-Depois-Controle-Impacto, registrou redução de 71,9% na mortalidade de aves nas turbinas com uma pá pintada, com maior efeito sobre as aves de rapina. Iniciativas em outros países apresentam resultados divergentes, incluindo ausência de efeito em um sítio na Holanda e estudos ainda em andamento nos Estados Unidos. Não há, até o momento, estudo de campo publicado no Brasil, e a eficácia da medida em condições de baixa luminosidade, como o voo crepuscular predominante da arara-azul-de-lear, permanece não confirmada. **Conclusão:** A pintura de pás é medida de baixo custo e embasamento científico crescente para aves diurnas, mas sua eficácia não é universal e carece de validação em campo no Brasil. Recomenda-se implantá-la associada a monitoramento de mortalidade com desenho experimental, o que geraria a primeira evidência nacional e subsidiaria tanto o licenciamento de empreendimentos eólicos quanto a conservação de espécies ameaçadas.

Palavras-chave: **ANODORHYNCHUS LEARI; ENERGIA EÓLICA; MEDIDAS MITIGADORAS**

DOI: 10.51189/vii-coninters/87639

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO AO CALOR EXTREMO POR PESSOAS COM DIABETES, HIPERTENSÃO OU DOENÇAS CARDIOVASCULARES

TIBELLE FREITAS MAURICIO; ROBERTO WAGNER JÚNIOR FREIRE DE FREITAS; MARTA MARIA COELHO DAMASCENO; THAYNÁ DE LIMA SOUSA HENRIQUE

Introdução: As mudanças climáticas têm contribuído para o aumento da frequência e intensidade dos episódios de calor extremo, associados à maior ocorrência de hospitalizações por doenças relacionadas ao calor e ao agravamento de condições cardiovasculares e respiratórias. Pessoas com diabetes mellitus (DM), hipertensão arterial (HA) e doenças cardiovasculares (DCV) apresentam maior vulnerabilidade aos efeitos adversos das temperaturas extremas, incluindo descompensações clínicas, agravamento de comorbidades e aumento da morbimortalidade. **Objetivo:** Identificar as principais medidas de adaptação ao calor extremo para pessoas com DM, HA e DCV. **Metodologia:** Revisão narrativa da literatura, realizada em 2026, nas bases MEDLINE (via PubMed) e Portal da Biblioteca Virtual em Saúde, além de websites do Ministério da Saúde e de organizações internacionais de saúde. Foram incluídos artigos originais, revisões sistemáticas, integrativas ou narrativas e declarações científicas que abordassem medidas de adaptação ao calor extremo para pessoas com DM, HA e/ou DCV; estudos realizados com adultos e idosos; disponíveis na íntegra, nos idiomas português, inglês ou espanhol, publicados nos últimos cinco anos. Utilizaram-se os descritores *"Extreme Heat"*, *"Hot Temperature"*, *"Climate Change"* AND *"Diabetes Mellitus"*, *"Hypertension"*, *"Cardiovascular Diseases"* AND *"Disease Prevention"*, *"Health Education"*, *"Health Promotion"*. Foram incluídos 18 artigos, com os seguintes delineamentos: revisão sistemática (04), revisão (05), revisão educacional (01), revisão narrativa (01), declaração científica (02), estudo descritivo prospectivo (01), exploratório (01), transversal (01), experimental (01) e caso-cruzado estratificado por tempo (01). **Resultados:** As principais medidas individuais identificadas foram: manter hidratação adequada conforme recomendação médica; evitar cafeína e álcool; realizar refeições leves; evitar exposição ao calor nos horários mais quentes; utilizar roupas leves, claras e respiráveis, chapéu ou guarda-sol; manter persianas ou cortinas fechadas durante o dia; reduzir atividades físicas; utilizar ventiladores e/ou ar-condicionado; permanecer em ambientes climatizados, como centros comunitários e estabelecimentos comerciais; utilizar borrifadores de água e realizar banhos ou duchas frias; proteger medicamentos do calor de acordo com as especificações do fabricante e armazenar preferencialmente a insulina sob refrigeração adequada. **Conclusão:** A adoção de medidas de adaptação ao calor extremo pode contribuir para reduzir complicações e descompensações clínicas em pessoas com DM, HA e/ou DCV, prevenindo intercorrências que possam resultar em hospitalizações e óbitos.

Palavras-chave: **CALOR EXTREMO; ADAPTAÇÃO A DESASTRES; DOENÇAS CRÔNICAS**

DOI: 10.51189/vii-coninters/87668

REAPROVEITAMENTO DE ÓLEO DE COZINHA PÓS-FRITURA NA PRODUÇÃO DE SABÃO ARTESANAL COMO PRÁTICA DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL NO ENSINO PROFISSIONAL

TAILÂNDIA PEREIRA DE SÁ; MÉRCIA SALES DE SOUSA SANDES; DANNIELLE VIEIRA DE SOUSA BORGES; ERNANDES GUEDES MOURA; VIVIANE CORREA SILVA COIMBRA; HAMILTON PEREIRA SANTOS.

RESUMO

O descarte inadequado do óleo de cozinha pós-fritura constitui uma problemática ambiental relacionada à contaminação do solo e dos recursos hídricos, além de representar o desperdício de um material que pode ser reaproveitado como matéria-prima para novos produtos. Nesse contexto, práticas de educação ambiental desenvolvidas no espaço escolar podem contribuir para a sensibilização dos estudantes e para a construção de atitudes voltadas à sustentabilidade. Este trabalho teve como objetivo produzir e avaliar a importância da fabricação de sabão artesanal a partir de óleo de cozinha pós-fritura, utilizando essa prática como estratégia pedagógica de educação ambiental no Centro Estadual de Educação Profissional Rural Frei José Apicella (CEEPRU), em Guadalupe-PI. A experiência foi desenvolvida com estudantes do terceiro ano do Ensino Médio integrado ao curso Técnico em Açúcar e Álcool, utilizando as instalações do laboratório de Química da instituição. O óleo utilizado foi proveniente da cozinha da própria escola e empregado como matéria-prima para a produção do sabão. Durante a atividade, os estudantes receberam orientações quanto ao uso de Equipamentos de Proteção Individual e às boas práticas laboratoriais, participando das etapas de preparação e produção. A experiência possibilitou relacionar conhecimentos teóricos e práticos, especialmente aqueles associados às reações químicas de saponificação e ao reaproveitamento de resíduos. O trabalho evidenciou o potencial da escola como espaço de sensibilização ambiental e de desenvolvimento de práticas sustentáveis, demonstrando que o reaproveitamento do óleo de cozinha pode contribuir para reduzir o descarte inadequado desse resíduo e transformá-lo em um produto destinado à higienização das instalações escolares. A experiência também aponta possibilidades de ampliação de ações educativas de coleta e reaproveitamento de óleo na comunidade, bem como de geração de renda por meio da produção e comercialização do sabão.

Palavras-chave: Economia circular; Educação ambiental; Reciclagem.

1 INTRODUÇÃO

A geração de resíduos constitui um dos desafios relacionados à sustentabilidade ambiental, especialmente diante do crescimento das atividades urbanas, domésticas e industriais. Entre os resíduos produzidos cotidianamente encontra-se o óleo de cozinha utilizado em processos de fritura, cujo descarte inadequado pode provocar impactos ambientais e comprometer sistemas de tratamento de água e esgoto. Nesse sentido, o reaproveitamento de resíduos representa uma alternativa capaz de atribuir novos usos a materiais que seriam descartados, contribuindo para práticas relacionadas à sustentabilidade.

A reciclagem de resíduos agroindustriais tem adquirido relevância não somente pelo potencial de utilização desses materiais como matérias-primas de baixo custo, mas também pela

DOI: 10.51189/vii-coninters/87817

necessidade de reduzir os efeitos da degradação ambiental decorrente das atividades humanas (Rabelo; Ferreira, 2008). O óleo de cozinha usado apresenta potencial para ser empregado na fabricação de diferentes produtos, entre eles o sabão, possibilitando a adoção de um ciclo reverso e contribuindo para a redução de impactos ambientais (Pitta Junior et al., 2009).

Nesse contexto, a escola constitui espaço privilegiado para o desenvolvimento de ações de educação ambiental, uma vez que possibilita associar conhecimento científico, experimentação e sensibilização dos estudantes. A educação ambiental contribui para a construção de conhecimentos sobre as questões ambientais e para o desenvolvimento de uma postura mais responsável diante do meio ambiente (Cavalcante et al., 2014).

A realização de atividades práticas relacionadas ao reaproveitamento de resíduos pode, portanto, favorecer a compreensão dos estudantes acerca da relação entre consumo, geração de resíduos e sustentabilidade. Além disso, permite aproximar os conteúdos científicos de situações presentes no cotidiano, tornando o processo de ensino e aprendizagem mais significativos.

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi produzir e avaliar a importância da fabricação de sabão artesanal a partir do óleo de cozinha pós-fritura como prática pedagógica de educação ambiental no Centro Estadual de Educação Profissional Rural Frei José Apicella (CEEPRU), promovendo o reaproveitamento do óleo utilizado na própria instituição e sua transformação em produto destinado à higienização das instalações escolares.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho caracterizou-se como uma experiência de caráter transversal, descritivo, exploratório e de abordagem qualitativa, fundamentada em pesquisa bibliográfica e em atividade prática desenvolvida nas instalações do Laboratório de Química do Centro Estadual de Educação Profissional Rural Frei José Apicella (CEEPRU), localizado no município de Guadalupe, Piauí. A proposta foi desenvolvida com estudantes do terceiro ano do Ensino Médio integrado ao curso Técnico em Açúcar e Álcool.

A matéria-prima utilizada na experiência foi o óleo de cozinha pós-fritura proveniente da cozinha da própria instituição. Foram coletados dois recipientes contendo 500 mL de óleo cada, totalizando 1 litro, posteriormente armazenado e encaminhado ao laboratório para utilização na produção do sabão artesanal.

Para a realização da atividade foram utilizados 1 L de óleo usado, 10 L de água fervente, 1 kg de soda cáustica em escamas, um balde com capacidade para 20 L, um cabo de rodo longo, recipiente dosador e duas bandejas de papelão. Também foram utilizados Equipamentos de Proteção Individual, incluindo luvas, máscara, jaleco e óculos de proteção. Antes da realização da atividade, os estudantes receberam orientações sobre a importância dos EPIs e das boas práticas laboratoriais.

A atividade prática foi realizada no laboratório de Química, previamente higienizado e organizado. Os estudantes participaram da preparação dos materiais e da produção do sabão artesanal, acompanhando na prática o processo de transformação do óleo usado em um novo produto. A experiência também possibilitou a abordagem da reação química de saponificação, relacionando os conteúdos trabalhados no curso com uma situação concreta de reaproveitamento de resíduos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A experiência demonstrou o potencial do reaproveitamento do óleo de cozinha pós-fritura como estratégia de educação ambiental e de desenvolvimento de práticas sustentáveis no ambiente escolar. O óleo utilizado na atividade foi proveniente da própria cozinha da instituição, possibilitando a criação de um fluxo de reaproveitamento do resíduo gerado na escola e sua transformação em sabão artesanal.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87817

A participação dos estudantes no processo permitiu aproximar conhecimentos científicos e situações do cotidiano. Ao acompanhar a produção do sabão no laboratório, os alunos puderam observar de maneira prática a aplicação dos conhecimentos relacionados à Química, especialmente a reação de saponificação, ao mesmo tempo em que refletiram sobre a destinação adequada dos resíduos.

Essa perspectiva está relacionada ao entendimento de que a reciclagem e o reaproveitamento podem transformar resíduos em matérias-primas para novos produtos. Segundo Pitta Junior et al. (2009), o óleo de cozinha usado pode ser utilizado na produção de diferentes produtos, incluindo sabão, e o aproveitamento desse resíduo pode contribuir para evitar problemas relacionados à degradação ambiental e aos sistemas de tratamento de água e esgoto.

A atividade também favoreceu a abordagem da educação ambiental como instrumento de sensibilização. Conforme Cavalcante et al. (2014), a educação ambiental possibilita que o educando adquira conhecimentos relacionados às questões ambientais e desenvolva uma nova percepção sobre sua relação com o meio ambiente. Nesse sentido, a atividade desenvolvida no CEEPRU ultrapassou a dimensão exclusivamente experimental, constituindo-se também como uma ação educativa voltada à construção de atitudes responsáveis.

Outro aspecto relevante foi a utilização do produto obtido na própria instituição. O trabalho estabeleceu como finalidade o aproveitamento do sabão artesanal na limpeza e higienização das áreas internas e externas da escola, criando uma possibilidade de utilização direta do produto resultante do reaproveitamento do resíduo.

A experiência também apresenta potencial para extrapolar os limites da escola. O trabalho aponta a necessidade de políticas públicas e ações de educação ambiental envolvendo diferentes segmentos da comunidade, como escolas, restaurantes e lanchonetes. Essa possibilidade demonstra que uma ação relativamente simples pode servir como ponto de partida para discutir coleta seletiva, consumo consciente, reaproveitamento de resíduos e responsabilidade socioambiental.

Do ponto de vista da sustentabilidade, a transformação do óleo usado em sabão representa uma alternativa de valorização de resíduos, uma vez que um material resultante de uma atividade cotidiana passa a ser utilizado como insumo para um novo produto. Essa prática se aproxima dos princípios de redução, reutilização e reaproveitamento de materiais, contribuindo para a construção de uma cultura ambiental no espaço escolar.

Além da dimensão ambiental e educacional, o trabalho identificou possibilidade de geração de renda por meio de uma eventual comercialização do sabão produzido para a comunidade local. Assim, a experiência pode ser compreendida de maneira integrada, articulando sustentabilidade ambiental, educação, conhecimento científico e possibilidades socioeconômicas.

Apesar de seu potencial, a experiência apresentou uma dificuldade relacionada à infraestrutura disponível no momento da execução, especialmente pela falta de energia elétrica e internet, que tornou o ambiente laboratorial mais quente e desconfortável. Essa limitação, contudo, não impediu a realização da atividade prática e reforça a importância de condições adequadas para o desenvolvimento de atividades experimentais no ambiente escolar.

4 CONCLUSÃO

A produção de sabão artesanal a partir do óleo de cozinha pós-fritura mostrou-se uma estratégia com potencial para promover a educação ambiental e estimular práticas de sustentabilidade no ambiente escolar. A utilização do óleo proveniente da própria cozinha da instituição permitiu transformar um resíduo em matéria-prima para um novo produto, favorecendo a reflexão sobre formas adequadas de reaproveitamento e destinação de resíduos.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87817

A participação dos estudantes na atividade prática possibilitou articular conhecimentos científicos e questões ambientais presentes no cotidiano, especialmente por meio da compreensão do processo de saponificação e da importância da reutilização do óleo de cozinha.

A experiência também evidenciou possibilidades de utilização do produto na higienização da própria escola e de ampliação da proposta para outros espaços da comunidade, incluindo estabelecimentos que geram óleo de fritura. Dessa forma, a iniciativa apresenta potencial para contribuir com ações de sensibilização ambiental, fortalecimento de práticas sustentáveis e valorização de resíduos.

Recomenda-se a continuidade e ampliação de iniciativas educativas dessa natureza, especialmente por meio de programas permanentes de coleta e reaproveitamento do óleo de cozinha, envolvendo estudantes, comunidade escolar e sociedade.

Como perspectiva futura, destaca-se ainda a possibilidade de avaliar quantitativamente o volume de óleo reaproveitado, a quantidade de sabão produzida e os impactos ambientais e econômicos decorrentes da implantação de um programa permanente de reaproveitamento na comunidade.

REFERÊNCIAS

CAVALCANTE, F. C. S. et al. *Educação ambiental: produção de sabão ecológico na escola Nossa Senhora Aparecida em Campina Grande-PB*. Revista Acadêmico Científica, v. 6, n. 2, 2014.

PITTA JUNIOR, O. S. R.; NOGUEIRA NETO, M. S.; SACOMANO, J. B.; LIMA, J. L. A. Reciclagem do óleo de cozinha usado: uma contribuição para aumentar a produtividade do processo. In: INTERNATIONAL WORKSHOP – ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION, 2., 2009, São Paulo. Key elements for a sustainable world: energy, water and climate change. São Paulo, 2009. p. 1-10.

PRODUCTION, 2., 2009, São Paulo. Key Elements for a Sustainable World: Energy, Water and Climate Change. São Paulo, 2009.

RABELO, R. A.; FERREIRA, O. M. Coleta seletiva de óleo residual de frituras para aproveitamento industrial. 2008.

DA BANANA VERDE À BANANA CHIPS: EXPERIÊNCIA DE PROCESSAMENTO DE FRUTAS E HORTALIÇAS NA FORMAÇÃO PROFISSIONAL DA EJA-EPT DO CTF/UFPI

TAILÂNDIA PEREIRA DE SÁ; DANNIELLE VIEIRA DE SOUSA BORGES; NÍVEA GOMES NASCIMENTO DE OLIVEIRA; HOZANO DE SOUZA LEMOS NETO; ALEXANDRE RIBEIRO DE ARAÚJO

RESUMO

A Educação de Jovens e Adultos integrada à Educação Profissional e Tecnológica (EJA-EPT) constitui importante estratégia de formação para sujeitos que buscam ampliar conhecimentos, desenvolver competências profissionais e fortalecer sua inserção no mundo do trabalho. Nesse contexto, as atividades práticas de processamento de produtos agropecuários podem favorecer a articulação entre conhecimentos teóricos e experiências concretas de produção. Este trabalho tem como objetivo relatar a experiência desenvolvida no Curso de Formação Inicial e Continuada em Processamento de Produtos Agropecuários (Frutas e Hortaliças), ofertado pelo Colégio Técnico de Floriano da Universidade Federal do Piauí (CTF/UFPI), com destaque para as atividades de beneficiamento da banana verde e produção de banana chips. Trata-se de um relato de experiência desenvolvido durante um módulo formativo com carga horária total de 50 horas, contemplando aulas teóricas, atividades de aprendizagem, recursos audiovisuais e aulas práticas. As atividades relacionadas à banana envolveram conteúdos sobre seleção da matéria-prima, beneficiamento, tecnologia e processamento do fruto em diferentes estágios de maturação, além da elaboração de diferentes derivados, entre eles a banana chips. A experiência possibilitou aos estudantes vivenciar etapas relacionadas ao processamento de frutas, aproximando os conhecimentos apresentados em sala de aula das práticas de transformação e agregação de valor aos produtos agropecuários. A utilização de recursos audiovisuais, associada às atividades práticas, contribuiu para diversificar as estratégias pedagógicas e favorecer a compreensão dos conteúdos. A experiência evidencia a relevância das práticas de processamento como instrumento pedagógico na EJA-EPT, especialmente por possibilitar a construção de conhecimentos relacionados à produção, ao aproveitamento de matérias-primas e às possibilidades de geração de produtos com maior valor agregado.

Palavras-chave: Aprendizagem; Empreendedorismo; Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A Educação de Jovens e Adultos integrada à Educação Profissional e Tecnológica (EJA-EPT) apresenta-se como uma possibilidade de formação que articula escolarização, conhecimentos profissionais e experiências vivenciadas pelos estudantes. Para esse público, a prática pedagógica precisa considerar os diferentes conhecimentos construídos ao longo da vida, favorecendo situações de aprendizagem que estabeleçam relações entre os conteúdos escolares, o cotidiano e o mundo do trabalho. Nessa perspectiva, a formação profissional pode contribuir para ampliar possibilidades de atuação, autonomia e participação social dos educandos.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87819

A perspectiva freiriana destaca a importância de uma prática educativa baseada no diálogo, na problematização e na valorização dos saberes dos sujeitos. Na EJA, essa abordagem assume especial relevância, uma vez que os estudantes chegam ao espaço educativo trazendo experiências pessoais, profissionais e sociais que podem constituir pontos de partida para novas aprendizagens. Estudos sobre a EJA destacam justamente a necessidade de considerar suas especificidades e os sujeitos que a constituem, reconhecendo a diversidade de trajetórias e experiências presentes nessa modalidade de ensino (Machado, 2011).

No âmbito da formação profissional relacionada ao processamento de alimentos, a articulação entre teoria e prática possibilita que conceitos relacionados à seleção da matéria-prima, higiene, beneficiamento, transformação e conservação sejam compreendidos a partir de situações concretas. A banana destaca-se nesse contexto por apresentar ampla utilização na alimentação e possibilidades diversificadas de processamento. A literatura demonstra que a banana verde apresenta potencial para aproveitamento e agregação de valor em diferentes produtos alimentícios, destacando-se sua composição em amido e fibras (Alkmim et al., 2013).

O processamento de frutas também constitui uma possibilidade de aproveitamento da produção agropecuária, permitindo transformar matérias-primas em produtos com características diferenciadas e maior potencial de comercialização. Nesse sentido, atividades práticas envolvendo a banana podem contribuir tanto para a compreensão dos princípios tecnológicos relacionados ao processamento quanto para a reflexão sobre possibilidades de trabalho, empreendedorismo e geração de renda.

O Curso de Formação Inicial e Continuada em Processamento de Produtos Agropecuários (Frutas e Hortaliças), ofertado pelo Colégio Técnico de Floriano da Universidade Federal do Piauí (CTF/UFPI), foi desenvolvido no âmbito da EJA integrada à Educação Profissional e Tecnológica, contemplando conteúdos teóricos e atividades práticas. O relatório do módulo registra atividades relacionadas à seleção da matéria-prima, processamento de frutas, beneficiamento e tecnologia da banana, incluindo a produção de diferentes derivados.

Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho é relatar a experiência pedagógica desenvolvida no curso de Processamento de Produtos Agropecuários (Frutas e Hortaliças), com ênfase nas atividades de processamento da banana verde e produção de banana chips como estratégia de articulação entre teoria, prática e formação profissional na EJA-EPT.

2 RELATO DE EXPERIÊNCIA

A experiência foi desenvolvida no âmbito do Curso de Formação Inicial e Continuada em Processamento de Produtos Agropecuários (Frutas e Hortaliças), ofertado pelo Colégio Técnico de Floriano da Universidade Federal do Piauí (CTF/UFPI), no contexto da EJA integrada à Educação Profissional e Tecnológica. Conforme registrado no relatório de acompanhamento, o curso foi realizado no Polo de Floriano, sob coordenação de Alexandre Ribeiro Araújo, com atuação docente de Tailândia Pereira de Sá e apoio acadêmico de Dannielle Vieira de Sousa Borges. O período registrado no relatório compreendeu atividades realizadas entre maio e junho de 2025, totalizando 50 horas de formação.

As atividades foram organizadas de maneira articulada entre momentos teóricos e práticos. Inicialmente, foram trabalhados conteúdos relacionados à estrutura física das áreas externas e internas da agroindústria, planta da agroindústria de alimentos e cuidados necessários com as mãos e antebraços. Para reforçar a aprendizagem, os estudantes desenvolveram atividades de síntese dos conteúdos trabalhados. Também foram utilizados vídeos como recurso didático, seguidos de momentos de discussão e reflexão.

Na etapa relacionada ao processamento das frutas, foram abordados conteúdos sobre seleção da matéria-prima, processamento e utilização de solução de cal virgem. As atividades práticas contemplaram o processamento e a produção de diferentes derivados de frutas e

DOI: 10.51189/vii-coninters/87819

hortaliças. Nesse momento, a banana recebeu destaque especial, sendo trabalhada em diferentes estágios de maturação: verde ou imatura, amarela ou madura e amarela com manchas marrons, caracterizando estágio supermaduro. A partir da matéria-prima foram apresentados diferentes produtos, como doce cremoso, banana em calda, doce em massa, doce cremoso com leite condensado, mariolas produzidas com a casca, palitos de banana empanados e banana chips.

A experiência com a banana verde constituiu um dos momentos de maior relevância para a articulação entre os conteúdos teóricos e a prática profissional. O fruto, inicialmente compreendido como matéria-prima, passou a ser analisado considerando suas possibilidades de transformação e aproveitamento. A produção da banana chips permitiu abordar a transformação de um produto agropecuário em um alimento processado, favorecendo a compreensão dos princípios de beneficiamento e agregação de valor.

Na etapa teórica realizada em 06 de junho de 2025, foram trabalhados especificamente conteúdos relacionados ao beneficiamento das frutas, à tecnologia e ao processamento da banana, além da elaboração de diferentes produtos derivados, incluindo a banana chips frita tradicional. Posteriormente, a aula prática utilizou vídeos sobre a fabricação de derivados da banana em contextos industrial e caseiro, seguida de discussão e reflexão sobre os conteúdos apresentados.

A utilização de recursos audiovisuais associada à prática possibilitou apresentar aos estudantes diferentes formas de processamento, favorecendo a comparação entre procedimentos e ampliando a compreensão sobre as possibilidades de aproveitamento da matéria-prima. A estratégia também contribuiu para aproximar os estudantes de situações encontradas no mundo do trabalho, relacionando conhecimentos técnicos, procedimentos de produção e possibilidades de elaboração de produtos.

3 DISCUSSÃO

A experiência desenvolvida evidencia que o ensino de processamento de produtos agropecuários pode assumir importante função na formação profissional de estudantes da EJA-EPT. Mais do que apresentar técnicas de elaboração de alimentos, as atividades práticas possibilitaram a construção de conhecimentos a partir da relação entre conteúdo, experiência e prática profissional.

A proposta aproxima-se da concepção de educação defendida por Paulo Freire, na qual o processo educativo deve favorecer a autonomia, a reflexão crítica e a participação dos sujeitos. A prática educativa problematizadora parte da realidade dos educandos e possibilita que os conhecimentos sejam construídos em diálogo com as experiências concretas (Freire, 1996). Estudos contemporâneos sobre práticas educativas na EJA também destacam a importância da problematização do conhecimento como estratégia para favorecer processos de aprendizagem contextualizados.

Nesse sentido, trabalhar com uma matéria-prima conhecida pelos estudantes, como a banana, possibilita aproximar o conteúdo técnico de situações presentes no cotidiano. A transformação da banana verde em produto processado permite discutir aspectos relacionados ao aproveitamento de alimentos, às etapas de processamento, às condições de manipulação e às possibilidades de agregação de valor.

A literatura científica reforça o potencial da banana verde como matéria-prima para obtenção de produtos alimentícios. Estudos demonstram que a banana verde apresenta elevado teor de amido e pode ser utilizada em processos de transformação que resultam em produtos com características nutricionais e tecnológicas diferenciadas (Borges et al., 2009). Outras pesquisas também apontam seu potencial de aproveitamento para agregação de valor nutricional e tecnológico a produtos alimentícios (Alkmim et al., 2013).

Embora a experiência relatada tenha priorizado a produção de banana chips e outros derivados, o conhecimento sobre diferentes possibilidades de aproveitamento da banana amplia

DOI: 10.51189/vii-coninters/87819

a percepção dos estudantes acerca do potencial econômico da matéria-prima. A elaboração de produtos processados pode representar uma alternativa para reduzir perdas, diversificar a produção e criar oportunidades de comercialização.

Outro aspecto relevante foi a integração entre diferentes estratégias didáticas. O relatório registra o uso de vídeos como recurso de ensino, acompanhado de discussão e reflexão sobre os conteúdos apresentados. A utilização de recursos audiovisuais, nesse contexto, não substituiu a prática, mas funcionou como instrumento complementar para apresentar procedimentos e diferentes formas de processamento.

A associação entre teoria, audiovisual e prática também favorece uma formação profissional mais contextualizada. O estudante não apenas observa o processo, mas pode relacionar o conhecimento apresentado com a transformação efetiva da matéria-prima. Essa dinâmica contribui para uma aprendizagem mais significativa, especialmente em cursos de formação profissional de curta duração.

A experiência também dialoga com a perspectiva de formação para o mundo do trabalho, pois o processamento da banana possibilita discutir conhecimentos técnicos que podem ser utilizados em pequenas agroindústrias, unidades de processamento, empreendimentos familiares, produção artesanal de alimentos e iniciativas de geração de renda. Entretanto, é importante destacar que o relatório analisado não apresenta dados de comercialização, avaliação econômica ou inserção profissional dos estudantes; portanto, essas possibilidades são compreendidas neste trabalho como perspectivas formativas decorrentes da experiência, e não como resultados econômicos comprovados.

Além da banana, o módulo contemplou outras experiências de processamento. Na etapa final, foram trabalhados produtos derivados de melancia, coco, abóbora, laranja, limão e gengibre, além do reaproveitamento de óleo usado em frituras para produção de sabão líquido. Esse conjunto de atividades demonstra uma proposta pedagógica voltada ao aproveitamento diversificado de matérias-primas agropecuárias e à ampliação do repertório técnico dos estudantes.

Dessa forma, a experiência com a banana verde e a produção de banana chips podem ser compreendida como uma prática pedagógica que articula conhecimento técnico, experimentação, aproveitamento de recursos e formação profissional. Para a EJA-EPT, essa articulação é particularmente significativa, pois reconhece o estudante como sujeito que possui experiências anteriores e que pode ressignificá-las a partir de novos conhecimentos.

4 CONCLUSÃO

A experiência desenvolvida no Curso de Formação Inicial e Continuada em Processamento de Produtos Agropecuários (Frutas e Hortaliças) do CTF/UFPI demonstrou a relevância das atividades práticas para a formação profissional de estudantes da EJA-EPT. A experiência com o processamento da banana verde e a produção de banana chips possibilitou aproximar conhecimentos teóricos de procedimentos práticos relacionados ao beneficiamento e à transformação de produtos agropecuários.

A utilização da banana como matéria-prima permitiu explorar diferentes possibilidades de processamento e agregação de valor, contribuindo para ampliar o conhecimento dos estudantes sobre o aproveitamento de frutas e sobre a diversidade de produtos que podem ser obtidos a partir de uma mesma matéria-prima.

A integração entre aulas teóricas, atividades práticas, vídeos e momentos de discussão favoreceu uma abordagem diversificada do processo de ensino-aprendizagem. Nesse sentido, a experiência reforça a importância de metodologias contextualizadas na EJA-EPT, capazes de aproximar os conteúdos técnicos das experiências dos estudantes e das demandas relacionadas ao mundo do trabalho.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87819

Conclui-se que a experiência com a banana verde, especialmente a produção de banana chips, constituiu uma estratégia pedagógica pertinente para trabalhar conteúdos de processamento de frutas e hortaliças, possibilitando aos estudantes vivenciar situações concretas de transformação e aproveitamento de produtos agropecuários. Como perspectiva futura, recomenda-se o desenvolvimento de novas experiências que avancem para a avaliação sensorial, padronização das formulações, cálculo de custos, elaboração de embalagens, rotulagem e análise da viabilidade de comercialização dos produtos elaborados.

REFERÊNCIAS

ALKMIM, E. M. et al. Nutritional potential of green banana flour obtained by drying in spouted bed. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 35, n. 4, 2013.

BORGES, A. M. et al. Caracterização da farinha de banana verde. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 29, n. 2, p. 333-339, 2009.

FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

MACHADO, M. M. As especificidades na formação do educador de jovens e adultos: um estudo sobre propostas de EJA. Educação em Revista, Belo Horizonte, v. 27, n. 2, 2011.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87819

APROVEITAMENTO INTEGRAL DA MELANCIA NA EJA-EPT: EXPERIÊNCIA PRÁTICA COM A PRODUÇÃO DE "BEIJINHO" DA CASCA E SUCO CREMOSO

TAILÂNDIA PEREIRA DE SÁ; DANNIELLE VIEIRA DE SOUSA BORGES; NÍVEA GOMES NASCIMENTO DE OLIVEIRA; HOZANO DE SOUZA LEMOS NETO; ALEXANDRE RIBEIRO DE ARAÚJO

RESUMO

A Educação de Jovens e Adultos integrada à Educação Profissional e Tecnológica (EJA-EPT) constitui uma importante possibilidade de formação para sujeitos que buscam ampliar seus conhecimentos e desenvolver competências para o mundo do trabalho. Nesse contexto, as atividades práticas de processamento de alimentos podem contribuir para aproximar os conhecimentos teóricos da realidade profissional, estimulando a autonomia, a criatividade, o empreendedorismo e a valorização dos recursos disponíveis. O presente trabalho tem como objetivo relatar uma experiência pedagógica desenvolvida com estudantes da EJA-EPT do Colégio Técnico de Floriano da Universidade Federal do Piauí (CTF/UFPI), no curso de Formação Inicial e Continuada em Processamento de Produtos Agropecuários (Frutas e Hortaliças), tendo como foco o processamento da melancia e o aproveitamento integral de suas partes. A atividade foi realizada em 13 de junho de 2025, durante aula prática do módulo, envolvendo o processamento da melancia para elaboração de dois produtos: beijinho utilizando a casca e suco cremoso utilizando a polpa. A metodologia adotada caracterizou-se como relato de experiência, fundamentado na observação e participação dos estudantes durante as etapas de processamento, preparo dos produtos e discussão sobre as possibilidades de aproveitamento da matéria-prima. A atividade possibilitou relacionar conhecimentos sobre processamento de frutas, aproveitamento de alimentos, redução de desperdícios, higiene e manipulação com situações concretas do cotidiano e do mundo do trabalho. A experiência demonstrou que o aproveitamento integral da melancia pode ser utilizado como estratégia pedagógica para desenvolver conhecimentos técnicos e, simultaneamente, estimular reflexões sobre sustentabilidade, economia de recursos e possibilidades de produção de alimentos com potencial de comercialização. Conclui-se que atividades práticas dessa natureza fortalecem a formação profissional dos estudantes da EJA-EPT, tornando o processo educativo mais significativo, contextualizado e relacionado às possibilidades de trabalho e geração de renda.

Palavras-chave: Alimentação; Educação profissional; Processamento de frutas.

1 INTRODUÇÃO

A Educação de Jovens e Adultos integrada à Educação Profissional e Tecnológica (EJA-EPT) apresenta-se como uma importante estratégia de formação de sujeitos que, por diferentes motivos, não tiveram acesso ou continuidade aos estudos no período considerado regular. Mais do que proporcionar a escolarização, essa modalidade pode contribuir para a construção de conhecimentos relacionados ao trabalho, à cidadania, à autonomia e à participação social.

A integração entre educação e trabalho constitui um dos elementos fundamentais para uma formação que considere os estudantes em suas diferentes experiências de vida. Para Freire

DOI: 10.51189/vii-coninters/87820

(1996), o processo educativo deve partir da realidade dos sujeitos e estabelecer uma relação dialógica entre os conhecimentos construídos ao longo da vida e os conhecimentos sistematizados no espaço escolar. Nesse sentido, práticas pedagógicas contextualizadas podem favorecer a participação ativa dos estudantes e atribuir maior significado ao processo de aprendizagem.

No âmbito da formação profissional, as aulas práticas assumem papel relevante por possibilitarem a articulação entre teoria e prática. Em cursos voltados ao processamento de produtos agropecuários, essa articulação permite que os estudantes conheçam procedimentos de seleção, higienização, manipulação, transformação e aproveitamento de matérias-primas, compreendendo também as possibilidades de utilização desses conhecimentos em atividades produtivas.

O curso de Formação Inicial e Continuada em Processamento de Produtos Agropecuários (Frutas e Hortaliças), desenvolvido no âmbito da EJA-EPT do Colégio Técnico de Floriano da Universidade Federal do Piauí (CTF/UFPI), contempla conteúdos relacionados ao processamento e beneficiamento de frutas e hortaliças. O relatório de acompanhamento das atividades registra, entre os conteúdos desenvolvidos, a seleção de matérias-primas, o processamento de frutas, o beneficiamento e a elaboração de diferentes derivados.

A valorização das frutas como matéria-prima para elaboração de produtos processados pode contribuir para a redução de perdas e desperdícios e para a agregação de valor aos alimentos. Nesse contexto, o aproveitamento integral apresenta-se como uma possibilidade de utilização de partes que, muitas vezes, são descartadas, ampliando as possibilidades de transformação e aproveitamento dos alimentos.

A melancia destaca-se como uma fruta amplamente utilizada para consumo in natura e que apresenta diferentes possibilidades de processamento. Em uma perspectiva pedagógica, trabalhar com a fruta de maneira integral permite discutir não apenas técnicas de processamento, mas também questões relacionadas ao desperdício de alimentos, sustentabilidade, criatividade culinária, aproveitamento de recursos e possibilidades de geração de renda.

Foi nesse contexto que se desenvolveu a aula prática de processamento da melancia, realizada com estudantes da EJA-EPT/CTF/UFPI, durante a qual foram elaborados dois produtos: o beijinho da casca e o suco cremoso com a polpa. A atividade possibilitou aos estudantes perceberem que diferentes partes de uma mesma matéria-prima podem ser transformadas em produtos distintos, ampliando seu valor e sua utilização.

Assim, este trabalho tem como objetivo relatar a experiência pedagógica desenvolvida com estudantes da EJA-EPT no processamento da melancia, destacando a produção de beijinho com a casca e de suco cremoso com a polpa como estratégia de aprendizagem prática, aproveitamento integral dos alimentos e formação para o mundo do trabalho.

2 METODOLOGIA

O presente trabalho caracteriza-se como um relato de experiência, de natureza descritiva e abordagem qualitativa, elaborado a partir de uma atividade pedagógica desenvolvida no curso de Formação Inicial e Continuada em Processamento de Produtos Agropecuários (Frutas e Hortaliças), ofertado pela EJA integrada à Educação Profissional e Tecnológica do Colégio Técnico de Floriano da Universidade Federal do Piauí (CTF/UFPI).

O relatório institucional registra como professora da turma Tailândia Pereira de Sá, como coordenador do EJA-EPT Alexandre Ribeiro Araújo e como apoio acadêmico Dannielle Vieira de Sousa Borges. O período registrado no documento corresponde às atividades realizadas entre maio e junho de 2025, com carga horária total de 50 horas. A experiência analisada neste trabalho corresponde especificamente à aula prática realizada em 13 de junho de 2025, inserida na Unidade IV do curso. Na etapa teórica foram abordados

conteúdos relacionados à geleia de abacaxi apimentada, processamento de polpas de frutas, conserva de hortaliças e molho de tomate.

Na aula prática, os estudantes participaram de atividades de processamento e produção de derivados de frutas e hortaliças. Entre as experiências realizadas, destacou-se o processamento da melancia, com a elaboração de beijinho da casca e suco cremoso com a polpa.

A metodologia pedagógica foi baseada na participação dos estudantes nas atividades práticas, favorecendo a observação, a execução das etapas de processamento e a discussão sobre as possibilidades de aproveitamento da matéria-prima. A atividade buscou estabelecer relação entre os conhecimentos abordados no curso e sua aplicação em situações concretas de produção de alimentos.

A experiência foi organizada de forma a possibilitar a percepção de que uma única fruta pode originar diferentes produtos. A polpa foi destinada à preparação do suco cremoso, enquanto a casca, normalmente considerada um resíduo, foi utilizada na elaboração do beijinho. Dessa maneira, a atividade possibilitou discutir o conceito de aproveitamento integral e sua relação com a redução de desperdícios.

O relato foi elaborado a partir das informações registradas no relatório de acompanhamento das atividades e das observações relacionadas à experiência pedagógica, considerando o desenvolvimento da atividade prática como elemento central para análise de suas contribuições ao processo de formação dos estudantes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aula prática de processamento da melancia constituiu uma experiência significativa no processo de formação profissional dos estudantes da EJA-EPT, especialmente por permitir a aplicação de conhecimentos relacionados ao processamento de frutas em uma situação concreta. O relatório registra que as atividades do curso foram estruturadas contemplando momentos teóricos, atividades de aprendizagem e aulas práticas, possibilitando a articulação entre diferentes estratégias de ensino.

A experiência com a melancia possibilitou trabalhar uma perspectiva de aproveitamento integral dos alimentos, uma vez que a atividade não se restringiu à utilização da polpa. A casca também foi incorporada ao processo produtivo, sendo utilizada como matéria-prima para elaboração do beijinho. Essa abordagem contribui para desconstruir a ideia de que determinadas partes dos alimentos são necessariamente destinadas ao descarte.

Ao transformar a casca em um produto alimentício, os estudantes puderam compreender, de maneira prática, que o processamento pode agregar valor a matérias-primas e partes que tradicionalmente apresentam menor aproveitamento. Essa percepção é especialmente relevante em uma formação profissional voltada aos produtos agropecuários, pois amplia o olhar dos estudantes para possibilidades de inovação e diversificação da produção.

A produção do suco cremoso com a polpa, por sua vez, possibilitou trabalhar a transformação de uma fruta in natura em um produto com características diferenciadas. A atividade permitiu compreender que o processamento pode ampliar as formas de consumo e utilização das frutas, além de estimular a criatividade na elaboração de produtos.

A experiência também favoreceu a reflexão sobre a relação entre produção de alimentos, sustentabilidade e redução de desperdícios. O aproveitamento de diferentes partes da matéria-prima pode contribuir para reduzir a quantidade de resíduos gerados durante o processamento e, simultaneamente, aumentar a quantidade de produtos obtidos a partir de uma mesma fruta.

Essa perspectiva aproxima-se de uma concepção de educação profissional que não se limita à transmissão de procedimentos técnicos, mas busca desenvolver sujeitos capazes de compreender as relações entre trabalho, produção, sociedade e ambiente. Para Frigotto, Ciavatta e Ramos (2005), a formação integrada deve superar uma visão fragmentada da educação e

considerar o trabalho como princípio educativo, articulando conhecimentos científicos, tecnológicos, culturais e sociais.

No caso da EJA-EPT, essa articulação apresenta importância ainda maior, pois os estudantes trazem consigo experiências, conhecimentos cotidianos e diferentes trajetórias de vida que podem ser incorporados ao processo de aprendizagem. A atividade prática permitiu valorizar esses saberes e relacioná-los aos conhecimentos técnicos trabalhados durante o curso.

De acordo com Freire (1996), ensinar exige respeito aos saberes dos educandos e compreensão de que o processo educativo ocorre por meio da construção compartilhada do conhecimento. Sob essa perspectiva, uma aula prática de processamento de alimentos pode constituir um espaço de diálogo, troca de experiências e construção de novos conhecimentos.

A atividade com a melancia também apresentou potencial para discutir empreendedorismo e geração de renda. A elaboração de produtos derivados de frutas pode representar uma possibilidade de agregação de valor à produção, especialmente em contextos de agricultura familiar, pequenos empreendimentos, associações e iniciativas de economia local.

Nesse sentido, o conhecimento adquirido pelos estudantes pode ultrapassar os limites da sala de aula, podendo ser utilizado em atividades produtivas futuras. A capacidade de transformar uma matéria-prima em diferentes produtos constitui uma competência importante para profissionais que pretendem atuar em pequenas agroindústrias, unidades de processamento, empreendimentos familiares, estabelecimentos de alimentação ou iniciativas próprias.

A experiência também contribuiu para a compreensão de que o processamento de alimentos envolve diferentes dimensões. Além da elaboração do produto final, é necessário considerar aspectos relacionados à seleção da matéria-prima, higiene, manipulação, organização do espaço, conservação e qualidade. Esses elementos foram contemplados ao longo do curso, que abordou conteúdos relacionados à estrutura física de áreas internas e externas da agroindústria, cuidados com as mãos e antebraços, seleção de matérias-primas e processamento de frutas.

A metodologia adotada também possibilitou aproximar os estudantes de diferentes possibilidades de transformação de frutas e hortaliças. O próprio relatório registra experiências com banana, coco, abóbora, laranja, limão e gengibre, além do reaproveitamento de óleo utilizado em frituras para produção de sabão líquido.

Dentro desse conjunto de experiências, a atividade com a melancia apresentou uma característica particularmente relevante: a utilização de diferentes partes da mesma fruta para elaboração de produtos distintos. Essa estratégia possibilitou trabalhar simultaneamente conhecimentos técnicos, sustentabilidade, criatividade, aproveitamento de recursos e possibilidades de geração de renda.

Outro aspecto importante foi a natureza prática da atividade. A aprendizagem não ocorreu apenas por meio da exposição dos conteúdos, mas pela participação dos estudantes no processo de transformação da matéria-prima. Essa abordagem pode favorecer maior envolvimento e tornar o conteúdo mais próximo da realidade dos educandos.

Para Ramos (2008), uma formação profissional integrada deve possibilitar a compreensão do trabalho em sua dimensão histórica e social, articulando conhecimentos gerais e específicos. Assim, ensinar técnicas de processamento não significa apenas ensinar a executar uma receita, mas possibilitar que o estudante compreenda os princípios envolvidos na transformação dos alimentos e reconheça suas possibilidades de aplicação profissional.

A experiência relatada evidencia, portanto, que o ensino de processamento de frutas na EJA-EPT pode constituir uma estratégia para trabalhar simultaneamente conhecimentos técnicos e questões sociais e ambientais. A elaboração do beijinho da casca e do suco cremoso

DOI: 10.51189/vii-coninters/87820

com a polpa transformou uma atividade cotidiana de processamento em uma oportunidade de reflexão sobre o aproveitamento integral dos alimentos.

Além disso, a experiência contribuiu para reforçar a importância de metodologias que considerem o estudante como sujeito ativo do processo educativo. Ao participar da preparação dos produtos, os estudantes puderam observar os resultados concretos de sua aprendizagem, favorecendo a relação entre saber, fazer e refletir.

Dessa forma, a aula prática de processamento da melancia ultrapassou a dimensão meramente culinária. Ela representou uma experiência de formação profissional na qual os conhecimentos técnicos foram articulados a valores relacionados à sustentabilidade, ao aproveitamento dos recursos, à criatividade e às possibilidades de inserção no mundo do trabalho.

4 CONCLUSÃO

A experiência desenvolvida com estudantes da EJA-EPT do Colégio Técnico de Floriano/UFPI demonstrou a relevância das atividades práticas como estratégia de formação profissional e de aproximação entre os conteúdos trabalhados no curso e situações concretas do mundo do trabalho.

O processamento da melancia, com a produção de beijinho da casca e suco cremoso com a polpa, possibilitou trabalhar de forma contextualizada o aproveitamento integral dos alimentos, mostrando aos estudantes que diferentes partes de uma mesma matéria-prima podem ser utilizadas na elaboração de produtos com potencial de consumo e comercialização.

A atividade também contribuiu para ampliar a percepção dos estudantes sobre redução de desperdícios, sustentabilidade, agregação de valor e possibilidades de geração de renda. Ao transformar a casca da melancia em um produto alimentício, a prática evidenciou que aquilo que tradicionalmente poderia ser considerado resíduo pode adquirir uma nova função dentro de uma proposta de aproveitamento integral.

No âmbito da EJA-EPT, experiências como essa assumem importância por possibilitarem a integração entre conhecimentos técnicos e experiências de vida dos estudantes, valorizando a aprendizagem pela prática e favorecendo o desenvolvimento de competências relacionadas ao trabalho.

Conclui-se que o processamento da melancia constituiu uma experiência pedagógica significativa, capaz de articular educação profissional, sustentabilidade e aproveitamento de alimentos. A atividade reforça a necessidade de utilização de metodologias práticas e contextualizadas na EJA-EPT, contribuindo para uma formação mais significativa, participativa e relacionada às demandas do mundo do trabalho.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. **Documento Base: Programa Nacional de Integração da Educação Profissional com a Educação Básica na modalidade de Educação de Jovens e Adultos – PROEJA**. Brasília, DF: MEC, 2007.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FRIGOTTO, Gaudêncio; CIAVATTA, Maria; RAMOS, Marise. **Ensino médio integrado: concepção e contradições**. São Paulo: Cortez, 2005.

RAMOS, Marise Nogueira. **Concepção do ensino médio integrado**. São Paulo: Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, 2008.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87820

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

RELATO DE EXPERIÊNCIA: INTEGRAÇÃO DE PANCS NA ALIMENTAÇÃO ESCOLAR ATRAVÉS DA AGRICULTURA FAMILIAR, NO MUNICÍPIO DE FRANCISCO ALVES - PR

ROSANI PEREIRA FERRARI

Introdução: A segurança alimentar e nutricional é um desafio fundamental, exigindo estratégias integradas entre a produção agrícola sustentável e a qualidade das refeições nas escolas. O uso de Plantas Alimentícias Não Convencionais **(PANCs)** emerge como solução promissora para diversificar a dieta, valorizar a agrobiodiversidade local e promover a resiliência ecológica. A articulação com a agricultura familiar, alinhada à agroecologia, possibilita a transição para sistemas produtivos que respeitam o solo e favorecem o desenvolvimento socioeconômico regional. **Objetivo:** Este relato tem como objetivo descrever a experiência de implementação de PANCs na merenda escolar do município de Francisco Alves-PR, destacando o papel da agricultura familiar na oferta de alimentos agroecológicos e na promoção da educação alimentar e nutricional dos estudantes da rede pública. **Relato de Experiência:** A experiência ocorreu nas escolas da rede pública de ensino do município de Francisco Alves-PR, o projeto iniciou em 2019 com a capacitação de agricultores familiares no manejo sustentável de espécies como ora-pro-nóbis e taioba. A produção seguiu princípios agroecológicos, incluindo a conservação do solo e sistemas agroflorestais, garantindo produtos livres de insumos químicos e com alto valor nutricional. Simultaneamente, a equipe de nutrição escolar realizou cursos, em parceria com a Prefeitura e a Itaipu Binacional, para as merendeiras do município. Nestas capacitações, foram abordadas a origem dos alimentos, receitas práticas e a importância da inclusão das PANCs nos cardápios, elevando a qualidade nutricional. A aceitação por parte da comunidade escolar foi progressiva, e o impacto positivo na variedade nutricional da merenda tornou-se evidente, garantindo assim maior segurança alimentar e nutricional aos estudantes. **Conclusão:** A integração das PANCs na alimentação escolar, mediada pela agricultura familiar, demonstrou ser uma ferramenta poderosa para a promoção da saúde e da consciência ambiental. A experiência evidenciou que a valorização de saberes tradicionais, aliada a práticas de produção sustentável, transforma a merenda em um espaço de aprendizagem, nutrição e fortalecimento da economia local.

Palavras-chave: **PLANTAS ALIMENTÍCIAS; AGRICULTURA FAMILIAR; ALIMENTAÇÃO ESCOLAR;**

DOI: 10.51189/vii-coninters/87929

JUSTIÇA CLIMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: CONTRIBUIÇÕES DA GEOGRAFIA, HISTÓRIA, CIÊNCIAS, ARTES E PEDAGOGIA – UMA REVISÃO INTEGRATIVA DA LITERATURA

PAULINA ALVES DA SILVA; KENNE FELIPE ALVES VIEIRA; MARIA JAILMA DE MELO ROCHA; PEDRO VALERO DE MELO NETO; JOSENILTON ALVES LOPES; ANTÔNIA DÁRIA DO NASCIMENTO

RESUMO

As mudanças climáticas representam um dos principais desafios enfrentados pela sociedade contemporânea, uma vez que seus impactos ultrapassam os limites ambientais e influenciam diretamente aspectos sociais, econômicos, culturais e educacionais. Nesse contexto, o conceito de justiça climática emerge como uma abordagem que evidencia a distribuição desigual dos efeitos das mudanças climáticas, destacando que populações socialmente vulneráveis são frequentemente as mais afetadas por eventos extremos, escassez de recursos naturais e insegurança alimentar. Diante dessa realidade, a Educação Básica assume um papel estratégico na formação de cidadãos capazes de compreender criticamente essas desigualdades e participar da construção de sociedades mais sustentáveis. Este estudo tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão integrativa da literatura, as contribuições da Geografia, História, Ciências, Artes e Pedagogia para a abordagem da justiça climática no contexto da Educação Básica. A pesquisa fundamenta-se em publicações científicas nacionais e internacionais que discutem educação ambiental, sustentabilidade, interdisciplinaridade e mudanças climáticas. A análise evidencia que a compreensão da justiça climática exige a integração de diferentes áreas do conhecimento, uma vez que os desafios ambientais contemporâneos envolvem dimensões ecológicas, históricas, territoriais, culturais e pedagógicas. Os estudos revisados indicam que práticas pedagógicas interdisciplinares favorecem o desenvolvimento do pensamento crítico, da cidadania ambiental e da participação social dos estudantes. Entretanto, também revelam limitações relacionadas à fragmentação curricular, à insuficiente formação docente e à predominância de abordagens centradas exclusivamente nos aspectos físicos das mudanças climáticas. Conclui-se que a justiça climática constitui um eixo integrador capaz de fortalecer a Educação para a Sustentabilidade, aproximando os conteúdos escolares das problemáticas vivenciadas pelas comunidades e contribuindo para a formação de sujeitos comprometidos com a equidade social, a conservação ambiental e o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Justiça ambiental; educação decolonial; Transdisciplinaridade.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a intensificação das mudanças climáticas passou a ocupar posição central nas discussões científicas e nas agendas políticas internacionais devido aos impactos crescentes sobre os ecossistemas e sobre as condições de vida das populações humanas. O aumento da temperatura média do planeta, a maior frequência de eventos climáticos extremos, a redução da disponibilidade hídrica em diversas regiões e a perda acelerada da biodiversidade demonstram que a crise climática deixou de representar um cenário futuro para constituir uma realidade presente (Borgerding *et al*. 2023). Entretanto, tais impactos não atingem todos os indivíduos e territórios de maneira homogênea. Aspectos como renda, localização geográfica,

DOI: 10.51189/vii-coninters/87932

acesso aos recursos naturais e às políticas públicas influenciam significativamente a capacidade de adaptação das populações, tornando determinados grupos sociais mais suscetíveis às consequências das alterações climáticas. Essa perspectiva amplia a compreensão tradicional das mudanças climáticas ao incorporar o conceito de justiça climática, que considera a existência de desigualdades na distribuição dos riscos e dos prejuízos ambientais (Clark, 2024). Mais do que discutir fenômenos naturais, a justiça climática evidencia que fatores históricos, econômicos e políticos contribuem para que comunidades vulneráveis sejam desproporcionalmente afetadas por secas, enchentes, ondas de calor, insegurança alimentar e deslocamentos populacionais. Assim, compreender a crise climática implica reconhecer que sustentabilidade, justiça social e direitos humanos constituem dimensões inseparáveis (Guimerà-Ballesta *et al*., 2025).

Nesse cenário, a Educação Básica desempenha papel fundamental na formação de sujeitos capazes de interpretar criticamente a complexidade das relações entre sociedade e natureza. A escola configura-se como um espaço privilegiado para a construção de conhecimentos científicos, éticos e culturais que possibilitem aos estudantes compreender as causas das mudanças climáticas, analisar seus impactos locais e globais e participar da elaboração de soluções voltadas à sustentabilidade. Contudo, observa-se que a temática ainda é frequentemente tratada de maneira fragmentada, restrita a conteúdos específicos das Ciências da Natureza ou da Geografia, limitando uma compreensão mais ampla das dimensões históricas, culturais, econômicas e sociais envolvidas.

A superação dessa fragmentação demanda práticas pedagógicas fundamentadas na interdisciplinaridade, compreendida como um processo de integração entre diferentes áreas do conhecimento para enfrentar problemas complexos que não podem ser explicados por uma única disciplina. Sob essa perspectiva, a Geografia contribui para a compreensão das relações entre território, clima e vulnerabilidade socioambiental; a História possibilita analisar os processos históricos responsáveis pela exploração dos recursos naturais e pela produção das desigualdades ambientais; as Ciências oferecem fundamentos para compreender os mecanismos físicos, químicos e biológicos das mudanças climáticas; as Artes favorecem a sensibilização, a expressão estética e a construção de novas percepções sobre as questões ambientais; e a Pedagogia fornece os referenciais metodológicos necessários para organizar práticas educativas comprometidas com a formação cidadã e a sustentabilidade.

Além da integração entre os diferentes campos do conhecimento, torna-se indispensável aproximar os conteúdos escolares da realidade vivenciada pelos estudantes. Em regiões como o semiárido brasileiro, assim como no semiárido potiguar, os efeitos das mudanças climáticas manifestam-se por meio da intensificação das secas, da degradação dos solos, da redução da disponibilidade hídrica e dos impactos sobre a agricultura familiar, afetando diretamente as condições de vida das comunidades. Nesse contexto, abordar a justiça climática na escola significa possibilitar que os estudantes compreendam como fenômenos globais se materializam em seus territórios e como ações individuais e coletivas podem contribuir para processos de adaptação e mitigação.

Embora a produção científica sobre mudanças climáticas tenha crescido significativamente nas últimas décadas, estudos que discutam especificamente a justiça climática no âmbito da Educação Básica, sob uma perspectiva interdisciplinar, ainda permanecem relativamente dispersos. Tal cenário evidencia a necessidade de sistematizar os conhecimentos produzidos, identificar tendências, lacunas e possibilidades pedagógicas capazes de fortalecer a Educação para a Sustentabilidade.

Diante desse contexto, este estudo tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão integrativa da literatura, as contribuições da Geografia, História, Ciências, Artes e Pedagogia para a abordagem da justiça climática na Educação Básica, discutindo como a interdisciplinaridade pode favorecer a formação de estudantes críticos, socialmente responsáveis e comprometidos com a construção de sociedades mais sustentáveis e ambientalmente justas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa da literatura, de abordagem qualitativa e natureza descritivo-analítica. Esse tipo de revisão possibilita reunir, sintetizar e analisar criticamente as evidências científicas disponíveis sobre um determinado tema, permitindo a compreensão do estado da arte e a identificação de lacunas na produção do conhecimento.

A busca dos estudos foi realizada nas bases de dados SciELO, Portal de Periódicos CAPES, Web of Science, Scopus e Google Scholar, por reunirem publicações nacionais e internacionais relevantes nas áreas de Educação, Ciências Ambientais, Geografia, História e Ensino. Para a construção da estratégia de busca foram utilizados os descritores em português e inglês, combinados por meio dos operadores booleanos AND **e** OR, incluindo os termos: "justiça climática", "mudanças climáticas", "educação ambiental", "educação para a sustentabilidade", "Educação Básica", "interdisciplinaridade", "climate justice", "climate change", "environmental education" e "sustainability education".

Foram considerados artigos científicos publicados entre 2015 e 2025, disponíveis na íntegra em inglês, que abordasse a justiça climática ou as mudanças climáticas no contexto da Educação Básica, bem como estudos relacionados à Educação para a Sustentabilidade e às abordagens interdisciplinares. Foram excluídos trabalhos duplicados, resumos de eventos sem texto completo, dissertações, teses, capítulos de livros, documentos técnicos e estudos que não apresentavam relação direta com o objetivo desta pesquisa.

A seleção dos estudos ocorreu em quatro etapas: (i) identificação das publicações nas bases de dados; (ii) leitura dos títulos e resumos para verificação da pertinência ao tema; (iii) leitura integral dos estudos potencialmente elegíveis; e (iv) análise crítica das publicações selecionadas. As informações extraídas incluíram autores, ano de publicação, país de origem, objetivos, metodologia empregada, principais resultados e contribuições para a discussão da justiça climática na Educação Básica.

A análise dos estudos foi conduzida por meio da análise temática, permitindo a organização dos resultados em categorias de discussão construídas a partir da recorrência dos temas identificados na literatura. As categorias definidas foram: (i) fundamentos da justiça climática; (ii) Educação para a Sustentabilidade; (iii) contribuições da Geografia, História, Ciências, Artes e Pedagogia; e (iv) desafios para a implementação de práticas interdisciplinares voltadas à justiça climática na Educação Básica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura evidenciou que a justiça climática vem sendo incorporada progressivamente às discussões sobre Educação para a Sustentabilidade, embora sua presença na Educação Básica ainda seja limitada quando comparada a outras temáticas da Educação Ambiental. Os 500 estudos analisados demonstram que a crise climática deve ser compreendida como um fenômeno complexo, cujos impactos extrapolam as dimensões ambientais e afetam aspectos econômicos, sociais, culturais e políticos. Nesse sentido, diferentes autores defendem que a escola possui papel estratégico na formação de cidadãos capazes de compreender criticamente essas relações e atuar de forma responsável diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas.

A partir da análise dos estudos selecionados, os resultados foram organizados em cinco categorias temáticas: (i) justiça climática e desigualdades socioambientais; (ii) Educação para a Sustentabilidade na Educação Básica; (iii) interdisciplinaridade como estratégia pedagógica; (iv) contribuições das diferentes áreas do conhecimento; e (v) desafios para a implementação da justiça climática no contexto escolar.

3.1 Justiça climática e desigualdades socioambientais

Os estudos convergem ao afirmar que a justiça climática amplia a compreensão das mudanças climáticas ao incorporar a dimensão da equidade social. Diferentemente das abordagens centradas exclusivamente nos processos físicos do aquecimento global, esse conceito evidencia que determinados grupos sociais apresentam maior vulnerabilidade aos

impactos climáticos em razão de desigualdades históricas relacionadas à renda, ao acesso à água, à moradia, à infraestrutura e às políticas públicas.

A literatura demonstra que comunidades rurais, agricultores familiares, povos indígenas, populações tradicionais e moradores de áreas periféricas frequentemente enfrentam maiores dificuldades para responder aos eventos climáticos extremos. Essa realidade torna evidente que os efeitos das mudanças climáticas não dependem apenas da intensidade dos fenômenos naturais, mas também das condições socioeconômicas e da capacidade de adaptação das populações.

No contexto brasileiro, especialmente nas regiões semiáridas, a intensificação das secas, a irregularidade das chuvas e a degradação dos recursos naturais afetam diretamente a produção agrícola, a segurança alimentar e o abastecimento hídrico, reforçando a necessidade de políticas públicas voltadas para a adaptação climática e para a redução das desigualdades ambientais.

3.2 Educação para a Sustentabilidade na Educação Básica

Os trabalhos analisados indicam que a Educação para a Sustentabilidade ultrapassa a abordagem tradicional da Educação Ambiental centrada na conservação dos recursos naturais. A literatura evidencia que o desenvolvimento sustentável exige a integração entre as dimensões ambiental, econômica, social e cultural, favorecendo a formação de estudantes capazes de compreender a complexidade dos problemas contemporâneos.

Observa-se ainda que a incorporação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) ao currículo escolar tem ampliado as possibilidades de integração entre diferentes componentes curriculares, aproximando os conteúdos científicos das demandas sociais e ambientais presentes no cotidiano escolar.

3.3 A interdisciplinaridade como estratégia para a justiça climática

A literatura revisada aponta consenso quanto à necessidade de abordagens interdisciplinares para o ensino da justiça climática. Os autores destacam que a fragmentação curricular dificulta a compreensão da crise climática, uma vez que seus determinantes envolvem processos naturais, históricos, econômicos, políticos e culturais que não podem ser analisados isoladamente.

Sob essa perspectiva, a Geografia contribui para a compreensão das relações entre território, clima, uso do solo e vulnerabilidade ambiental; a História possibilita analisar os processos históricos responsáveis pela exploração dos recursos naturais e pela construção das desigualdades socioambientais; as Ciências explicam os mecanismos relacionados ao efeito estufa, às mudanças climáticas e à conservação da biodiversidade; as Artes favorecem a sensibilização e a expressão crítica por meio de diferentes linguagens; enquanto a Pedagogia fornece os fundamentos metodológicos necessários para integrar essas diferentes áreas do conhecimento em propostas educativas significativas.

A análise dos estudos evidencia que projetos interdisciplinares apresentam maior potencial para desenvolver competências relacionadas à resolução de problemas, ao trabalho colaborativo, à participação cidadã e à tomada de decisões responsáveis diante das questões ambientais.

3.4 Principais desafios identificados na literatura

Apesar dos avanços observados, os estudos analisados identificam diversos obstáculos para a inserção da justiça climática na Educação Básica. Entre os desafios mais recorrentes destacam-se a insuficiente formação inicial e continuada de professores sobre mudanças climáticas, a predominância de práticas pedagógicas centradas na transmissão de conteúdos, a fragmentação curricular e a escassez de materiais didáticos que abordem a justiça climática de forma interdisciplinar.

Outro aspecto frequentemente mencionado refere-se à dificuldade de contextualizar os conteúdos escolares à realidade local dos estudantes. Em muitas situações, o ensino das mudanças climáticas permanece restrito à apresentação de conceitos científicos, sem estabelecer relações com problemas concretos vivenciados pelas comunidades, como escassez hídrica, enchentes, queimadas, degradação ambiental ou insegurança alimentar.

Essas limitações indicam a necessidade de fortalecer políticas públicas voltadas à formação docente, à produção de recursos pedagógicos contextualizados e à implementação de currículos que valorizem práticas interdisciplinares orientadas pelos princípios da Educação para a Sustentabilidade.

3.5 Perspectivas para uma educação comprometida com a justiça climática

Os resultados da revisão indicam que a justiça climática pode constituir um importante eixo integrador para práticas pedagógicas voltadas à formação de cidadãos críticos e socialmente comprometidos. A literatura recomenda que o ensino das mudanças climáticas seja desenvolvido por meio de metodologias participativas, aprendizagem baseada em projetos, estudos do meio, investigação científica escolar e análise de problemas socioambientais presentes na realidade dos estudantes.

Nessa perspectiva, o desenvolvimento de atividades interdisciplinares possibilita articular conhecimentos científicos e saberes locais, favorecendo a compreensão das relações entre território, cultura, meio ambiente e qualidade de vida. Assim, a escola deixa de atuar apenas como espaço de transmissão de informações e passa a constituir um ambiente de construção coletiva do conhecimento, estimulando atitudes voltadas para a sustentabilidade, a cidadania ambiental e a promoção da justiça climática.

Tabela 1 – Síntese dos estudos selecionados na revisão integrativa sobre justiça climática na Educação Básica.

Categoria Temática	Autores (Ano)	Foco do Estudo
Justiça climática e desigualdades	Trott *et al.* (2023)	Revisão sistemática de 55 artigos que analisam como os referenciais de justiça climática são empregados na educação climática.
Justiça climática e desigualdades	Wilder et al. (2024)	Estudo de casos no Peru e em Uganda que evidencia limitações no ensino da justiça climática e na discussão sobre responsabilização estrutural diante das mudanças climáticas.
Educação para a Sustentabilidade	Rushton *et al.* (2025)	Analisa práticas de professores da Inglaterra voltadas para uma educação orientada pela justiça climática, participação comunitária e ação coletiva.
Educação para a Sustentabilidade	Sund e Öhman (2025)	Defende que a educação climática deve contemplar dimensões éticas, existenciais e políticas das crises climáticas, promovendo uma formação crítica e cidadã.
Interdisciplinaridade e áreas do conhecimento	Yilmaz (2026)	Propõe um framework para integrar a justiça climática ao ensino STEM nos anos iniciais, articulando alfabetização científica, raciocínio ético e engajamento cívico.
Interdisciplinaridade e áreas do conhecimento	Morales-Aguilar *et al.* (2025)	Analisa a formação docente e destaca a necessidade de integrar dimensões sociais, ambientais e científicas na preparação de professores para a educação climática.
Desafios de implementação escolar	Guimerà-Ballesta *et al.* (2025)	Identifica a fragmentação curricular e as práticas pedagógicas transmissivas como barreiras à implementação de uma educação climática transformadora.
Desafios de implementação escolar	Borgerding *et al.* (2023)	Mostra que professores de Ciências tendem a enfatizar ações individuais de mitigação, abordando de forma limitada as desigualdades raciais e sociais relacionadas às mudanças climáticas.
Perspectivas e metodologias	Florez-Leiva *et al.* (2025)	Defende uma educação climática territorializada, baseada nos saberes tradicionais e na valorização das comunidades historicamente marginalizadas.
Perspectivas e metodologias	Stapleton (2019)	Recomenda contextualizar a educação climática a partir da justiça intrageracional, promovendo maior engajamento dos estudantes em ações voltadas para a sustentabilidade.

Fonte: Elaborado pela autora com base nos estudos selecionados para a revisão integrativa (2026).

4 CONCLUSÃO

A análise da literatura mostrou que a justiça climática ainda aparece de forma limitada na Educação Básica, mas vem ganhando espaço nas discussões sobre Educação para a Sustentabilidade. Os estudos indicam que as mudanças climáticas não devem ser tratadas apenas como um problema ambiental, mas como uma questão social, econômica, cultural e

política, o que reforça a importância da escola na formação de estudantes críticos e socialmente comprometidos. Também ficou evidente que a inserção da justiça climática no contexto escolar depende de práticas interdisciplinares, formação docente adequada e maior articulação entre currículo e realidade local. Assim, promover uma educação comprometida com a sustentabilidade e com a redução das desigualdades socioambientais é um passo importante para fortalecer a cidadania e ampliar a capacidade de enfrentamento dos desafios climáticos.

REFERÊNCIAS

BORGERDING, L.; HEISLER, J. L.; BEAVER, B. C.; PRINCE, A. O. Secondary Science Teachers' Views and Approaches for Teaching for Climate Justice and Action. **Journal of Science Teacher Education**, v. 34, n. 8, p. 841-862, 2023.

CLARK, H. F. Critical climate awareness as a science education outcome. **Science Education**, v. 108, n. 3, p. 741-765, 2024.

CRIPPS, E. School for sedition? Climate justice, citizenship and education. **Journal of Moral Education**, v. 53, n. 2, p. 215-231, 2024.

FLOREZ-LEIVA, L.; RUIZ CABEZAS, M.; RODRIGUES, C.; SÁNCHEZ FONTALVO, I. Justice-centred climate change education and territory. **British Educational Research Journal**, v. 51, n. 1, 2025.

GUIMERÀ-BALLESTA, G.; CALAFELL-SUBIRÀ, G.; JIMÉNEZ-VALVERDE, G.; ESPARZA-PAGÈS, M. Climate Change Education in Secondary Schools: Gaps, Challenges and Transformative Pathways. **Encyclopedia**, v. 5, n. 1, 2025.

KANG, W. Composition of Content Elements for Elementary School Climate Justice Education Using Environmental Books. **Journal of Social Studies Lesson Study**, Korean Lesson Study Group for Social Studies, 2025.

LEAL FILHO, W. *et al.* Climate justice: The contribution of higher education institutions. **Discover Sustainability**, v. 6, art. 45, 2025.

MAYES, E.; VILLAFAÑA, D.; CHIEW, S.; MAIAVA, N.; ABHAYAWICKRAMA, N.; FINNERAN, R. Climate justice and curriculum justice: Young people's accounts of schools' uneven responses to their climate justice activism. **The Curriculum Journal**, v. 36, n. 1, 2025.

MCGREGOR, C.; CHRISTIE, B. Towards climate justice education: views from activists and educators in Scotland. **Environmental Education Research**, v. 27, n. 5, p. 652-668, 2021.

MORALES-AGUILAR, R. *et al.* Transforming education for a sustainable future: an analysis of teacher education in the context of climate change. **Frontiers in Education**, v. 10, art. 151234, 2025.

PENROD, C.; KALY, K. Hope Is a Thing With Wings. **Science and Children**, v. 61, n. 2, p. 34-39, 2024.

RUSHTON, E.; WALSHE, N.; JOHNSTON, B. J. Towards justice-oriented climate change and sustainability education: Perspectives from school teachers in England. **The Curriculum Journal**, v. 36, n. 1, 2025.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87932

SILVA, L. F.; QUIROZ-MARTÍNEZ, D.; GANDOLFI, H.; RUSHTON, E. Enhancing climate change and sustainability education through critical and collaborative dialogue between Global South and North education communities. **British Educational Research Journal**, v. 52, n. 1, 2026.

STAPLETON, S. R. A case for climate justice education: American youth connecting to intragenerational climate injustice in Bangladesh. **Environmental Education Research**, v. 25, n. 5, p. 732-750, 2019.

SUND, L.; ÖHMAN, J. Revisiting the political in environmental and sustainability education – a global justice-oriented approach. **Environmental Education Research**, v. 31, n. 2, p. 180-195, 2025.

SVARSTAD, H. Critical climate education: studying climate justice in time and space. **International Studies in Sociology of Education**, v. 30, n. 1-2, p. 214-232, 2021.

TROTT, C.; LAM, S.; RONCKER, J.; GRAY, E.-S.; COURTNEY, R.; EVEN, T. Justice in climate change education: a systematic review. **Environmental Education Research**, v. 29, n. 11, p. 1535-1558, 2023.

WALDRON, F.; RUANE, B.; OBERMAN, R.; MORRIS, S. Geographical process or global injustice? Contrasting educational perspectives on climate change. **Environmental Education Research**, v. 25, n. 6, p. 895-911, 2019.

WILDER, R.; NUWATEGEKA, E.; MONGE, C.; BAZAN TALAVERA, A. Environmental justice in education for climate action: Case studies from Perú and Uganda. **Children & Society**, v. 38, n. 4, p. 1102-1120, 2024.

YILMAZ, I. Embedding climate justice in primary STEM education: a design-based curriculum framework for ethical and civic learning. **Frontiers in Education**, v. 11, art. 162345, 2026.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87932

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

O PRINCÍPIO DA FUNÇÃO SOCIOAMBIENTAL DA PROPRIEDADE E A DESAPROPRIAÇÃO POR TRABALHO ESCRAVO

MARIA CLARA SANTOS AZEVEDO; ANA CAROLINE RODRIGUES DOS REIS; VICTOR ALVES DE OLIVEIRA; RONY VON DOS REIS FERREIRA; JULIANA FEITOSA BARBOSA E SILVA; PATRÍCIA DE ALBUQUERQUE SOBREIRA; LEONARDO ANTÔNIO DE ALMEIDA

Introdução: O Princípio da Função Socioambiental da Propriedade representa um dos pilares fundamentais do direito constitucional e agrário brasileiro, condicionando o exercício do direito de propriedade ao atendimento de requisitos econômicos, sociais e ambientais. Diante dos desafios contemporâneos, como o desmatamento ilegal e a exploração de trabalho análogo à escravidão em áreas rurais, torna-se essencial a análise de casos concretos que demonstrem a efetividade desse princípio na prática jurídica. **Objetivo:** Este estudo teve como objetivo analisar a aplicação do Princípio da Função Socioambiental da Propriedade nos processos de desapropriação de imóveis rurais conduzidos pelo INCRA, com foco em casos de trabalho escravo contemporâneo na região amazônica. **Metodologia:** Trata-se de uma análise documental e jurisprudencial, de caráter descritivo-exploratório. Os dados foram coletados a partir de dispositivos constitucionais (Arts. 184, 186 e 243 da CF), normas infraconstitucionais e decisões do Supremo Tribunal Federal, com destaque para a discussão sobre a constitucionalidade da EC 81/2014. A análise foi realizada com base na técnica de análise de conteúdo normativo e jurisprudencial. **Resultados:** Os resultados indicaram que a desapropriação de imóveis rurais, quando constatado o descumprimento dos requisitos do Art. 186 da CF (uso irregular da terra, degradação ambiental e desrespeito às normas trabalhistas), configura instrumento eficaz de efetivação do princípio, seja por meio da reforma agrária, seja pela expropriação sem indenização nos casos de trabalho escravo. A atuação do Ministério Público Federal e do Ministério Público do Trabalho mostrou-se decisiva para garantir a efetividade dessas medidas. **Conclusão:** Conclui-se que o Princípio da Função Socioambiental da Propriedade apresenta impactos positivos na proteção ambiental e nos direitos trabalhistas, especialmente quando há atuação articulada entre INCRA, Ministério Público e Poder Judiciário. Recomenda-se o fortalecimento de políticas públicas voltadas à fiscalização rural e a ampliação do uso de instrumentos expropriatórios como estratégia para coibir práticas incompatíveis com a função social da propriedade.

Palavras-chave: **FUNÇÃO SOCIOAMBIENTAL; DESAPROPIAÇÃO; TRABALHO ESCRAVO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/87968

A HORTA ESCOLAR COMO ESTRATÉGIA PEDAGÓGICA PARA A PROMOÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL E DA APRENDIZAGEM SENSORIAL NA EDUCAÇÃO INFANTIL

MARCELO DE FREITAS MEDEIROS NETO; THAYNÁ SOUSA DA SILVA; ANTÔNIA CARLIENE DOS SANTOS AZEVEDO.

RESUMO

A Educação Ambiental na Educação Infantil pode contribuir para a formação de atitudes de cuidado, respeito e valorização da natureza quando desenvolvida por meio de experiências concretas e próximas da realidade das crianças. Nesse contexto, a horta escolar apresenta-se como um espaço pedagógico capaz de aproximar os estudantes do ambiente natural, possibilitando a exploração de elementos relacionados às plantas, ao solo, à biodiversidade e à alimentação. Este trabalho tem como objetivo propor uma sequência didática utilizando a horta escolar como espaço de aprendizagem para o reconhecimento das principais estruturas morfológicas das plantas, articulando conhecimentos de Ciências, Educação Ambiental e experiências sensoriais para os campos de experiências trabalhados na educação infantil. A proposta será direcionada a duas turmas do Infantil V do Instituto Irmã Giuliana Galli, localizado na comunidade Guaribaldi, bairro Serrinha, em Fortaleza-CE, envolvendo aproximadamente 42 crianças. As atividades foram desenvolvidas semanalmente, em encontros de aproximadamente 50 minutos, utilizando estratégias como exposição facilitada, observação de espécies vegetais, exploração de cores, formas, aromas, sabores e texturas, identificação das partes das plantas, atividades artísticas, práticas de cultivo, produção de substrato. A avaliação foi processual e formativa, considerando a participação/engajamento das crianças, a capacidade de reconhecer estruturas vegetais, a expressão de conhecimentos durante as atividades e o desenvolvimento de atitudes relacionadas ao cuidado com os seres vivos. Portanto, a intervenção favoreceu a aprendizagem significativa e sensorial, ampliou o contato das crianças com a natureza e contribuiu para a construção de conhecimentos científicos básicos sobre as plantas. Além disso, foi notado o cuidado e valorização da biodiversidade nessa fase de desenvolvimento, validando o potencial da horta escolar como recurso pedagógico interdisciplinar.

Palavras-chave: Ensino; Plantas; Infância.

1 INTRODUÇÃO

A Educação Infantil constitui uma etapa fundamental para o desenvolvimento integral da criança, caracterizada pela construção de conhecimentos a partir das interações estabelecidas com o meio, com outras pessoas e com diferentes objetos e fenômenos. Nesse período, experiências concretas podem favorecer a curiosidade, a observação e a construção de conhecimentos sobre o mundo. A interação da criança com o ambiente possui papel relevante nesse processo, uma vez que o desenvolvimento cognitivo ocorre por meio de experiências e processos de construção progressiva do conhecimento (Piaget, 1976). Da mesma forma, a aprendizagem é favorecida pelas interações sociais e pela mediação pedagógica, conforme discutido por Vygotsky (2007).

DOI: 10.51189/vii-coninters/87982

No campo educacional, a aproximação entre criança e natureza apresenta potencial para o desenvolvimento de conhecimentos científicos e de atitudes relacionadas à conservação ambiental. A Política Nacional de Educação Ambiental estabelece que a Educação Ambiental deve estar presente nos diferentes níveis e todas as oito modalidades de ensino, promovendo conhecimentos, valores, habilidades e atitudes voltados à conservação do meio ambiente (Brasil, 1999). Na Educação Infantil, entretanto, essa abordagem precisa considerar as características próprias da faixa etária, valorizando experiências lúdicas, sensoriais e investigativas. Nesse contexto, a horta escolar pode constituir um ambiente pedagógico favorável ao desenvolvimento dessas experiências. O contato direto com plantas permite observar diferentes formas, cores, texturas e aromas, além de acompanhar processos como germinação, crescimento, floração e produção de frutos. A utilização desse espaço também pode contribuir para aproximar conteúdos de Botânica da realidade das crianças. Assim, experiências interativas e planejadas de observação e contato com vegetais podem contribuir para ampliar a percepção das crianças sobre esses organismos.

A aprendizagem sensorial também apresenta relevância nesse processo, pois possibilita que a criança utilize diferentes sentidos na exploração do ambiente. Nessa perspectiva, aproxima-se dos princípios defendidos por Montessori (1965), que valorizam experiências sensoriais como parte do desenvolvimento infantil. Diante disso, considerando a importância de aproximar as crianças de experiências concretas relacionadas à natureza e à Educação Ambiental, este trabalho tem como objetivo geral relatar uma sequência didática que utilizou a horta escolar como espaço de aprendizagem/convívio para o reconhecimento das principais estruturas morfológicas das plantas, promovendo experiências sensoriais e atitudes de cuidado e valorização do ambiente na Educação Infantil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A experiência foi desenvolvida no Instituto Irmã Giuliana Galli, localizado na comunidade Guaribaldi, bairro Serrinha, em Fortaleza-CE, tendo como principal espaço pedagógico a horta vinculada ao Projeto Água Gotas do Amor, situada nas proximidades da instituição. Participaram das atividades duas turmas do Infantil V da Educação Infantil, totalizando aproximadamente 42 crianças. A experiência foi organizada como uma sequência didática de caráter prático, lúdico, investigativo e sensorial, considerando as características da faixa etária e a necessidade de proporcionar às crianças experiências concretas de contato com a natureza. Portanto, foram 8 encontros que ocorreram semanalmente, às terças-feiras do mês de maio a junho, com duração aproximada de 50 minutos por encontro. O primeiro momento foi destinado à apresentação do educador e à realização de uma roda de conversa, buscando identificar os conhecimentos prévios das crianças sobre plantas, natureza e horta. Na sequência, foram desenvolvidas atividades relacionadas ao ciclo de vida das plantas e ao reconhecimento de suas principais estruturas morfológicas, incluindo raízes, caule, folhas, flores, frutos e sementes. As experiências foram realizadas predominantemente no espaço da horta, utilizando elementos disponíveis no ambiente, como pneus reutilizados e troncos, adaptados como bancos. Para as atividades artísticas, foram utilizadas mesas plásticas, nas quais as crianças realizaram desenhos e pinturas relacionados às estruturas vegetais, favorecendo a expressão e a sistematização dos conhecimentos construídos.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87982

Ademais, também foi desenvolvida uma atividade em sala de aula sobre polinização, utilizando recursos lúdicos, como pelúcias, figuras e representações de flores e insetos polinizadores. Ao longo da sequência didática, foram exploradas estruturas reprodutivas das plantas e realizada uma degustação orientada de frutas e Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANCs), possibilitando a exploração de diferentes características relacionadas a frutos, folhas, sementes, aromas, texturas e sabores. Em outro momento, foram desenvolvidas atividades relacionadas ao solo, nas quais as crianças observaram materiais utilizados no cultivo e participaram de experiências envolvendo a produção de substrato. A sequência foi finalizada com a semeadura de girassóis, possibilitando o acompanhamento do processo de germinação e do desenvolvimento inicial das plantas.

A avaliação ocorreu de maneira processual e formativa, considerando a participação das crianças, suas manifestações durante as rodas de conversa, a capacidade de reconhecer estruturas vegetais e as atitudes demonstradas em relação ao cuidado com as plantas e os demais seres vivos. No início dos encontros, foram retomados conteúdos trabalhados anteriormente por meio de perguntas, imagens e observações, permitindo acompanhar a construção progressiva dos conhecimentos ao longo da sequência didática.

3 DISCUSSÃO

A realização da sequência didática na horta escolar possibilitou aproximar os conteúdos relacionados à Botânica e à Educação Ambiental das experiências cotidianas das crianças. A utilização do espaço externo à sala de aula favoreceu o contato direto com plantas, solo e outros elementos presentes no ambiente, permitindo que os conteúdos fossem explorados por meio da observação, da manipulação e da experimentação. Essa característica mostrou-se especialmente relevante na Educação Infantil, na qual as experiências concretas constituem importantes possibilidades para a construção do conhecimento. Ao longo das atividades, o contato direto com as plantas permitiu trabalhar conteúdos como ciclo de vida, estruturas vegetais, reprodução, polinização, germinação e importância do solo de maneira articulada às experiências vivenciadas pelas crianças.

As rodas de conversa realizadas no início dos encontros constituíram um importante recurso para além de começar um processo de aproximação, também identificar e retomar os conhecimentos construídos ao longo da sequência. Todo início de encontro, as crianças foram estimuladas a recordar conteúdos anteriormente trabalhados, nomear estruturas das plantas e estabelecer relações entre as diferentes etapas do desenvolvimento vegetal. Essa dinâmica possibilitou acompanhar a progressão das aprendizagens e, simultaneamente, utilizar as manifestações das próprias crianças como ponto de partida para os encontros seguintes. A experiência dialoga com a perspectiva construtivista de Piaget (1976), segundo a qual a construção do conhecimento ocorre por meio da interação do sujeito com o ambiente. Nesse sentido, a observação de plantas presentes na horta, a identificação de suas estruturas,oficinas e o acompanhamento da germinação proporcionaram situações nas quais os conhecimentos foram construídos a partir da experiência concreta. Na dimensão social , a sequência didática também foi positiva pois foram realizadas coletivamente, envolvendo momentos de conversa, interação com os colegas de turma, observação, exploração, brincadeiras e produções artísticas, nos quais as crianças puderam compartilhar percepções e conhecimentos. A mediação do educador foi importante para organizar as observações, estimular questionamentos e relacionar as experiências vivenciadas aos conteúdos dos eixos estruturantes das práticas pedagógicas. Essa dinâmica aproxima-se das contribuições de Vygotsky (2007), para quem a aprendizagem e o desenvolvimento são influenciados pelas interações sociais e pela mediação no processo educativo.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87982

As experiências sensoriais constituíram outro elemento relevante da sequência, na em que a exploração de diferentes plantas possibilitou o contato com características diferentes como cores, formas, texturas e aromas, enquanto a degustação orientada de frutas e PANCs ampliou não só o conceito de biodiversidade mas também apresentou possibilidades de exploração por meio do paladar. A valorização dos sentidos como instrumentos de exploração do ambiente encontra aproximação com a proposta de Montessori (1965), que atribui importância às experiências sensoriais no desenvolvimento infantil. Em consonância com a temática de interação fauna e flora, houve também atividades sobre polinização para então trabalhar as relações ecossistêmicas. Nesse contexto, foi utilizado pelúcias, figuras e representações de flores e insetos polinizadores favorecendo uma abordagem lúdica de um processo biológico que para muitas crianças era distante e abstrato.

As experiências desenvolvidas na horta também contribuíram para aproximar a Educação Ambiental das práticas cotidianas. O cultivo, a observação das plantas, o contato com o solo e a compreensão das necessidades dos vegetais possibilitaram trabalhar aspectos relacionados ao cuidado e à responsabilidade com os seres vivos. Essa abordagem está relacionada aos princípios da Política Nacional de Educação Ambiental, que compreende a Educação Ambiental como um processo voltado à construção de conhecimentos, valores, habilidades e atitudes relacionadas à conservação do meio ambiente (Brasil, 1999). Nesse sentido, a experiência não se restringiu à transmissão de informações sobre plantas, mas buscou estabelecer uma relação entre conhecimento, experiência e atitudes de cuidado.

A organização física da horta também constituiu um elemento importante para a realização das atividades. A utilização de pneus reutilizados e troncos como bancos permitiu adaptar o espaço para as atividades coletivas, enquanto as mesas plásticas foram utilizadas para momentos de desenho e pintura. Essa organização possibilitou alternar atividades de exploração do ambiente com momentos de registro e expressão, mantendo a horta como espaço pedagógico ao longo da sequência. Dessa maneira, o ambiente não funcionou apenas como local de cultivo, mas como extensão do espaço educativo, articulando experiências práticas, corporais, sensoriais e cognitivas.

Apesar das contribuições observadas, a experiência apresentou limitações. A realização de atividades em ambiente externo exigiu organização prévia do espaço e atenção às condições de segurança das crianças, citando como exemplo a limpeza das trilhas e a retirada de animais ou resíduos que a própria população deixava no local. Portanto, a manutenção contínua da horta constitui condição importante para que experiências dessa natureza possam ser desenvolvidas de forma permanente. Assim, embora a experiência tenha demonstrado possibilidades pedagógicas relevantes, sua continuidade depende da articulação entre educadores, instituição e demais responsáveis pela manutenção do espaço.

De modo geral, a experiência evidenciou que a horta escolar pode constituir um ambiente favorável à articulação entre Educação Ambiental, Botânica e aprendizagem sensorial na Educação Infantil. A sequência didática possibilitou trabalhar conteúdos científicos a partir de situações concretas e diversificadas, valorizando a curiosidade, a observação e a participação das crianças. Mais do que utilizar a horta como recurso complementar, a experiência demonstrou a possibilidade de concebê-la como um espaço educativo capaz de integrar conhecimentos científicos, relações sociais, experiências sensoriais e práticas de cuidado com a natureza.

4 CONCLUSÃO

A experiência desenvolvida demonstrou que a horta escolar pode constituir um espaço pedagógico significativo para a Educação Infantil, especialmente quando integrada de forma planejada aos objetivos de aprendizagem. A sequência didática possibilitou articular conhecimentos básicos de Botânica, Educação Ambiental e experiências sensoriais por meio

de atividades práticas, lúdicas e investigativas, aproximando as crianças de situações concretas relacionadas à natureza.

Ao longo das atividades, o contato direto com as plantas, o solo e outros organismos favoreceu a exploração de diferentes sentidos e possibilitou trabalhar conteúdos relacionados às estruturas vegetais, ao ciclo de vida das plantas, à polinização, à reprodução, ao solo e à germinação. As rodas de conversa, as atividades artísticas, a degustação de frutas e PANCs e as práticas de cultivo também contribuíram para relacionar os conhecimentos científicos às experiências cotidianas das crianças. Portanto, a experiência evidenciou ainda que a utilização da horta como ambiente educativo ultrapassa a perspectiva de um espaço destinado exclusivamente ao cultivo, podendo funcionar como extensão do espaço escolar e favorecer processos de observação, investigação, interação e sensibilização ambiental. Nesse contexto, as atividades contribuíram para aproximar as crianças das plantas e estimular atitudes relacionadas ao cuidado e à valorização dos seres vivos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 1996.

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a Educação Ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 abr. 1999.

LOUV, Richard. A última criança na natureza: resgatando nossas crianças do transtorno do déficit de natureza. São Paulo: Aquariana, 2016.

MONTESSORI, Maria. Pedagogia científica: a descoberta da criança. São Paulo: Flamboyant, 1965.

PIAGET, Jean. A equilibração das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento. Rio de Janeiro: Zahar, 1976.

VYGOTSKY, Lev Semenovich. A formação social da mente. 7. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87982

PROGRAMA MUNICIPAL AGRO FAMÍLIA: INOVAÇÃO EM POLÍTICA PÚBLICA PARA INCLUSÃO SOCIOPRODUTIVA, SUCESSÃO RURAL E SEGURANÇA ALIMENTAR EM NOVA MUTUM – MT

MAICON DOMINGUES DE VARGA; EDUARDO LUIZ DA SILVA PEREIRA; IARA OLIVEIRA GARCIA; MÁRCIA APARECIDA COELHO

RESUMO

Este trabalho analisa o Programa Municipal Agro Família em Nova Mutum, Mato Grosso, município marcado pela forte presença do agronegócio e inserido no eixo logístico da BR-163. O objetivo é compreender como a integração de assistência técnica, infraestrutura, formalização, logística, agroindustrialização, compras públicas e inclusão socioprodutiva supera gargalos históricos da agricultura familiar. Trata-se de um relato de experiência fundamentado na sistematização de dados quantitativos, qualitativos e normativos coletados entre agosto de 2024 e novembro de 2025. Os resultados apontam a institucionalização da política pela Lei Municipal nº 2.949/2025 e o investimento de R$ 4,8 milhões na construção e equipamento da Central da Agricultura Familiar e logística refrigerada. A Feira Itinerante registrou movimentação média mensal de R$ 79.200,00, com 64% de participação feminina e fortalecimento da Associação Semeadoras da Terra. Nos mercados institucionais, os contratos via Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) somaram R$ 2.717.021,00, beneficiando 71 famílias cooperadas e associadas. No Programa Nosso Leite, desenvolvido em parceria com o Sebrae junto a 12 produtores, predominantemente oriundos de projetos de assentamento rural, verificou-se um incremento médio de R$ 11.137,40 na renda mensal por propriedade. A experiência alcançou o 1º lugar na etapa estadual e o 3º lugar na etapa nacional do XI Prêmio Sebrae Prefeitura Empreendedora, na categoria Inclusão Socioprodutiva, além de elevar o município à 3ª posição no Índice de Participação dos Municípios (IPM/MT) no critério de agricultura familiar. Conclui-se que o diferencial do programa reside na transição de ações isoladas para um arranjo territorial integrado, capaz de articular produção, logística e comercialização, promovendo a sustentabilidade econômica, a autonomia das mulheres rurais, a sucessão geracional e a segurança alimentar.

Palavras-chave: Inovação Pública; Redes Curtas; Desenvolvimento Territorial.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura familiar é elemento central na promoção da segurança alimentar, geração de ocupação e dinamização das economias locais. Contudo, sua inserção sustentável nos mercados depende de arranjos que superem a atuação estritamente produtiva e contemplem assistência técnica contínua, infraestrutura logística, processamento, formalização e garantia de escoamento (Grisa; Schneider, 2015; Maluf, 2007).

Em cenários produtivos dominados pelo agronegócio de commodities, como o Estado de Mato Grosso, a agricultura familiar frequentemente enfrenta barreiras de escala, assimetrias de poder na cadeia de valor, dependência de intermediários e carência de infraestruturas públicas urbanas de transbordo e processamento. Em Nova Mutum, localizado no eixo logístico

DOI: 10.51189/vii-coninters/87992

da BR-163 no Médio-Norte mato-grossense, identificava-se o paradoxo de uma economia altamente dinâmica convivendo com o isolamento e a informalidade de pequenos produtores rurais locais.

Para reverter esse quadro, a Secretaria Municipal de Agricultura e Meio Ambiente (SAMA), em cooperação com outras instâncias de governo e entidades parceiras, formulou o Programa Municipal Agro Família. A iniciativa foi desenhada não como uma ação assistencial pulverizada, mas como uma política pública integrada de desenvolvimento territorial, cuja sustentabilidade jurídica foi assegurada pela aprovação da Lei Municipal nº 2.949, de 29 de outubro de 2025.

O objetivo deste trabalho é apresentar e analisar o processo de concepção, execução e os resultados socioeconômicos, ambientais e institucionais do Programa Agro Família entre 2024 e 2025, destacando como a integração de instrumentos públicos atua na promoção da inclusão socioprodutiva, da sucessão rural e da segurança alimentar.

2 RELATO DE EXPERIÊNCIA

O Programa Agro Família foi estruturado para combater de forma concomitante a informalidade, o desperdício pós-colheita, a baixa agregação de valor e o êxodo rural. A arquitetura da política organizou-se em seis eixos interdependentes:

- Apoio Produtivo e Assistência Técnica: Operacionalização da Patrulha Agrícola Mecanizada, análises físico-químicas de solo e tecido vegetal, associadas ao acompanhamento técnico continuado (SAMA, EMPAER, SENAR).
- Formalização e Comercialização: Apoio à emissão do Cadastro Nacional da Agricultura Familiar (CAF), Inscrição Estadual e formalização sanitária; criação e descentralização da Feira Itinerante da Agricultura Familiar.
- Logística e Agroindustrialização: Estruturação da Central da Agricultura Familiar e disponibilização de transporte refrigerado para garantia da cadeia do frio no escoamento.
- Pecuária Leiteira e Sucessão Geracional (Programa Nosso Leite): Estruturado em parceria estratégica entre a Prefeitura Municipal e o Sebrae (via consultoria especializada), o projeto atendeu 12 produtores de leite, em sua maioria residentes em projetos de assentamento rural, focando em melhoramento genético, manejo nutricional, sanidade e gestão de custos para elevar a produtividade e tornar a atividade atrativa às novas gerações.
- Inclusão Socioprodutiva Feminina: Fomento à autonomia econômica das mulheres do campo, estimulando a organização coletiva e a liderança comercial.
- Sustentabilidade e Economia Circular: Destinação de resíduos orgânicos de feiras e do processamento público para compostagem no Viveiro Municipal (Lei Municipal nº 2.075/2017), reinserindo o composto vegetal em hortas comunitárias e escolares.

A lógica de articulação entre esses eixos pode ser representada como um fluxo integrado: produção e assistência técnica alimentam o processamento e a logística refrigerada (Central da Agricultura Familiar), que por sua vez abastecem tanto os mercados institucionais (PNAE) quanto as redes curtas de comercialização (Feira Itinerante), culminando em maior autonomia feminina e sucessão geracional (Triches; Schneider, 2010).

A Central da Agricultura Familiar constitui o equipamento físico e logístico de convergência da política. Com investimento público municipal de R$ 4.567.400,96 na construção civil e R$ 241.164,89 no aparelhamento de câmaras frias, linhas de pré-processamento, higienização, docas de carga/descarga e veículo refrigerado, a Central modificou a dinâmica de abastecimento municipal. A estrutura permitiu a padronização sanitária e o fracionamento exigidos tanto pelo mercado privado quanto pelas compras governamentais.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87992

No âmbito dos mercados institucionais, a articulação logística possibilitou a consolidação de contratos expressivos via Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), totalizando R$ 2.717.021,00. O montante foi distribuído entre a Cooperativa Regional de Desenvolvimento Econômico e Social (COPERREDE) – alocando R$ 2.077.001,00 para 52 famílias – e a Associação de Produtores Rurais Entre Rios (APREN), com R$ 640.020,00 destinados a 19 famílias.

3 DISCUSSÃO

Os dados operacionais da Feira Itinerante indicam a consolidação de um circuito curto de comercialização de alta densidade econômica (Renting; Marsden; Banks, 2003). A movimentação financeira atingiu média mensal de R$ 79.200,00, proporcionando faturamento diário individual entre R$ 500,00 e R$ 2.500,00 por feirante.

O impacto material na vida dos agricultores transparece no relato de Ricardo Van Uffelen, produtor assistido que ressalta o papel da estruturação do espaço comercial na mudança de vida da família:

"Antes a gente dependia de vender de porta em porta ou de trabalhos fora da propriedade para complementar a renda. Com a estrutura da Feira e o apoio da Prefeitura, conseguimos focar totalmente na produção. Hoje a feira é a nossa principal fonte de sustento, permitindo investir no sítio" (Ricardo Uffelen, 2025, agricultor familiar).

Esse depoimento valida teoricamente a proposição de Ploeg (2012) sobre a importância da criação de novos "espaços de aninhamento" (nested markets), onde o produtor recupera o controle sobre o valor agregado do seu trabalho.

Um dos achados mais expressivos da experiência refere-se à reconfiguração das relações de gênero no espaço rural. As mulheres representam 64% dos empreendedores/feirantes atuantes na Feira Itinerante. Além do acesso aos pontos de venda, o programa incentivou a organização formal da Associação Semeadoras da Terra, proporcionando acesso direto ao CNPJ, emissão de notas fiscais e inserção na merenda escolar.

A trajetória da feirante Angilina Kaczoroski de Lima exemplifica o processo de transição da informalidade e subocupação para a autonomia econômica (Paulilo, 2009): "Eu trabalhava como diarista na cidade. Com a abertura da Feira Itinerante, formalizei meu MEI e comecei a fazer pão e biscoito para comercializar na feira. A sensação de ter minha própria renda e ser reconhecida meu trabalho mudou minha vida." (Angilina Kaczoroski de Lima, feirante e integrante da Associação Semeadoras da Terra)

Outro caso emblemático é o de Janaina Sá Brito, que transformou a participação na feira em oportunidade de empreendedorismo:

"*A feira não só aumentou minha renda — ela despertou em mim a coragem de empreender. Foi ali que nasceu a marca Caldo de Cana da Jana, fruto do apoio da comunidade e da força da agricultura familiar"* (Janaina Sá Brito, feirante).

Indicadores socioprodutivos observados:

- Participação Feminina nas Feiras: 64% dos feirantes – impacto: autonomia financeira e transição de trabalho não-pago para renda própria.
- Organização Coletiva Feminina: Criação da Associação Semeadoras da Terra – impacto: acesso facilitado aos mercados institucionais (PNAE) e crédito.
- Permanência dos Jovens (Nosso Leite): 55% das propriedades – impacto: mitigação do êxodo rural por meio da agregação de valor e renda.

DOI: 10.51189/vii-coninters/87992

- Acréscimo de Renda Mensal (Bacia Leiteira): R$ 11.137,40/propriedade – impacto: viabilidade econômica e retenção de empregos diretos (42 postos).

No âmbito do Programa Nosso Leite, executado em parceria com a consultoria do Sebrae, o acompanhamento intensivo junto a 12 produtores (com predomínio em áreas de assentamento rural) demonstrou expressivo impacto na viabilidade econômica. A introdução de técnicas de manejo, sanidade e gestão financeira resultou em um incremento médio de R$ 11.137,40 na renda mensal por propriedade.

A melhoria da renda refletiu-se diretamente nos indicadores de sucessão rural: 55% das propriedades avaliadas mantêm os filhos atuando de forma ativa na gestão ou na produção. O caso da jovem Fabiana, que retornou do Estado do Paraná para gerir a propriedade da família junto ao pai, demonstra que a inovação tecnológica e a garantia de renda tornam a atividade rural atrativa às novas gerações (Carneiro, 2001; Spanevello, 2008).

Soma-se a isso o caso do produtor Danrlei, cujos investimentos em qualidade e processamento, com o suporte do programa, culminaram no recebimento de premiações em concursos estaduais de produtos lácteos, demonstrando o ciclo completo (produção orientada, melhoria sanitária, agregação de valor e reconhecimento de mercado).

O mérito e a consistência metodológica do Programa Agro Família foram submetidos à validação de órgãos externos de controle, avaliação e incentivo técnico. O programa alcançou o 1º lugar na etapa estadual do XI Prêmio Sebrae Prefeitura Empreendedora e obteve, posteriormente, o 3º lugar na etapa nacional, no eixo Inclusão Socioprodutiva.

Paralelamente, os dados fiscais do Governo do Estado de Mato Grosso refletiram a expansão do setor: em 2025, Nova Mutum alcançou a 3ª colocação no Índice de Participação dos Municípios (IPM) no critério de desempenho relativo à Agricultura Familiar.

Essas evidências institucionais atestam que a experiência ultrapassou o caráter de uma ação administrativa episódica, configurando-se como um modelo inovador de política pública de desenvolvimento regional replicável para outros municípios de matriz econômica agroindustrial.

4 CONCLUSÃO

O estudo analisou como o Programa Municipal Agro Família supera gargalos históricos da agricultura familiar em Nova Mutum – MT através de um arranjo territorial integrado.

A trajetória percorrida demonstrou que o fortalecimento da agricultura familiar em regiões dominadas pelo agronegócio não exige oposição, mas sim infraestrutura e integração de políticas públicas. A convergência entre assistência técnica, agroindustrialização, logística refrigerada e mercados institucionais (PNAE) garantiu viabilidade econômica e autonomia às famílias atendidas.

Os resultados confirmaram a eficácia do programa. O aporte de R$ 4,8 milhões na Central da Agricultura Familiar e a destinação de R$ 2,7 milhões no PNAE estruturaram a cadeia produtiva. A Feira Itinerante consolidou faturamento mensal médio de R$ 79,2 mil, impulsionando a participação feminina (64%). Na pecuária leiteira, o incremento de renda viabilizou a permanência de jovens em 55% das propriedades. O modelo obteve validação externa com o Prêmio Sebrae Prefeitura Empreendedora e o avanço de Nova Mutum no IPM da Agricultura Familiar.

Como limitação, o estudo fundamenta-se em dados de um recorte temporal recente (2024–2025), o que impede mensurar a permanência desses impactos ao longo de ciclos econômicos mais extensos.

Como perspectiva futura, recomenda-se o acompanhamento longitudinal dos indicadores do programa. Estudos posteriores devem avaliar a sustentabilidade financeira do

DOI: 10.51189/vii-coninters/87992

modelo, a consolidação de longo prazo da sucessão geracional e a capacidade de replicabilidade da experiência em outros municípios agroindustriais.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. **Presidência da República**, Brasília, DF, 2006. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm. Acesso em: 17 ago. 2026.

CARNEIRO, M. J. Herança e gênero entre agricultores familiares. **Estudos Sociedade e Agricultura**, Rio de Janeiro, v. 16, p. 22-55, 2001.

GRISA, C.; SCHNEIDER, S. **Políticas públicas de desenvolvimento rural no Brasil**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Cidades e Estados: Nova Mutum – MT**. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mt/nova-mutum.html. Acesso em: 13 ago. 2026.

MALUF, R. S. **Segurança alimentar e nutricional**. Petrópolis: Vozes, 2007.

NOVA MUTUM-MT. Lei Ordinária nº 2.949, de 29 de outubro de 2025. Institui o Programa Municipal Agro Família, destinado à valorização e ao incentivo ao setor agropecuário e à agricultura familiar. **Diário Oficial de Contas do TCE-MT**, Cuiabá, ano 14, n. 3739, p. 131-133, 31 out. 2025.

PAULILO, M. I. S. A mulher rural e o acesso à terra. **Estudos Feministas**, Florianópolis, v. 17, n. 1, p. 261-268, 2009.

PLOEG, J. D. van der. **O modo camponês de fazer agricultura e a arte do desenvolvimento**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012.

RENTING, H.; MARSDEN, T. K.; BANKS, J. Understanding alternative food networks: exploring the role of short food supply chains in rural development. **Environment and Planning A**, v. 35, n. 3, p. 393-411, 2003.

SPANEVELLO, R. M. **A dinâmica da sucessão hereditária na agricultura familiar**. 2008. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

TRICHES, R. M.; SCHNEIDER, S. Alimentação escolar e agricultura familiar: reconfigurando o abastecimento local. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 33-45, 2010.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

RESTRIÇÃO ESTRUTURAL DA BASE DE DOADORES DE SANGUE EM TERRITÓRIO AMAZÔNICO DE FRONTEIRA: RELATO DE EXPERIÊNCIA

PATRÍCIA VERÍSSIMO DE OLIVEIRA;

Introdução: O extremo norte da Amazônia Legal reúne condições que restringem a oferta e ampliam a demanda de hemocomponentes de forma simultânea. As populações de ancestralidade ameríndia da região apresentam prevalência quase exclusiva do grupo sanguíneo O, o que produz desequilíbrio crônico na composição dos estoques. A endemicidade de malária, com 30.632 casos autóctones registrados no estado em 2024, gera inaptidão recorrente entre candidatos à doação. O fluxo migratório de fronteira acrescenta contingente populacional em vulnerabilidade clínica e nutricional que ingressa no sistema de saúde como população assistida, e não como base doadora potencial. **Objetivo:** Relatar a experiência de gestão de um serviço público de hemoterapia diante da restrição estrutural da base de doadores associada ao crescimento da demanda assistencial em região de fronteira internacional. **Relato de experiência:** No período de 2022 a 2026, o volume de transfusões cresceu 167%, incorporando demanda de pacientes migrantes atendidos na rede hospitalar estadual, incluindo portadores de coagulopatias com necessidade continuada de plasma fresco congelado. No mesmo intervalo, o contingente de novos doadores manteve-se estável, apesar de ações continuadas de captação e fidelização, refletindo os limites impostos pelo perfil imuno-hematológico regional, pela endemicidade palúdica e pela condição clínica da população migrante. Diante da impossibilidade de expandir a coleta na proporção da demanda, a resposta institucional concentrou-se na otimização do aproveitamento interno: a capacidade produtiva diária evoluiu de 40 para 120 bolsas processadas e os descartes por não conformidade foram reduzidos em 70%, ampliando o rendimento de hemocomponentes por unidade coletada. O fortalecimento da governança técnica resultou em melhora de 26% no índice do Método de Avaliação de Risco Potencial em Serviços de Hemoterapia, sem registro de desabastecimento crítico no período. **Conclusão:** Em territórios onde a base doadora é estruturalmente restrita, a sustentabilidade do sistema transfusional depende menos da ampliação do insumo e mais da eficiência do seu aproveitamento. A experiência demonstra que serviços de hemoterapia em fronteira amazônica podem sustentar o acesso universal em cenário de vulnerabilidade populacional, configurando modelo replicável para territórios de características semelhantes.

Palavras-chave: **ACESSO UNIVERSAL; MALÁRIA; MIGRAÇÃO HUMANA;**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88019

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ENDEMICIDADE PALÚDICA E TRIAGEM CLÍNICA DE CANDIDATOS À DOAÇÃO EM REGIÃO AMAZÔNICA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

PATRÍCIA VERÍSSIMO DE OLIVEIRA;

Introdução: A seleção de candidatos à doação de sangue em áreas endêmicas de malária configura tensão permanente entre a segurança do receptor e a disponibilidade de hemocomponentes. O estado de Roraima registrou 30.632 casos autóctones da doença em 2024, concentrando parcela expressiva da ocorrência nacional, o que impõe critérios restritivos de aptidão sobre uma base de doadores já limitada por fatores demográficos e geográficos. **Objetivo:** Analisar, com base na literatura científica e na regulamentação sanitária vigente, as implicações da endemicidade palúdica sobre a composição da base de doadores e sobre a segurança transfusional em regiões amazônicas. **Metodologia:** Revisão bibliográfica de artigos científicos, normativas sanitárias nacionais e boletins epidemiológicos oficiais relativos à triagem clínica de doadores em áreas endêmicas, à transmissão transfusional de Plasmodium e à distribuição de marcadores eritrocitários associados à suscetibilidade à malária em populações amazônicas. **Resultados:** A literatura evidencia associação entre o sistema Duffy e a suscetibilidade à malária por Plasmodium vivax em habitantes da Amazônia brasileira, indicando interface direta entre o perfil imuno-hematológico da população e a epidemiologia regional. Os critérios de inaptidão temporária previstos na regulamentação hemoterápica nacional, embora indispensáveis à segurança transfusional, reduzem de modo significativo o contingente elegível à doação em municípios de alta incidência, com efeito acumulado sobre a manutenção dos estoques. Verifica-se ainda que serviços de hemoterapia situados em áreas endêmicas assumem função complementar de vigilância epidemiológica ativa, uma vez que a triagem opera como ponto de detecção de agravos em populações que não acessam regularmente a atenção básica. **Conclusão:** A endemicidade palúdica atua como determinante estrutural da capacidade de coleta em serviços de hemoterapia amazônicos, exigindo planejamento que integre hemoterapia e vigilância em saúde. O reconhecimento dessa interface é condição para a sustentabilidade dos estoques e para a equidade no acesso transfusional em territórios endêmicos.

Palavras-chave: **PLASMODIUM VIVAX; SEGURANÇA TRANSFUSIONAL; VIGILÂNCIA EPIDEMIOLÓGICA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88020

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

PREDOMÍNIO DO GRUPO SANGUÍNEO O EM POPULAÇÕES DE ANCESTRALIDADE AMERÍNDIA E GESTÃO DE ESTOQUES HEMOTERÁPICOS: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

PATRÍCIA VERÍSSIMO DE OLIVEIRA;

Introdução: A distribuição dos grupos sanguíneos não é homogênea entre as populações humanas. Estudos moleculares sobre povos ameríndios da Amazônia brasileira demonstram prevalência quase exclusiva do grupo O, característica de herança genética ancestral que produz efeitos diretos sobre a composição dos estoques dos serviços de hemoterapia regionais e sobre a autonomia desses serviços em relação à rede nacional. **Objetivo:** Discutir, a partir da literatura científica, as implicações do perfil imuno-hematológico de populações de ancestralidade ameríndia sobre a gestão de estoques hemoterápicos e sobre a equidade no acesso transfusional na Amazônia. **Metodologia:** Revisão bibliográfica de estudos de antropogenética e de imuno-hematologia populacional referentes à distribuição de grupos sanguíneos em povos amazônicos, articulada às diretrizes do Sistema Nacional de Sangue, Componentes e Derivados e à regulamentação sanitária aplicável ao ciclo do sangue. **Resultados:** A literatura confirma o predomínio quase absoluto do grupo O entre populações ameríndias amazônicas, com correspondente sub-representação dos demais grupos. Esse padrão gera desequilíbrio estrutural nos estoques regionais: a demanda por hemocomponentes do grupo O é desproporcionalmente elevada, enquanto a disponibilidade dos demais grupos depende de captação dirigida ou de transferência interestadual. Constata-se que modelos de planejamento de estoque calibrados por médias populacionais nacionais mostram-se inadequados a territórios de elevada ancestralidade indígena, produzindo dependência externa evitável e risco de desabastecimento seletivo. A literatura também associa a distribuição de antígenos eritrocitários nessas populações a maior complexidade na compatibilização de pacientes politransfundidos. **Conclusão:** A singularidade antropogenética das populações amazônicas deve ser incorporada como variável explícita no planejamento hemoterápico regional. Reconhecer essa especificidade constitui simultaneamente medida de eficiência técnica e de equidade em saúde, ao adequar o serviço público ao perfil da população que efetivamente atende.

Palavras-chave: **ANTROPOGENÉTICA; EQUIDADE EM SAÚDE; POVOS INDÍGENAS**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88021

DO ACESSO AO USO PEDAGÓGICO QUALIFICADO: TECNOLOGIAS DIGITAIS COMO ESTRATÉGIA DE SUSTENTABILIDADE SOCIAL NA EDUCAÇÃO SUPERIOR

PAULIANE CARDOSO ALVES FERREIRA

RESUMO

A presença crescente de equipamentos, plataformas e recursos digitais nas instituições de ensino superior não assegura, isoladamente, a transformação das práticas educacionais. A apropriação pedagógica das tecnologias depende de formação, planejamento, intencionalidade e articulação com situações concretas de aprendizagem. Este trabalho objetiva analisar como a integração entre práticas de ensino, ações de formação digital e projetos de extensão contribuiu para a qualificação das práticas pedagógicas e para o desenvolvimento de capacidades relacionadas ao uso crítico e aplicado das tecnologias. Trata-se de um relato de experiência, de natureza descritiva, abordagem qualitativa e caráter reflexivo-analítico, elaborado a partir de práticas desenvolvidas entre 2024 e o primeiro semestre de 2026 em uma instituição de ensino superior do interior de Goiás. A experiência foi sistematizada em três dimensões: utilização de recursos tecnológicos em atividades com discentes; orientação e compartilhamento de práticas para qualificação de sua utilização pedagógica; e aplicação de conhecimentos acadêmicos em projetos de extensão relacionados a demandas institucionais e comunitárias. Os resultados qualitativos evidenciaram maior alinhamento entre recursos tecnológicos e objetivos de aprendizagem, diversificação das estratégias de ensino, fortalecimento do protagonismo discente, ampliação da interdisciplinaridade e aproximação entre formação acadêmica e problemas reais. A articulação ensino-extensão mostrou-se particularmente relevante ao possibilitar um fluxo de conhecimento entre universidade e sociedade. Conclui-se que a apropriação qualificada das tecnologias pode contribuir para a sustentabilidade social quando promove autonomia, formação de capacidades, colaboração e circulação do conhecimento para além de ferramentas específicas.

Palavras-chave: Aprendizagem ativa; Formação docente; Interdisciplinaridade.

1 INTRODUÇÃO

A transformação digital tem modificado os processos de comunicação, trabalho, produção do conhecimento e formação profissional. Na educação superior, esse movimento é observado na crescente incorporação de ambientes virtuais, plataformas colaborativas, ferramentas de análise e visualização de dados, sistemas de informação, recursos multimídia, linguagens de programação e aplicações baseadas em inteligência artificial. Entretanto, a disponibilidade desses recursos não significa, necessariamente, sua integração qualificada ao processo de ensino e aprendizagem.

Uma tecnologia pode ser utilizada apenas como suporte para reproduzir práticas já existentes ou pode contribuir para reorganizar a aprendizagem, ampliar a participação dos estudantes, favorecer a colaboração e aproximar os conteúdos acadêmicos de situações concretas. A diferença entre essas possibilidades não está exclusivamente na ferramenta adotada, mas na forma como ela é selecionada, contextualizada e integrada ao planejamento pedagógico.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88032

O Relatório Global de Monitoramento da Educação de 2023 ressalta que os efeitos positivos da tecnologia sobre acesso, inclusão, equidade e qualidade educacional dependem de condições como infraestrutura, governança e preparação dos professores (UNESCO, 2023). Assim, a transformação educacional não decorre automaticamente da aquisição de equipamentos ou da contratação de plataformas, mas da capacidade de integrá-los de maneira coerente às necessidades educacionais.

Essa compreensão também se relaciona ao conceito de competência digital docente. O European Framework for the Digital Competence of Educators (DigCompEdu) organiza essa competência em dimensões relacionadas ao desenvolvimento profissional, aos recursos digitais, ao ensino e à aprendizagem, à avaliação e à promoção das capacidades dos estudantes (REDECKER, 2017). De forma convergente, o Marco de Competências em Tecnologias de Informação e Comunicação para Professores da UNESCO associa a formação tecnológica à inovação pedagógica, ao currículo e à construção do conhecimento (UNESCO, 2018).

O uso educacional qualificado das tecnologias pressupõe, portanto, uma articulação entre conhecimentos tecnológicos, pedagógicos e específicos da área de formação. Essa perspectiva encontra correspondência no modelo Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK), desenvolvido por Mishra e Koehler (2006), segundo o qual a integração efetiva da tecnologia à educação depende da interação entre domínio do conteúdo, conhecimento pedagógico e conhecimento tecnológico.

Além da dimensão pedagógica, a discussão envolve uma dimensão social. A Agenda 2030 reconhece a educação como condição fundamental para o desenvolvimento sustentável, com destaque para o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 4, voltado à educação inclusiva, equitativa e de qualidade e à ampliação das oportunidades de aprendizagem ao longo da vida (NAÇÕES UNIDAS, 2015).

Nesse contexto, a sustentabilidade social pode ser compreendida também pela capacidade de uma prática educacional produzir conhecimentos e competências que permaneçam e possam circular entre os sujeitos. Uma ação torna-se socialmente relevante quando amplia possibilidades de participação, autonomia, colaboração e aplicação do conhecimento em diferentes ambientes profissionais e comunitários.

A extensão universitária possui papel estratégico nesse processo. A Resolução CNE/CES nº 7/2018 caracteriza a extensão como atividade integrada à formação acadêmica e como processo interdisciplinar, político-educacional, cultural, científico e tecnológico capaz de promover interação transformadora entre as instituições de ensino superior e os demais setores da sociedade (BRASIL, 2018).

A aproximação entre ensino e extensão possibilita que conhecimentos desenvolvidos nas disciplinas sejam confrontados com problemas concretos. Simultaneamente, as demandas encontradas em contextos institucionais e comunitários retornam à universidade como oportunidades de aprendizagem, investigação e aperfeiçoamento da própria prática pedagógica.

Diante desse cenário, este trabalho parte da seguinte questão: **como a articulação entre práticas de ensino, formação digital e extensão universitária pode contribuir para a qualificação do uso das tecnologias e para a sustentabilidade social na educação superior?**

O objetivo consiste em analisar como a integração entre atividades educacionais mediadas por recursos tecnológicos, ações de formação e projetos extensionistas contribuiu para a melhoria das práticas pedagógicas e para a construção e circulação de capacidades digitais no contexto da educação superior.

2 RELATO DE CASO/EXPERIENCIA

O presente trabalho caracteriza-se como relato de experiência de natureza descritiva, abordagem qualitativa e caráter reflexivo-analítico. Conforme Mussi, Flores e Almeida (2021), o relato de experiência permite sistematizar vivências acadêmicas ou profissionais,

transformando a descrição das ações em produção de conhecimento por meio de contextualização, fundamentação e reflexão crítica.

A experiência foi desenvolvida entre 2024 e o primeiro semestre de 2026 no contexto da atuação docente e institucional em um centro universitário situado no interior do estado de Goiás. O recorte reúne práticas relacionadas à docência em áreas de tecnologia, orientação para utilização de recursos digitais e participação em projetos interdisciplinares de ensino, inovação e extensão.

Para fins de sistematização, a experiência foi organizada em três dimensões complementares: práticas de ensino com discentes; formação e qualificação das práticas pedagógicas; e articulação entre ensino e extensão.

Na primeira dimensão, foram consideradas experiências desenvolvidas em componentes curriculares relacionados à Ciência de Dados, Banco de Dados, programação, análise de dados, informática aplicada à agricultura, informática aplicada à saúde e legislação associada à tecnologia. As atividades envolveram diferentes recursos, incluindo ambientes digitais, documentos colaborativos, sistemas de gerenciamento de banco de dados, ferramentas de programação, plataformas de visualização de informações, recursos multimídia e aplicações de inteligência artificial.

Inicialmente, uma das questões identificadas foi a tendência de associar inovação pedagógica à utilização de uma ferramenta específica. Em determinadas situações, a escolha dos recursos ocorria em função de sua popularidade, facilidade de acesso ou novidade tecnológica. A reorganização das atividades passou, gradualmente, pela inversão dessa lógica.

O planejamento passou a priorizar questões como: qual aprendizagem deve ser desenvolvida? Qual problema será analisado? Que tipo de decisão ou produção se espera do estudante? Somente posteriormente eram selecionados os recursos tecnológicos considerados adequados.

Essa mudança influenciou diferentes práticas. Ferramentas de visualização de dados, por exemplo, passaram a ser utilizadas não apenas para a elaboração de gráficos e painéis, mas como instrumentos para formulação de perguntas, identificação de padrões, interpretação de informações e comunicação de conclusões. Ambientes de programação foram empregados para decomposição de problemas, construção de soluções, análise de erros e desenvolvimento do raciocínio computacional.

De maneira semelhante, atividades relacionadas a bancos de dados buscaram ultrapassar a execução isolada de comandos técnicos, aproximando os exercícios de situações organizacionais e profissionais. Os estudantes passaram a trabalhar com problemas relacionados à estruturação, consulta, integridade e utilização de informações em cenários contextualizados.

No caso das aplicações de inteligência artificial, buscou-se evitar uma abordagem limitada à geração automática de conteúdos. As atividades incluíram discussão sobre verificação das informações produzidas, limitações dos sistemas, necessidade de avaliação crítica, proteção de dados e responsabilidade intelectual. A inteligência artificial foi incorporada como recurso de apoio à exploração, comparação e revisão, sem eliminar a necessidade de análise e autoria dos participantes.

A segunda dimensão envolveu ações de orientação e compartilhamento de práticas destinadas à qualificação do uso educacional das tecnologias. Essas ações partiram da percepção de que treinamento operacional e formação pedagógica não são equivalentes.

Conhecer os comandos de uma plataforma, utilizar um formulário, produzir apresentações ou acessar determinada aplicação não assegura, isoladamente, uma atividade educacional significativa. Por esse motivo, as orientações passaram a integrar aspectos técnicos e pedagógicos, considerando objetivos de aprendizagem, adequação do recurso, organização das atividades, participação dos estudantes, avaliação e acessibilidade.

A experiência indicou também que a multiplicação de ferramentas não representa necessariamente uma melhoria da aprendizagem. A adoção simultânea de diversas plataformas pode aumentar a complexidade das tarefas, gerar dispersão e criar barreiras adicionais para participantes com diferentes níveis de familiaridade tecnológica. Em contrapartida, a utilização de recursos selecionados de maneira intencional e consistente mostrou maior potencial para contribuir com o planejamento e o acompanhamento das atividades.

Outro aspecto observado foi a heterogeneidade das competências dos estudantes. Diferenças de conhecimento prévio, acesso, ritmo de aprendizagem e segurança para operar determinados recursos demandaram estratégias diferenciadas. Atividades complexas precisaram ser divididas em etapas, acompanhadas por demonstrações iniciais, materiais de apoio e momentos específicos de orientação.

A terceira dimensão concentrou-se na articulação entre ensino e extensão. Foram consideradas etapas concluídas de projetos de inovação e extensão envolvendo tecnologias aplicadas a demandas institucionais e comunitárias.

Entre as experiências desenvolvidas, destacou-se a participação na construção acadêmica de uma solução destinada à organização de atendimentos e agendamentos de uma instituição pública local. O trabalho envolveu levantamento de necessidades, análise dos processos existentes, definição de requisitos, organização da equipe e elaboração de uma proposta tecnológica.

A experiência permitiu relacionar conteúdos acadêmicos a uma situação efetivamente existente. Os participantes precisaram compreender que o desenvolvimento de uma solução tecnológica não começa com a programação, mas com a identificação do problema, compreensão dos usuários, análise dos fluxos de trabalho e definição das condições necessárias para a solução.

Também foram consideradas experiências vinculadas à informação e à saúde digital em projeto desenvolvido no contexto do PET-Saúde. Nesse ambiente, a utilização das tecnologias ocorreu em diálogo com diferentes formações profissionais, serviços e necessidades sociais, exigindo maior capacidade de comunicação, adaptação do conhecimento técnico e atuação interdisciplinar.

Embora os projetos possuam continuidade institucional, a presente análise restringiu-se às atividades e produtos já realizados no período considerado. Foram utilizados como fontes de sistematização planos de ensino, registros das atividades desenvolvidas, materiais didáticos digitais, apresentações, documentos de planejamento, produtos acadêmicos, registros de acompanhamento e anotações reflexivas da prática docente.

Não foram empregados instrumentos padronizados de mensuração nem procedimentos estatísticos. Os resultados apresentados correspondem a evidências qualitativas identificadas durante a sistematização da experiência, não constituindo avaliação experimental de eficácia.

3 DISCUSSÃO

A análise conjunta das experiências permitiu identificar três movimentos principais: a passagem da disponibilidade tecnológica para a intencionalidade pedagógica; o fortalecimento da participação discente e da articulação entre teoria e prática; e a circulação das capacidades construídas entre universidade, instituições e comunidade.

O primeiro movimento corresponde à mudança de foco da ferramenta para a aprendizagem. A disponibilidade de recursos digitais mostrou-se importante, mas insuficiente. A qualificação das práticas ocorreu quando a seleção das tecnologias passou a ser posterior à definição dos objetivos educacionais.

Essa constatação dialoga diretamente com o TPACK, que não trata o conhecimento tecnológico como elemento isolado, mas como parte de uma articulação entre tecnologia, pedagogia e conteúdo (MISHRA; KOEHLER, 2006). Na experiência relatada, uma mesma

ferramenta apresentou potencialidades distintas conforme o problema analisado, os estudantes envolvidos e a estratégia utilizada.

A utilização de plataformas de dados ilustra essa diferença. Quando o foco estava apenas na aprendizagem operacional, a atividade tendia a concentrar-se na execução de comandos. Quando inserida em uma situação-problema, a tecnologia passou a apoiar interpretação, decisão e comunicação. Dessa forma, o recurso tecnológico assumiu função de mediação e não de finalidade do processo.

O segundo movimento identificado relaciona-se à diversificação das estratégias e à participação dos estudantes. A combinação de demonstrações, atividades práticas, resolução de problemas, colaboração e projetos possibilitou ampliar as formas de participação.

Os estudantes foram mobilizados a desenvolver códigos, modelos de dados, painéis, apresentações, fluxos, documentos e propostas de solução. A produção desses artefatos exigiu interpretação de necessidades, seleção de informações, tomada de decisões e justificativa das escolhas realizadas.

Entretanto, o protagonismo não ocorreu automaticamente pela presença das tecnologias. A experiência demonstrou que autonomia e mediação não constituem conceitos opostos. Para que os estudantes assumissem maior responsabilidade sobre a atividade, foi necessário oferecer critérios, referências, acompanhamento e condições para experimentação.

Essa perspectiva aproxima-se das dimensões propostas pelo DigCompEdu relacionadas à participação ativa dos estudantes e ao desenvolvimento de competências para utilizar, produzir e avaliar conteúdos e recursos em ambientes digitais (REDECKER, 2017).

A articulação com a extensão acrescentou outra dimensão ao processo formativo. Ao trabalhar com demandas reais, os participantes se depararam com problemas que não estavam previamente estruturados como exercícios acadêmicos. Tornou-se necessário compreender necessidades, dialogar com diferentes públicos, lidar com restrições e adaptar os conhecimentos técnicos ao contexto.

Essa dinâmica contribuiu para aproximar formação acadêmica e realidade profissional. No desenvolvimento da solução destinada a uma instituição pública, por exemplo, conteúdos relacionados a sistemas, banco de dados, programação e gestão de projetos foram articulados à compreensão de um processo institucional.

Em experiências relacionadas à saúde digital, a interdisciplinaridade evidenciou que o conhecimento tecnológico somente se torna socialmente relevante quando pode ser traduzido, articulado e aplicado em diálogo com outras áreas.

A extensão também produziu impacto inverso sobre o ensino. Problemas encontrados nos projetos passaram a ser utilizados como referências, exemplos ou situações de análise nas atividades acadêmicas. Dessa forma, estabeleceu-se um fluxo circular: conhecimentos construídos no ensino contribuíram para as ações extensionistas, enquanto as experiências da extensão retornaram às disciplinas como novas possibilidades de aprendizagem.

Esse movimento está em consonância com as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior, que enfatizam a interação transformadora entre universidade e sociedade e sua integração à formação estudantil (BRASIL, 2018).

O terceiro movimento refere-se à sustentabilidade social. No contexto analisado, a principal contribuição das tecnologias não está na permanência de uma plataforma ou aplicação específica, mas nas capacidades que os sujeitos desenvolvem para compreender problemas, selecionar recursos, produzir soluções, avaliar informações e continuar aprendendo.

Essa distinção é relevante porque tecnologias são continuamente atualizadas, substituídas ou descontinuadas. Uma formação concentrada exclusivamente em comandos tende a perder aplicabilidade à medida que os recursos mudam. Em contrapartida, capacidades relacionadas à análise crítica, colaboração, resolução de problemas, comunicação, adaptação e

aprendizagem autônoma apresentam maior possibilidade de transferência entre diferentes situações.

A sustentabilidade social manifestou-se, assim, em quatro aspectos inter-relacionados: autonomia, circulação do conhecimento, aproximação com demandas sociais e colaboração interdisciplinar.

A autonomia corresponde à ampliação da capacidade dos participantes de selecionar e utilizar recursos com maior consciência sobre seus objetivos e limitações. A circulação do conhecimento ocorreu por meio do compartilhamento das práticas entre estudantes, docentes, equipes institucionais e participantes de projetos.

A aproximação com demandas sociais possibilitou direcionar conhecimentos acadêmicos para problemas reais e fortalecer a percepção da responsabilidade associada à atuação profissional. A colaboração, por sua vez, tornou evidente que soluções tecnológicas dependem de pessoas, processos, conhecimentos e contextos organizacionais diversos.

Esses elementos apresentam relação com o ODS 4, especialmente no que se refere à formação de qualidade e à construção de capacidades para aprendizagem ao longo da vida. Também estabelecem interfaces com o ODS 9, devido ao desenvolvimento de capacidades tecnológicas e de inovação, e com o ODS 10, considerando o potencial da formação e da democratização do conhecimento para reduzir desigualdades de apropriação tecnológica (NAÇÕES UNIDAS, 2015).

A experiência evidenciou, contudo, limitações e desafios. Diferenças de acesso a equipamentos e conectividade, distintos níveis de conhecimento prévio, necessidade de suporte institucional, tempo para planejamento e acompanhamento, além de preocupações relacionadas à privacidade, confiabilidade das informações e utilização ética da inteligência artificial, permanecem como questões relevantes.

Consequentemente, não se pode atribuir a qualificação das práticas somente à iniciativa individual do professor. Infraestrutura, suporte, formação contínua, governança e políticas institucionais constituem elementos necessários para que a integração tecnológica possa adquirir continuidade.

A sistematização realizada permite sintetizar três princípios que atravessaram as experiências analisadas: **intencionalidade**, para relacionar recursos e objetivos formativos; **formação**, para desenvolver capacidades que ultrapassem o domínio operacional; e **articulação**, para aproximar universidade, diferentes áreas de conhecimento e demandas da sociedade.

4 CONCLUSÃO

O relato analisou experiências que integraram práticas de ensino, formação e extensão mediadas por tecnologias no contexto da educação superior. A sistematização demonstrou que a disponibilidade tecnológica constitui apenas uma das condições necessárias para mudanças nas práticas pedagógicas.

A qualificação das atividades ocorreu principalmente quando a seleção dos recursos passou a estar subordinada aos objetivos de aprendizagem e aos problemas que se pretendia analisar. Essa mudança favoreceu maior coerência entre conteúdo, metodologia e ferramentas, além da diversificação das estratégias e da participação discente.

As experiências de formação evidenciaram que o desenvolvimento de competências não pode se restringir ao treinamento operacional. O uso educacional das tecnologias exige capacidade para selecionar, avaliar, adaptar e aplicar recursos de maneira crítica, ética e contextualizada.

A articulação com a extensão constituiu elemento central da experiência ao permitir que conhecimentos trabalhados academicamente fossem mobilizados diante de necessidades institucionais e comunitárias. Simultaneamente, as situações encontradas nesses projetos

DOI: 10.51189/vii-coninters/88032

retornaram ao ambiente educacional, fortalecendo a conexão entre teoria, prática e realidade social.

Nesse sentido, a contribuição das tecnologias para a sustentabilidade social não deve ser avaliada somente pela disponibilidade ou continuidade das ferramentas utilizadas. Seu valor reside, principalmente, na produção de capacidades que possam permanecer e circular entre os sujeitos.

Autonomia, colaboração, pensamento crítico, resolução de problemas, adaptação e compartilhamento de conhecimentos representam resultados com potencial de continuidade mesmo diante das constantes mudanças tecnológicas.

Como limitação, este estudo apresenta uma análise qualitativa e reflexiva de experiências docentes e institucionais, sem utilização de instrumentos padronizados de mensuração ou comparação quantitativa. Dessa forma, os resultados não permitem estabelecer relações causais ou generalizações.

Pesquisas posteriores poderão incorporar indicadores de aprendizagem, questionários, entrevistas, rubricas de competências e acompanhamento longitudinal, possibilitando avaliar de forma mais sistemática a permanência e a multiplicação dos resultados observados.

Conclui-se que avançar do acesso à apropriação pedagógica qualificada exige integrar tecnologia, conhecimento, formação e compromisso social. Quando inseridos nesse processo, os recursos tecnológicos podem contribuir para uma educação superior mais contextualizada, participativa e capaz de produzir conhecimentos e competências que ultrapassem os limites da sala de aula e fortaleçam a relação entre universidade e sociedade.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. **Resolução nº 7, de 18 de dezembro de 2018**. Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira e regulamenta o disposto na Meta 12.7 da Lei nº 13.005/2014. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 19 dez. 2018.

MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J. Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. **Teachers College Record**, New York, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, 2006.

MUSSI, Ricardo Franklin de Freitas; FLORES, Fábio Fernandes; ALMEIDA, Claudio Bispo de. Pressupostos para a elaboração de relato de experiência como conhecimento científico. **Práxis Educacional**, Vitória da Conquista, v. 17, n. 48, p. 60-77, 2021.

NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. Nova York: Nações Unidas, 2015.

REDECKER, Christine. **European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu**. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2017.

UNESCO. **ICT competency framework for teachers: version 3**. Paris: UNESCO, 2018.

UNESCO. **Global education monitoring report 2023: technology in education — a tool on whose terms?** Paris: UNESCO, 2023.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88032

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

UTILIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS BIM E DE DESIGN GENERATIVO PARASIMULAÇÃO E APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA:PROJETO YTA~Y UMA PROPOSTA PARA PARAMETRIZAÇÃO DEINFRAESTRUTURAS VERDES

TÂNIA DIAS DOS SANTOS OLIVEIRA; BÁRBARA CAVALCANTE DE ANDRADE BARONI; HAMILTON CARRARO JÚNIOR; THALISSON FRANCISCO CRUZ DA SILVA

Introdução: A urbanização acelerada tem gerado impactos ambientais significativos, como a redução da permeabilidade do solo, a formação de ilhas de calor e problemas hidrológicos. Historicamente, a resposta a esses desafios tem sido a infraestrutura cinza, que, embora funcional, frequentemente ignora os ecossistemas locais. Em contraste, as Soluções Baseadas na Natureza (SbN) e as infraestruturas verdes emergem como alternativas sustentáveis, promovendo a integração entre natureza e planejamento urbano, resultando em benefícios como a melhoria na qualidade do ar e a gestão eficiente dos recursos hídricos. **Objetivo:** O projeto Yta~y visa desenvolver um software que simule a implantação de tipologias de infraestrutura verde em diferentes escalas (particular, bairro e cidade). A proposta utiliza tecnologias BIM (*Building Information Modeling*) e design generativo para parametrizar dados georreferenciados, oferecendo aos profissionais da área (arquitetos, engenheiros, paisagistas e urbanistas) ferramentas precisas para otimizar o planejamento de espaços construídos e mitigar problemas ambientais urbanos. **Metodologia:** A fundamentação metodológica baseia-se no *Design Thinking*, priorizando uma abordagem multidisciplinar e centrada no usuário. O desenvolvimento envolveu pesquisa bibliográfica sobre SbN, tecnologias BIM e design generativo, além de análise de dados espaciais e técnicos. O processo incluiu etapas de imersão, ideação e prototipagem, utilizando softwares como *Revit, AutoCAD* e *SketchUp* para criar modelos virtuais paramétricos que cruzam dados estatísticos com condições físicas locais. **Resultados:** O projeto Yta~y estruturou um protótipo de *plugin* que integra dados BIM com algoritmos de design generativo. A plataforma permite que o usuário selecione escalas e necessidades específicas, gerando alternativas coerentes de infraestrutura verde. A solução proposta já foi apresentada em fóruns especializados, como o II Fórum Paulista de Arborização Urbana, demonstrando sua capacidade de oferecer análises estatísticas e simulações que subsidiam a tomada de decisão técnica e sustentável. **Conclusão:** A integração de design generativo e BIM configura abordagem inovadora para o urbanismo sustentável. O projeto Yta~y difunde infraestruturas verdes, combatendo a urbanização agressiva com tecnologia acessível. A plataforma contribui para ambientes resilientes, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU ao fornecer suporte tecnológico que otimiza projetos e viabiliza cidades ecologicamente corretas.

Palavras-chave: **INFRAESTRUTURA VERDE; MODELAGEM PARAMÉTRICA; SUSTENTABILIDADE URBANA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88040

BIOACTIVE POTENTIAL OF *Origanum vulgare* L. IN THE SUSTAINABLE ALTERNATIVE CONTROL OF GASTROINTESTINAL NEMATOIDS OF RUMINANTS

JORGE LUIZ COSTA FILHO; LARISSA FERNANDA LIMA ALVES; CARLOS EMANUEL DA SILVA LIMA; MEILANGY IRIS FERREIRA DE OLIVEIRA; MAYRA GABRIELA PAIVA DE LIMA; THAYANNE THYSSYANNE DE SOUZA SOARES COSTA; ANA CARLA DIÓGENES SUASSUNA BEZERRA

ABSTRACT

Parasite resistance highlights the need to explore alternative strategies based on natural bioactives that can contribute to more sustainable practices in sheep farming. In this context, this study aimed to evaluate the bioactive potential of an aqueous extract of Origanum vulgare leaves against nematodes from naturally infected sheep. Recovered eggs were subjected to an egg-hatching assay and incubated for 48 hours using a 10% (w/v) concentration and dilutions of 5%, 2.5%, and 1.25%, alongside positive and negative controls. The percentage of hatching inhibition was determined based on the ratio of eggs to larvae. The results showed a progressive increase in the extract's effect as the concentration rose, with mean hatching inhibition rates of 70–77%, 60–71%, 51–62%, and 39–56% at concentrations of 10%, 5%, 2.5%, and 1.25%, respectively. The aqueous O. vulgare extract showed the greatest effect at the 10% concentration and demonstrated potential as a natural alternative for parasite control in ruminant production, potentially contributing to more sustainable management strategies and reducing reliance on chemical anthelmintics in sheep farming. The positive control showed a range of 91–96% unhatched eggs, whereas the negative control exhibited averages between 20% and 31%. The aqueous extract of O. vulgare showed the greatest effect at the 10% concentration and demonstrated potential as a natural alternative for parasite control in ruminant production, potentially contributing to more sustainable management strategies and a reduction in reliance on chemical anthelmintics in sheep farming, furthermore and demonstrated potential as a natural alternative for parasite control in ruminant farming, potentially contributing to more sustainable management strategies and reducing reliance on chemical anthelmintics in the sheep industry.

Keywords: Resistance; Bioactivity; Plant-based parasiticide.

1 INTRODUCTION

Parasite control occurs mainly through synthetic anthelmintics, however, frequent use favors the development of parasite chemical resistance (*Castagna et al*., 2022). Thus, due to handling errors and the pharmacokinetic characteristics of anthelmintics, after administration, residues can be subsequently excreted and interfere with non-target model organisms (Lewis et al., 2024).

Reducing dependence on chemical antiparasitics through the prospecting of bioproducts of plant origin proposes promising, more sustainable alternatives. Studies with plant species indicate potential in the control of endoparasites in animals, associated with a more environmentally sustainable veterinary pharmacological perspective (Mhlongo *et al*., 2024).

DOI: 10.51189/vii-coninters/88050

Among the different species, *Origanum vulgare* stands out due to the presence of secondary metabolites with possible biological actions, including antiparasitic.

In studies carried out by Erenler, Çarlik and Aydin (2023), the use of essential oil and aqueous extract of *O. vulgare* were effective against cancer cells, due to the fact that oregano has aromatic properties with metabolites such as carvacrol.

Due to the use of the plant in certain locations, there is greater sustainability in local biodiversity, that is, planting the plant reduces chemical insecticides, in addition to promoting agricultural practices (Cruz, I. L. S. Nascimento, T. A. Maleck, M. Queiroz, M. M. C., 2024). Thus, the study sought to evaluate the bioactive potential of the aqueous extract of *Origanum vulgare* leaves on nematodes from naturally infected sheep.

2 MATERIAL AND METHODS

2.1. PREPARATION OF THE AQUEOUS EXTRACT OF *Origanum vulgare* L.

The leaves were separated, dried at room temperature, crushed, and the oregano powder was weighed 20g, with subsequent addition of 20mL of distilled water, which was homogenized and the liquid heated to 100° C and after cooling, stored at 4° C (Félix-Silva *et al*., 2014).

2.2. COLLECTION, PROCESSING OF FECAL SAMPLES, AND EGG RECOVERY

Naturally infected sheep were used to collect fecal samples, with authorization from the ethics committee, opinion number 11/2026, with the inclusion criterion of not receiving antiparasitic medication for 90 days (Niciura *et al*., 2009). Feces were collected directly from the rectal ampoule, and the eggs per gram (OPG) counting technique was performed in a McMaster chamber (Gordon, Whitlock, 1939; Chagas *et al*., 2011). For egg recovery, samples with OPG > 2000 were selected (Chagas *et al*., 2011). Egg recovery was carried out according to the methodology described by Hubert and Kerboeuf (1992), with processing and separation of eggs on 150, 100, 36 and 20 µm mesh sieves, respectively, for egg retention and recovery.

2.4. EGG HATCHING TEST.

It was carried out according to the methodology described by Coles *et al.* (2006). Using sterile 24-well plates, 100 µL of egg suspension and 400 µL of crude plant extracts and their dilutions were added (crude extract at 10% w/v and dilutions of 5%, 2.5% and 1.25%). With the negative control consisting of the extract diluent (distilled water) and the positive control consisting of thiabendazole at 32 $mg \cdot mL^{-1}$, Sigma™. The plates were incubated in a BOD (Biochemical Oxygen Demand, SOLAB™) incubator for 48 h at 27 °C. Fecal samples were processed for egg isolation, with each concentration evaluated in five replicates from five independent collections (total of 25 replicates per extract). After incubation, a drop of Lugol's solution was added to each well to interrupt the parasitic cycle. The number of eggs and first stage larvae (L1) was quantified under an inverted microscope. The percentage of egg hatch inhibition was determined using the formula: Egg hatch inhibition (%) = [number of eggs / (number of eggs + number of L1 larvae)] × 100.

3 RESULTS AND DISCUSSION

Based on the egg hatching inhibition calculation, the result was that the *O. vulgare* extract had an inhibition of 73.60%, 64.60%, 56.60% and 44.80%, for concentrations 10%, 5%, 2.5% and 1.25%, respectively; the positive control resulted in an inhibition of 94% and the negative control 23.60%.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88050

Due to the secondary metabolites present in vegetables, plants known as medicinal are used between generations as medicine (Ardila, 2015). This may lead to the development of new alternative controls for small ruminants (Ranasinghe *et al*., 2026). One of the main compounds present is carvacrol, considered a phenolic monoterpene that gives aroma to the vegetable (Erenler, Çarlik and Aydin., 2023)

4 CONCLUSION

It can be concluded that the aqueous extract had anthelmintic activity with inhibition of egg hatching, proposing a sustainable compound as an alternative measure against gastrointestinal parasites in sheep.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was financied in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance code 001

REFERENCES

CASTAGNA, Fabio *et al*. Novas abordagens terapêuticas potenciais baseadas em frutos de Punica granatum comparadas a anti-helmínticos sintéticos para o controle sustentável de nematoides gastrointestinais em ovinos. Animals , v. 12, n. 20, p. 2883, 2022. 10.3390/ani12202883 .

CASTRO, L. L. D. *et al.* Potencial ovicida de *Origanum vulgare* (Lamiaceae) em nematódeos gastrintestinais de bovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 14, n. 4, p. 508-513, 2013. DOI: https://doi.org/10.5216/cab.v14i4.22080.

CHAGAS, A. C. S.; NICIURA, S. C. M.; MOLENTO, M. B. Manual prático: metodologia de diagnóstico da resistência e de detecção de substâncias ativas em parasitas de ruminantes. Brasília, DF: EMBRAPA, 2011. 153 p.

COLES, G. C. *et al*. The detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. **Veterinary parasitology**, v. 136, n. 3-4, p. 167-185, 2006. 10.1016/j.vetpar.2005.11.019.

DA CRUZ, Igor Luiz Souza et al. Da história às práticas modernas: a função dos óleos essenciais na sustentabilidade e no controle de insetos. **Revista Mosaico**, v. 15, n. 2, p. 86-96, 2024 https://doi.org/10.21727/rm.v15i2.4824

ERENLER, Ramazan; ÇARLIK, Ümran Ece; AYDIN, Ali. Atividade antiproliferativa e efeito citotóxico do óleo essencial e do extrato aquoso de Origanum vulgare L. **Sigma Journal of Engineering and Natural Sciences** , v. 41, n. 1, p. 202-208, 2023. DOI: https://doi.org/10.14744/sigma.2023.00018.

FÉLIX-SILVA, Juliana et al. Aqueous leaf extract of Jatropha gossypiifolia L.(Euphorbiaceae) inhibits enzymatic and biological actions of Bothrops jararaca snake venom. **PLoS One**, v. 9, n. 8, p. e104952, 2014. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0104952.

GORDON, H. McL; WHITLOCK, HV Uma nova técnica para contagem de ovos de nematóides em fezes de ovelhas. 1939.

JAYAWARDENE, KLT Dilrukshi; PALOMBO, Enzo A.; BOAG, Peter R. Os produtos naturais são uma fonte promissora para a descoberta de medicamentos anti-helmínticos. **Biomoléculas** , v. 11, n. 10, pág. 1457, 2021. https://doi.org/10.3390/biom11101457.

LEWIS, Megan J. et al. Evidências experimentais de que besouros coprófagos se beneficiam da redução da ivermectina no tratamento direcionado de parasitas do gado. **Science of the Total Environment** , v. 945, p. 174050, 2024. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174050

MHLONGO, Lindokuhle Christopher et al. Uma revisão de plantas etnomedicinais como potenciais agentes anti-helmínticos para o controle alternativo de nematoides gastrointestinais de ruminantes na África do Sul. **Journal of Parasitology Research** , v. 2024, n. 1, p. 7955692, 2024. **https://doi.org/10.1155/2024/7955692Identificador de Objeto Digital (DOI)**

OLIVEIRA, R. M.; FERREIRA, L. C.; ALMEIDA, P. H. Efeito de tratamentos fitoterápicos sobre a permeabilidade da cutícula e eclosão de ovos de helmintos. **Revista Brasileira de Parasitologia Veterinária**, v. 32, n. 2, p. 112-120, 2023.

SANTOS, A. B.; LIMA, M. T.; ROCHA, G. S. Determinação da eficácia biológica e limites de concentração em modelos experimentais. *Journal of Applied BioSciences*, v. 31, n. 1, p. 45-53, 2024.

SILVA, J. P.; COSTA, M. E.; RIBEIRO, K. L. Mecanismos de ação e bioatividade dependente de dose em ensaios laboratoriais. *Acta Farmacêutica Latina*, v. 18, n. 4, p. 201-209, 2023.

TIÚRIA, Risa *et al.* Atividade anti-helmíntica in vitro de Phyllanthus niruri Linn., Andrographis paniculata, Curcuma xanthorrhiza Roxb., e Curcuma aeruginosa Roxb. extratos de etanol na motilidade e dano cuticular de Ascaridia galli. **Mundo Veterinário** , v. 17, n. 11, pág. 2488, 2024. 10.14202/vetworld.2024.2488-2496.

VERDÚ, José R. *et al*. Nontoxic effects of thymol, carvacrol, cinnamaldehyde, and garlic oil on dung beetles: A potential alternative to ecotoxic anthelmintics. **PLoS One**, v. 18, n. 12, p. e0295753, 2023. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0295753.

ESTUDO DA LOGÍSTICA REVERSA DE MEDICAMENTOS EM FARMÁCIAS NA CIDADE DE JUAZEIRO DO NORTE-CE

FRANCISCA LAISA UNIAS RIBEIRO; IARA BEATRIZ RODRIGUES; PAULO SÉRGIO SILVINO DO NASCIMENTO

RESUMO

O descarte de medicamentos vencidos ou em desuso é um problema persistente que pode ocasionar impactos ao meio ambiente e à saúde da população quando realizado de forma inadequada. Nesse contexto, a logística reversa apresenta-se como uma alternativa para garantir que esses resíduos sejam reintegrados ao ciclo produtivo ou tenham uma destinação ambientalmente adequada. Este artigo teve como objetivo avaliar a conformidade da aplicação da logística reversa de medicamentos no município de Juazeiro do Norte-CE, a partir de uma amostra de farmácias de médio e grande porte. A pesquisa caracterizou-se como descritiva, com abordagem quantitativa, sendo realizada pesquisa bibliográfica acerca do tema e aplicação de questionário estruturado, composto por perguntas objetivas, em 11 farmácias da cidade. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística descritiva, por meio de frequências absolutas e relativas, e apresentados em gráficos e tabelas. Os resultados sugerem que uma parcela dos estabelecimentos farmacêuticos detém conhecimento acerca da logística reversa, contudo, poucas farmácias disponibilizam pontos de entrega voluntária devidamente identificados para o recebimento desses medicamentos descartados pelos consumidores. Além disso, as principais dificuldades citadas pelos estabelecimentos para implementação da logística reversa foram a falta de informação da população, a baixa participação dos consumidores e os custos operacionais relacionados a manutenção do sistema. Conclui-se que, a cidade ainda possui desafios para a efetivação do sistema da logística reversa, sendo necessário reforçar as estratégias de comunicação e capacitação dos profissionais, além da orientação e educação ambiental direcionadas aos consumidores, com intuito de fortalecer os procedimentos de devolução e o descarte adequado dos medicamentos.

Palavras-chave: Gestão pós-consumo; Resíduos Farmacêuticos; Educação Ambiental.

1 INTRODUÇÃO

O presente artigo aborda a logística reversa dos medicamentos em função da problemática do descarte inadequado de medicamentos vencidos ou em desuso, uma questão que tem despertado crescente preocupação em razão dos impactos ambientais e dos riscos à saúde pública associados a essa prática. Embora existam mecanismos corretos para destinar esses resíduos, a maior parte da população ainda descarta esses produtos em lixos domésticos, lavatórios ou vasos sanitários, devido a desinformação dos riscos dessas ações. Como consequência, as substâncias químicas presentes nos medicamentos podem contaminar o solo e os corpos hídricos, comprometendo os ecossistemas e as diferentes formas de vida.

Nesse contexto, com o objetivo de gerenciar os resíduos e mitigar os impactos ocasionados pelo descarte incorreto, foi instituído no Brasil a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), por meio da Lei nº 12.305/2010, que estabeleceu diretrizes e instrumentos para gerenciamento dos resíduos sólidos, como a logística reversa. Esse sistema de logística reversa,

DOI: 10.51189/vii-coninters/88171

incentiva a devolução dos produtos após consumo em pontos de coleta para que sejam reintegrados ao setor produtivo ou destinados ao descarte ambientalmente adequado. Além disso, também abordam a responsabilidade compartilhada entre os fabricantes, distribuidores, comerciantes, consumidores e o poder público.

No caso dos medicamentos, a logística reversa é uma estratégia para recolher os produtos de uso humano vencidos ou em desuso e suas embalagens para que sejam tratados e reintegrados ao ciclo de vida ou descartados de maneira correta, permitindo reduzir os impactos ocasionados pela destinação errônea. A regulamentação desse sistema foi fortalecida pelo Decreto nº 10.388/2020 e contribuiu para ampliação dos pontos de coleta e para conscientização da população acerca da importância dessa prática. Nesse processo, as farmácias possuem papel fundamental e estratégico, pois são responsáveis por receber esses medicamentos através de pontos de entrega voluntária, realizar a gestão e conectar com a cadeia da responsabilidade compartilhada.

Entretanto, ainda existem desafios relacionados à implementação da logística reversa, à divulgação das informações e à participação dos consumidores. Por isso, a realização deste estudo é relevante pois contribui para a compreensão da realidade da logística reversa de medicamentos, investigando como o sistema tem sido aplicado no âmbito local, além de auxiliar na divulgação de informações sobre a importância do descarte adequado desses resíduos e seus benefícios para o meio ambiente e para a saúde pública.

Dessa forma, o objetivo geral desse artigo é avaliar a conformidade, a partir uma amostra de farmácias de médio e grande porte do município de Juazeiro do Norte, a aplicação da logística reversa dos medicamentos. Como objetivos específicos, pretende-se identificar quais farmácias implementam esse sistema, verificar como ocorre o processo de coleta e destinação dos resíduos, descrever os impactos ambientais do descarte inadequado de medicamentos e relacionar as práticas observadas com a legislação vigente.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa caracteriza-se quanto à natureza como básica, pois busca ampliar o conhecimento acerca da logística reversa de medicamentos nas farmácias do município de Juazeiro do Norte. Com relação à abordagem, classifica-se como quantitativa, uma vez que envolve a análise estatística dos dados obtidos, por meio de frequências absolutas e relativas referentes à ao conhecimento da temática, a implementação e aos desafios desse sistema e apresentado em gráficos e tabelas. Quanto aos objetivos, possui caráter descritivo, tendo em vista que busca descrever e avaliar a aplicação da logística reversa nas farmácias selecionadas.

Com relação aos procedimentos metodológicos, a pesquisa caracteriza-se como bibliográfica e de levantamento. Segundo Gil (2019), a pesquisa bibliográfica é elaborada a partir de materiais já publicados, o que permite ao pesquisador construir o referencial teórico necessário, e a pesquisa de levantamento (survey) é para obter informações diretamente com a amostra, por meio de instrumento de coleta de dados, como formulários e questionários. Dessa forma, a consulta foi desenvolvida em livros, artigos científicos, revistas e legislações referente ao tema, com o objetivo de fundamentar a logística reversa dos medicamentos e os impactos ambientais ocasionados pela ausência dessa ação.

O instrumento de coleta de dados desse estudo foi um questionário estruturado com 14 perguntas objetivas para avaliar os participantes acerca do conhecimento sobre a logística reversa, a adequação ao sistema, a importância da temática, os impactos ambientais e as dificuldades de implementação. Assim, foram selecionadas 21 farmácias de médio e grande porte localizadas no município de Juazeiro do Norte para compor a amostra da pesquisa. É importante ressaltar que a participação é voluntária e, para isso, o participante assina um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido que vai garantir o anonimato e a confidencialidade dos dados utilizados.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88171

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Das 21 farmácias inicialmente selecionadas para a realização da pesquisa, 11 aceitaram participar do estudo, correspondendo à amostra efetivamente analisada. Os dados obtidos possibilitaram avaliar o conhecimento dos participantes acerca da logística reversa de medicamentos, sua aplicação nos estabelecimentos pesquisados, os procedimentos relacionados à destinação dos medicamentos vencidos ou em desuso e as principais dificuldades associadas à implementação desse sistema.

Inicialmente, buscou-se avaliar o nível de conhecimento dos participantes acerca da temática investigada. Conforme apresentado no gráfico 1, observa-se que a maioria dos participantes demonstra conhecimento sobre o conceito de logística reversa, uma vez que 90,9% dos estabelecimentos afirmaram conhecer essa prática. Da mesma forma, 90,9% dos participantes relataram já ter recebido orientações ou treinamento relacionados à temática. Entretanto, apenas 72,7% afirmaram conhecer a legislação específica sobre a logística reversa de medicamentos e isso evidencia que, embora demonstrem familiaridade com o tema, uma parcela ainda desconhece os dispositivos legais que regulamentam a implementação e a execução do sistema estabelecido pelo Decreto nº 10.388/2020.

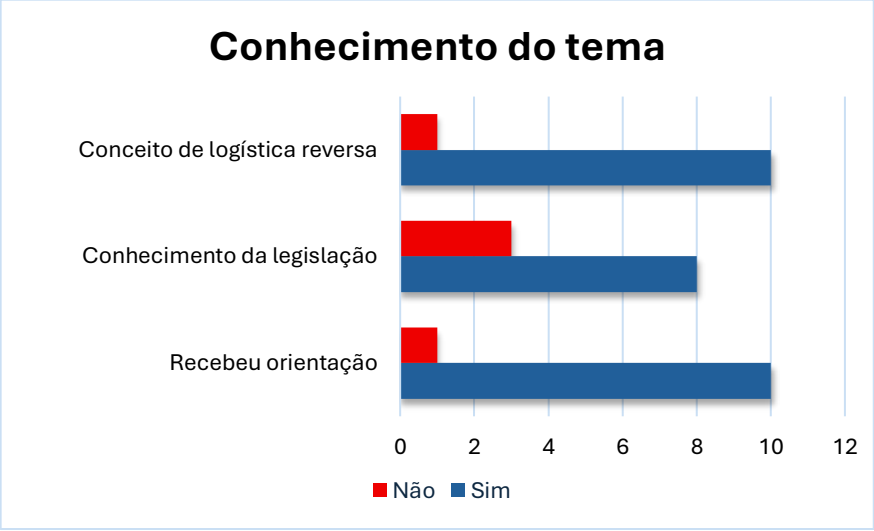


Gráfico 1 – Avaliação referente ao tema central

Paula *et al.* (2019) destacam a importância da colaboração, da confiança e do compartilhamento de conhecimento para o desenvolvimento da logística reversa, ressaltando que o conhecimento pode ser compartilhado, gerado e implementado entre os diferentes atores envolvidos nesse sistema. Nesse sentido, os resultados obtidos no gráfico mostram-se relevantes, considerando que o conhecimento dos profissionais envolvidos na cadeia de logística reversa constitui um elemento importante para a efetividade do sistema.

A diferença observada no presente estudo entre o conhecimento sobre o conceito de logística reversa (90,9%) e o conhecimento da legislação vigente (72,7%) pode indicar que a familiaridade com a temática não é necessariamente acompanhada pelo domínio dos instrumentos normativos que orientam sua implementação. Dessa forma, a conjuntura atual reforça a necessidade de ações contínuas de capacitação profissional, não apenas sobre os princípios da logística reversa, mas também das responsabilidades e dos procedimentos estabelecidos pelas normas vigentes.

Embora a maioria dos estabelecimentos tenha declarado realizar a logística reversa conforme apresentado no gráfico 2, durante as visitas foi observado que a maior parte das farmácias não possuía ponto de entrega voluntária devidamente identificado para o recebimento de medicamentos vencidos ou em desusos provenientes dos consumidores. Em contrapartida, três estabelecimentos apresentavam estrutura compatível com o sistema de coleta previsto na

DOI: 10.51189/vii-coninters/88171

legislação. Além disso, foram identificadas diferentes práticas de destinação entre os estabelecimentos, incluindo o encaminhamento dos medicamentos vencidos a empresas especializadas para posterior incineração e o uso de coletores destinados aos resíduos de serviços de saúde.

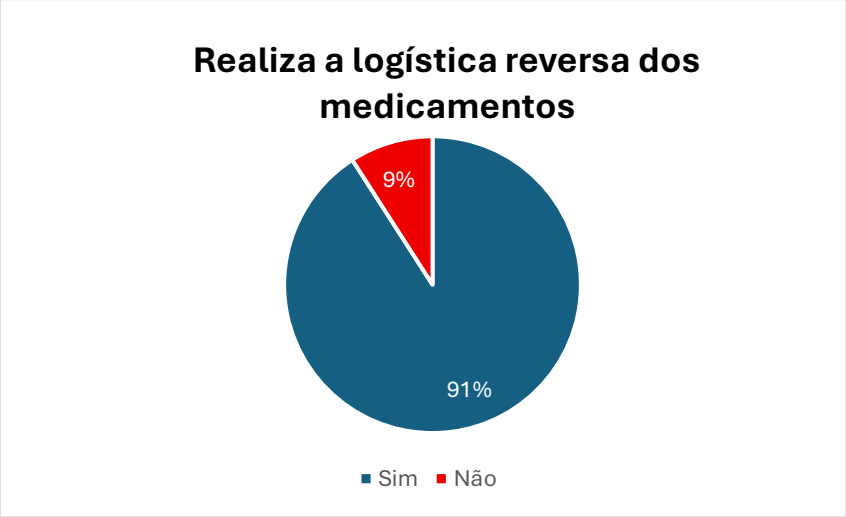


Gráfico 2 – Percentual de farmácias que afirmaram realizar a logística reversa dos medicamentos

Tabela 1 – Número de coletores destinado ao descarte dos medicamentos

Observação em campo	SIM	NÃO
Existência de coletores identificados para o descarte dos medicamentos vencidos ou em desuso	3	8

Resultados semelhantes foram observados por Fernandes *et al.* (2021), que, ao analisarem a logística reversa de resíduos de medicamentos domiciliares em estabelecimentos farmacêuticos no Centro de Fortaleza, verificaram que apenas 7% das farmácias pesquisadas realizavam o recebimento desses resíduos. A proximidade desse estudo com os resultados observado em Juazeiro do norte sugere que parte dos profissionais podem ter associado o gerenciamento dos resíduos gerados pelo próprio estabelecimento, como o descarte dos seus medicamentos vencidos provenientes do estoque a logística reversa, e não ao sistema de logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso, que é regulamentado pelo Decreto nº 10.388/2020 e possui características e responsabilidades específicas.

A disponibilização de pontos de entrega voluntária para que os consumidores possam devolver medicamentos vencidos ou em desuso constitui uma das etapas fundamentais desse sistema. Portanto, o simples encaminhamento dos medicamentos vencidos gerados pelo próprio estabelecimento para empresas especializadas ou para coletores de resíduos de serviços de saúde não caracteriza, necessariamente, a implementação da logística reversa de medicamentos domiciliares.

O gráfico 3 apresenta os principais desafios apontados pelas farmácias participantes para a operacionalização do sistema de logística reversa de medicamentos. A questão permitia a seleção de mais de uma alternativa por participante, de modo que as respostas representam o conjunto de dificuldades assinaladas. Observa-se que a baixa adesão dos consumidores foi o desafio mais citado, seguida pela ausência de informações sobre o descarte adequado. Embora os estabelecimentos participantes relatem orientar os consumidores quanto à importância da destinação correta dos medicamentos e aos benefícios dessa prática para o meio ambiente, os resultados indicam que a disseminação de informações ainda pode ser insuficiente para

promover uma maior participação da população no sistema de logística reversa. Dessa forma, a baixa adesão dos consumidores pode estar relacionada, entre outros fatores, à limitada divulgação de informações sobre os procedimentos adequados para a devolução dos medicamentos vencidos ou em desuso.

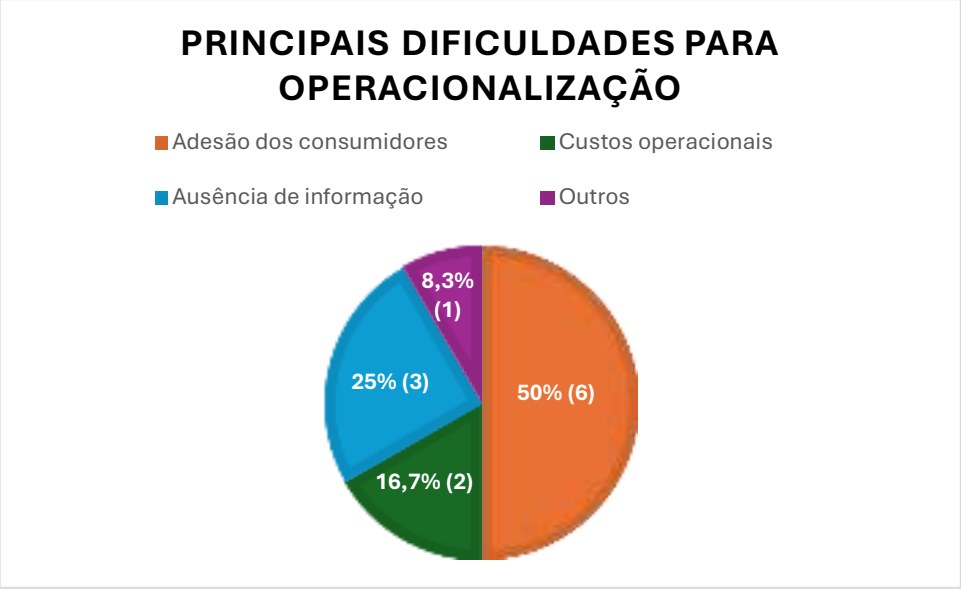


Gráfico 3 – Principais dificuldades apontadas pelas farmácias para a operacionalização da logística reversa de medicamentos

Essa relação entre informação e participação da população também é discutida por Faria e Freitas (2024), que identificaram uma diferença entre a capacidade relatada pelos profissionais para orientar os consumidores e a efetiva realização dessas orientações. Segundo os autores, a educação ambiental constitui um elemento importante para ampliar a conscientização da população e favorecer a efetividade da logística reversa de medicamentos. Nessa perspectiva, os resultados dessa pesquisa evidenciam a necessidade de reforçar e ampliar as ações de orientação e de implementação das diretrizes previstas na legislação federal às farmácias do município de Juazeiro do Norte, bem como a divulgação e conscientização da sociedade para atitude ecológica e descarte correto, a fim de diminuir os danos ao meio ambiente e fortalecer a integração entre os agentes envolvidos, ação sustentável e a efetividade do sistema.

4 CONCLUSÃO

A realização da pesquisa permitiu consolidar o conhecimento acerca da logística reversa e avaliar a conformidade da aplicação da logística reversa de medicamentos nas farmácias de médio e grande porte do município. A partir das visitas em campo e dos procedimentos para coleta de dados foi possível inferir que embora a maior parte dos participantes tenham declarado conhecer a logística reversa, apenas 8 das 11 farmácias afirmaram conhecer a legislação específica e, apesar de 90,9% relatarem realizar o sistema, poucos estabelecimentos visitados apresentavam pontos de entrega voluntária devidamente identificados para o descarte desses resíduos farmacêuticos.

Os resultados evidenciam que o conhecimento sobre a temática não se traduz em sua efetiva implementação, uma vez que a baixa participação dos consumidores foi apontada pelas farmácias como a principal dificuldade para a operacionalização do sistema, seguida pela insuficiente disseminação de informações e pelos custos operacionais. A falta de orientação acerca dos locais de entrega e dos procedimentos adequados para a devolução dos medicamentos pode contribuir para a manutenção de práticas inadequadas de descarte, como a

disposição em resíduos domiciliares e sistemas de esgotamento sanitário, aumentando o risco de impactos ambientais.

Assim, o estudo alcançou seu objetivo ao identificar que a logística reversa ainda apresenta limitações em sua operacionalização nos estabelecimentos investigados. Como limitação, destaca-se o número reduzido de participantes e a utilização de uma amostra não representativa de todas as farmácias de médio e grande porte do município, restringindo a generalização dos resultados. Diante dos resultados obtidos, observa-se a necessidade de fortalecer a aplicação da logística reversa de medicamentos em Juazeiro do Norte-CE, por meio da ampliação da participação dos estabelecimentos farmacêuticos e do desenvolvimento de ações de conscientização e orientação da população. Essas medidas podem contribuir para ampliar a adesão dos consumidores ao sistema, incentivar o descarte adequado dos medicamentos e reduzir os riscos de impactos ambientais associados à destinação inadequada desses resíduos.

Por fim, espera-se que este estudo contribua para ampliar a discussão sobre a logística reversa de medicamentos e sirva como subsídio para futuras pesquisas, especialmente aquelas que contemplem um número maior de estabelecimentos e a percepção dos consumidores, contribuindo para o aprimoramento do sistema no município.

REFERÊNCIAS

AURELIO, Cecilia Juliani; PIMENTA, Renato Ferreira; UENO, Helene Mariko. **Logística reversa de medicamentos: estrutura no varejo farmacêutico**. GEPROS – Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, v. 10, n. 3, p. 57–74, 2015.

BRASIL. Decreto nº 10.388, de 5 de junho de 2020. Regulamenta o § 1º do caput do art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e institui o sistema de logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso, de uso humano, industrializados e manipulados, e de suas embalagens após o descarte pelos consumidores. **Diário Oficial da União**: seção 1, Edição Extra A, Brasília, DF, n. 107-A, p. 1, 5 jun. 2020. Disponível em: planalto.gov.br. Acesso em: 15 maio 2026

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, ano 147, n. 147, p. 3, 3 ago. 2010. Disponível em: planalto.gov.br. Acesso em: 15 maio 2026

FARIA, Pedro Henrique Almeida de; FREITAS, Rafaela Maianna Cruz de. Logística reversa de medicamentos domiciliares: análise da prática em drogarias de Imperatriz (MA). **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 116-135, 2024. Disponível em: https://periodicos.unifesp.br/revbea/article/view/18945/12962. Acesso em: 23 jul. 2026

FERNANDES, Juana Angélica Felipe; SOUZA, Érika Vieira de Paula; SILVA, Lígia Nazaré Aguiar; SILVEIRA, Rossana Barros**.** A logística reversa de resíduos de medicamentos domiciliares no comércio farmacêutico do bairro Centro, Fortaleza, Ceará. **Conexões - Ciência e Tecnologia,** v. 15, 2021.

GIRÃO, Mariana da Silveira; DUARTE, Patrícia Costa. Logística reversa de medicamentos: um estudo comparativo entre os programas de descarte de duas redes farmacêuticas da cidade de Pelotas/RS. **Produto & Produção**, Porto Alegre, v. 22, n. 2, p. 38–57, 2021.

LEITE, Paulo Roberto. **Logística reversa: sustentabilidade e competitividade**. 3. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2017.

OLIVEIRA, E.; BANASZESKI, C. L. A logística reversa no descarte de medicamentos. **Saúde e Desenvolvimento**, v. 10, n. 18, p. 21-37, 2021.

PAULA, I. C.; CAMPOS, E. A. R. de; PAGANI, R. N.; GUARNIERI, P.; KAVIANI, M. A**. Are collaboration and trust sources for innovation in the reverse logistics? Insights from a systematic literature review. Supply Chain Management: An International Journal**, v. 25, n. 2, p. 176-222, 2019. DOI: 10.1108/SCM-03-2018-0129.

ROGERS, D. S.; TIBBEN-LEMBKE, R. S. **Going backwards: reverse logistics trends and practices**. Reno: Universidade de Nevada, Reverse Logistics Executive council**,** 1999.

SILVA, L. *et al.* Resíduo sólido ontem e hoje: evolução histórica dos resíduos sólidos na legislação ambiental brasileira. **Amazon's Research and Environmental Law,** v. 5, n. 2, 2017.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

PARCERIA ENTRE A COOPERATIVA DE RECICLAGEM COOPERVAÍ E A EU RECICLO: DIAGNÓSTICO E EFETIVIDADE DA COLETA SELETIVA DE VIDRO EM ESTABELECIMENTOS DE PARANAVAÍ-PR

ARIANE MARIA MACHADO DE OLIVEIRA; MARCOS PAULO RODRIGUES DE SOUZA; ARIANA CASTILHOS DOS SANTOS TOSS SAMPAIO; BEATRIZ LONGEN ROHLING TORRES; VICTOR LEANDRO DA SILVA

Introdução: O vidro é um resíduo 100% reciclável, porém frequentemente destinado de forma inadequada em municípios de médio porte, onde a coleta seletiva é fragmentada. Em Paranavaí-PR, estabelecimentos comerciais geram volumes expressivos desse material, sobretudo garrafas long neck, sem um fluxo estruturado de destinação. Nesse cenário, firmou-se uma parceria entre a cooperativa Coopervaí e a Eu Reciclo, que disponibilizou bombonas para a separação do vidro na fonte, integrando os geradores à logística reversa e à cadeia de reciclagem local. **Objetivo:** Analisar, sob a ótica da parceria Coopervaí–Eu Reciclo, o diagnóstico inicial da geração de resíduos de vidro e a efetividade percebida do projeto de coleta com bombonas após sua implantação. **Metodologia:** Realizou-se estudo descritivo em duas etapas, com aplicação de questionários estruturados a gestores de estabelecimentos. A primeira etapa, anterior à parceria, diagnosticou a geração e o descarte de vidro em 22 estabelecimentos e subsidiou a Eu Reciclo no planejamento do projeto. A segunda avaliou a efetividade percebida junto a 13 estabelecimentos participantes, com escalas de 1 a 5 sobre redução de aterro, sustentabilidade e apoio à cooperativa. **Resultados:** No diagnóstico, 21 dos 22 estabelecimentos geravam resíduos de vidro, armazenados precariamente em caixas, sacos ou tambores, com destinação dispersa entre coletor municipal, catadores e coletores privados; 13 manifestaram disposição para aderir à coleta específica. Após a implantação, todos os 13 participantes avaliaram a iniciativa como muito positiva, atribuindo nota máxima às três dimensões analisadas. Estabelecimentos que antes enviavam vidro ao lixo comum passaram a destiná-lo corretamente, via bombonas, à Coopervaí. As dificuldades operacionais foram mínimas, e as sugestões concentraram-se na ampliação e continuidade do projeto. **Conclusão:** A parceria Coopervaí–Eu Reciclo mostrou-se efetiva ao organizar a separação do vidro na fonte, reduzir o descarte inadequado e fortalecer a cooperativa, com elevada aceitação dos estabelecimentos. Os resultados indicam potencial de replicação e expansão do modelo para outros materiais e territórios.

Palavras-chave: **BOMBONAS; LOGÍSTICA REVERSA; RESÍDUOS SÓLIDOS**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88205

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

PRINCÍPIO DA PARTICIPAÇÃO COMUNITÁRIA NO LICENCIAMENTO DO PROJETO UHE VOLTA GRANDE DO XINGU

THAWAN MACHADO DE MORAIS; RAONNY DE MORAIS SOUZA; MARIA AUGUSTA DE SOUZA GOMES; THIAGO COSTA DOS SANTOS; HELENO JOSÉ DOS SANTOS JÚNIOR; ROBSON RIBEIRO VICENTE ALVES; PATRÍCIA DE ALBUQUERQUE SOBREIRA

Introdução: O Princípio da Participação Comunitária assegura que a população afetada por decisões ambientais tenha o direito de intervir ativamente nos processos de tomada de decisão. Na Usina Hidrelétrica de Belo Monte, a região da Volta Grande do Xingu tornou-se um caso crítico referente à aplicação desse princípio. A alteração do fluxo do Rio Xingu impactou diretamente o modo de vida, a pesca e a subsistência de comunidades indígenas e ribeirinhas locais. **Objetivo**: Analisar a aplicação do Princípio da Participação Comunitária na gestão dos impactos ambientais na Volta Grande do Xingu, destacando a importância do diálogo e da consulta prévia às populações locais para a garantia de direitos socioambientais. **Metodologia**: Realizou-se pesquisa bibliográfica e descritiva com base em relatórios institucionais, decisões judiciais e literatura acadêmica sobre os processos participativos no licenciamento socioambiental do projeto hidrelétrico. **Resultados**: Constatou-se que a participação efetiva da comunidade é determinante para a legitimidade das decisões ambientais. Nos momentos em que o diálogo com os atingidos foi negligenciado ou insuficiente, surgiram conflitos socioambientais e a necessidade de intervenção do Poder Judiciário e de órgãos de proteção. A inclusão das populações afetadas na elaboração e no monitoramento das medidas mitigatórias mostrou-se essencial para preservar os recursos naturais e garantir a justiça socioambiental na região. **Conclusão**: O estudo do caso da Volta Grande do Xingu evidencia que o Princípio da Participação Comunitária não deve ser meramente formal, mas sim um processo decisório inclusivo. A escuta ativa e contínua das comunidades atingidas constitui requisito indispensável para a construção de soluções sustentáveis e para a prevenção de danos ambientais e sociais irreparáveis.

Palavras-chave: **IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS; LICENCIAMENTO AMBIENTAL; PARTICIPAÇÃO COMUNITÁRIA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88206

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ILHA DA QUEIMADA GRANDE: PRESERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE E VEDAÇÃO AO RETROCESSO ECOLÓGICO

VITÓRIA SILVA SILVEIRA; FERNANDA KARLA DA CONCEIÇÃO FONSECA; AGNOS TIAGO FILHO; MILENA VITÓRIA QUEIROZ DE JESUS; AMANDA GIOVANA QUEIROZ DOS SANTOS; PATRÍCIA DE ALBUQUERQUE SOBREIRA; ELISÂNGELA PATRÍCIA DOS SANTOS

Introdução: A Ilha da Queimada Grande, localizada no litoral do estado de São Paulo, é reconhecida por sua importância ambiental e por abrigar espécies adaptadas às condições específicas daquele território. Entre elas, destaca-se a jararaca-ilhoa, espécie endêmica da ilha e de grande relevância para a biodiversidade brasileira. Por ser um ambiente isolado, alterações significativas em seu ecossistema podem provocar consequências graves e de difícil reversão. **Objetivo:** Analisar a importância da preservação da Ilha da Queimada Grande, destacando a necessidade de proteção de seu ecossistema e sua relação com o Princípio da Vedação ao Retrocesso Ecológico, especialmente diante do risco de perda irreversível de espécies e da biodiversidade. **Metodologia:** Foi realizada pesquisa bibliográfica e documental, de caráter qualitativo e descritivo, com consulta a materiais acadêmicos, legislação ambiental e conteúdos institucionais relacionados à conservação da fauna e dos ecossistemas brasileiros. A análise concentrou-se na importância ecológica da ilha e nos possíveis impactos de sua degradação. **Resultados:** A pesquisa demonstra que a Ilha da Queimada Grande constitui um ecossistema de elevada relevância ambiental, cuja preservação ultrapassa o interesse local. A destruição ou alteração significativa desse ambiente poderia comprometer espécies adaptadas exclusivamente às suas condições, ocasionando uma perda irreparável para a biodiversidade global. Nesse contexto, o Princípio da Vedação ao Retrocesso Ecológico reforça a necessidade de impedir o enfraquecimento da proteção ambiental já alcançada. A preservação da ilha representa, portanto, não apenas a proteção de um espaço natural, mas também a garantia da continuidade de espécies que, uma vez extintas, não poderão ser recuperadas. **Conclusão:** A Ilha da Queimada Grande demonstra a importância de políticas efetivas de conservação e fiscalização ambiental. A proteção de seu ecossistema deve ser compreendida como medida essencial para evitar danos irreversíveis à biodiversidade. Dessa forma, a aplicação do Princípio da Vedação ao Retrocesso Ecológico contribui para manter os avanços na proteção ambiental e preservar esse patrimônio natural para as presentes e futuras gerações.

Palavras-chave: **BIODIVERSIDADE; CONSERVAÇÃO AMBIENTAL; ECOSSISTEMA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88242

RELAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS NO CERRADO: ARTICULAÇÕES ENTRE TEORIA E PRÁTICA.

MAÍSCILA BRAGA CABRAL; RAMOYLES RODRIGUES FREITAS; MARLUCE SILVA SOUSA; MARLEI DE FÁTIMA PEREIRA.

RESUMO

Os trabalhos de campo constituem uma importante estratégia pedagógica para a formação crítica em Educação para Ciências, ao articularem conhecimentos teóricos com a realidade observada. Este relato de experiência apresenta as contribuições de um trabalho de campo realizado na disciplina de Educação para o Desenvolvimento Sustentável e objetivou a compreensão das relações socioambientais no Cerrado. A atividade ocorreu nos municípios de Jataí, Caiapônia, Barra do Garças, Aragarças e Baliza, contemplando seis pontos de observação representativos de diferentes formas de uso e ocupação do território. A metodologia baseou-se na observação direta da paisagem, registros fotográficos, anotações em diário de campo e discussões orientadas, possibilitando a análise dos aspectos físicos, ambientais, sociais e econômicos. Os principais resultados evidenciaram os impactos da expansão do agronegócio sobre a vegetação nativa e os "recursos hídricos", processos de assoreamento e degradação de áreas de preservação permanente, além da influência do relevo e da dinâmica fluvial na organização do espaço urbano. A visita também destacou a importância das unidades de conservação para a proteção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, bem como as desigualdades socioeconômicas entre os municípios visitados e os desafios relacionados à conservação do Cerrado diante das transformações provocadas pela ocupação humana. Conclui-se que a experiência fortaleceu a integração entre teoria e prática, promovendo uma aprendizagem significativa e o desenvolvimento de um olhar crítico sobre as relações entre sociedade e natureza. Além disso, reforçou a relevância da Educação Ambiental na formação de profissionais comprometidos com a sustentabilidade e capazes de compreender a complexidade dos desafios socioambientais contemporâneos.

Palavras-chave: Educação ambiental; Trabalho de campo; Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

As atividades de campo desempenham papel fundamental na formação em Educação para Ciências e Matemática, pois aproximam os conhecimentos teóricos das realidades socioambientais observadas no território. No contexto da pós-graduação, essas experiências favorecem a construção de um olhar crítico sobre as relações entre sociedade e natureza, articulando teoria e prática.

O Cerrado, bioma onde foi realizada a atividade, destaca-se por sua elevada biodiversidade e por sua importância para a manutenção dos "recursos hídricos" brasileiros. Entretanto, a expansão das atividades agropecuárias tem provocado profundas transformações na paisagem, alterando a cobertura vegetal, o uso do solo e a dinâmica socioambiental da região.

Nesse contexto, a Educação Ambiental contribui para compreender essas transformações de forma integrada, estimulando reflexões sobre sustentabilidade, conservação e uso responsável dos "recursos naturais". As unidades de conservação e demais áreas visitadas

DOI: 10.51189/vii-coninters/88264

constituem espaços privilegiados para a aprendizagem, permitindo a observação direta dos fenômenos estudados e a construção de conhecimentos contextualizados.

Diante disso, este relato de experiência tem como objetivo apresentar as contribuições de um trabalho de campo realizada na disciplina de Educação para o Desenvolvimento Sustentável para a compreensão das relações socioambientais no Cerrado, evidenciando a importância da integração entre teoria e prática para proporcionar aos estudantes maior compreensão das relações socioambientais e relacioná-lo ao processo educacional e à busca de maior equilíbrio socioambiental.

2 RELATO DE CASO/EXPERIÊNCIA

A atividade de campo foi realizada na disciplina de Educação para o Desenvolvimento Sustentável, do Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciências e Matemática, envolvendo docentes e discentes em uma proposta de observação e investigação no Cerrado. O percurso contemplou os municípios de Jataí, Caiapônia, Aragarças, Baliza (GO) e Barra do Garças (MT), abrangendo diferentes paisagens naturais e formas de ocupação do território.

A metodologia baseou-se na observação direta, registros fotográficos, anotações em diário de campo, discussões coletivas e diálogos com as docentes e o guia local, possibilitando a análise dos fenômenos socioambientais e sua articulação com os conteúdos teóricos da disciplina.

O roteiro foi organizado em seis paradas investigativas: no Chapadão entre Jataí e Caiapônia, analisaram-se o relevo e a agricultura mecanizada; na Praia do Orlei e no Anel Viário sobre o Rio Araguaia, a dinâmica fluvial e a ocupação das margens; no Córrego Avoadeira, em Barra do Garças, os impactos da urbanização sobre a Área de Preservação Permanente (APP); no Mirante do Cristo, na Serra Azul, a conurbação entre três cidades: Barra do Garças, Aragarças e Pontal do Araguaia e os vales fluviais; em Baliza, no Vale do Encantado, a biodiversidade, a importância ecológica do Cerrado e a conservação ambiental; e, por fim, na área conurbada dos três municípios (Aragarças, Pontal do Araguaia e Barra do Garças), a organização do espaço urbano, os diferentes usos do solo e a dinâmica econômica regional.

3 DISCUSSÃO

A discussão a seguir apresenta as principais observações feitas durante o trabalho de campo, organizadas de acordo com cada ponto visitado.

O chapadão entre Jataí/Caiapônia caracteriza-se por apresentar relevo plano a suavemente ondulado, com extensas áreas elevadas típicas dos chapadões do Cerrado (Sousa *et al.*, 2006), nesse local está situada a Serra do Caiapó, importante divisor de águas entre as bacias hidrográficas do Paraná e do Araguaia, a região é hoje diretamente impactada porque apresenta uma agricultura mecanizada e desenvolvida em larga escala, com destaque para o cultivo de soja, milho e outras *commodities*. Essa configuração é resultado de um processo de modernização da agricultura no Cerrado que, sobretudo a partir da década de 1970, contou com forte participação do Estado, por meio de políticas de crédito, incentivos fiscais, infraestrutura e programas voltados à expansão da produção agrícola. Para Mendonça e Thomaz Júnior (2004), esse processo favoreceu a expansão de uma agricultura empresarial voltada à produção de *commodities*, mas também provocou mudanças na paisagem, nas relações de trabalho e no acesso à terra, evidenciando que a modernização do Cerrado ocorreu de forma desigual e esteve associada à expansão dos interesses do capital sobre o território.

Observou-se em campo, a intensa transformação da paisagem do Cerrado, marcada pela substituição de áreas de vegetação nativa por áreas destinadas à produção agrícola (Imagem 1 – Parada 1). Essa transformação está relacionada ao processo de modernização da agricultura e à expansão do agronegócio, impulsionados por políticas públicas que favoreceram a ocupação e a apropriação do território pelo setor agrícola, a partir disso, como impactos socioambientais,

DOI: 10.51189/vii-coninters/88264

destacam-se a redução da vegetação nativa, a perda da biodiversidade e alterações nos "recursos hídricos". No quesito social, os dados apresentados na tabela abaixo (Tabela 1) evidenciam diferenças e semelhanças entre os municípios de Jataí, Caiapônia, Aragarças, Barra do Garças, e Baliza em relação a aspectos demográficos, econômicos e sociais.

Tabela 1 – Indicadores socioeconômicos dos municípios de Jataí, Caiapônia, Aragarças, Baliza e Barra do Garças.

Dados/Municípios	População [2022]	Salário médio mensal [2023]	PIB *per capta* [2023]	IDHM [2010]
Jataí (GO)	105.729	2,4	94.828,45	0,757
Caiapônia (GO)	16.513	2,6	88.193,41	0,693
Aragarças (GO)	18.390	1,7	19.607,04	0,732
Baliza (GO)	3.351	1,8	52.361,15	0,655
Barra do Garças (MT)	69.210	2,1	51.115,38	0,748

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2025).
Nota: Os indicadores apresentados correspondem aos diferentes anos de referência disponibilizados pelo IBGE.

Em relação à população, observa-se que Jataí apresenta o maior contingente populacional entre os municípios analisados, com 105.729 habitantes em 2022, seguido por Barra do Garças, com 69.210 habitantes. Aragarças possui 18.390 habitantes, Caiapônia, 16.513, e Baliza apresenta a menor população, com 3.351 habitantes, os dados indicam melhores condições de remuneração formal em Caiapônia.

Quanto aos indicadores econômicos, Caiapônia apresenta o maior salário médio mensal, com 2,6 salários-mínimos, seguido por Jataí, com 2,4, Barra do Garças, com 2,1, Baliza, com 1,8, e Aragarças, com 1,7. Em relação ao PIB per capita, Jataí apresenta o maior valor, com R$ 94.828,45, seguido por Caiapônia, com R$ 88.193,41, enquanto Aragarças registra o menor valor, com R$ 19.607,04. Embora esses indicadores demonstrem diferenças na dinâmica econômica dos municípios, o PIB per capita não representa a distribuição efetiva da riqueza entre a população. Além disso, maior geração de riqueza não significa necessariamente melhores condições socioambientais, pois determinadas atividades econômicas, como o agronegócio, podem aumentar a pressão sobre o solo, a água e outros "recursos naturais".

O IDHM reforça as diferenças entre os municípios, com Jataí apresentando o maior índice, de 0,757, seguido por Barra do Garças, com 0,748, Aragarças, com 0,732, Caiapônia, com 0,693, e Baliza, com 0,655. A comparação demonstra que desenvolvimento econômico e desenvolvimento humano não são necessariamente equivalentes, sendo necessário considerar também as condições de vida da população e o acesso a serviços essenciais. Sob uma perspectiva socioambiental, os dados evidenciam a importância de políticas públicas que conciliem geração de renda, redução das desigualdades, melhoria da infraestrutura e conservação dos "recursos naturais". Portanto, mais do que ampliar a produção econômica, o desafio dos municípios consiste em promover um modelo de desenvolvimento capaz de distribuir seus benefícios de forma mais equitativa e, ao mesmo tempo, reduzir os impactos sobre o ambiente e garantir melhores condições de vida para a população.

Na área observada do Rio Araguaia predominam características associadas à planície, marcada por superfícies relativamente planas e influência direta da dinâmica fluvial. Foram identificados indícios de assoreamento em alguns trechos do rio, pela formação de bancos de areia, que são conhecidos pela população como "prainha" (Imagem 1 – Parada 2). As principais fontes potenciais de sedimentos estão relacionadas ao desmatamento, processos erosivos em

áreas urbanas e rurais e ocupação inadequada das margens, assim processos como agricultura, pecuária, ocupação urbana não planejada e desmatamento influenciam diretamente o comportamento do rio.

No Córrego Avoadeira, em Barra do Garças, foram observados impactos decorrentes da expansão urbana, como ocupação irregular da Área de Preservação Permanente (APP), desmatamento da vegetação ciliar e alterações nas margens do curso d'água. Durante a visita, também foi registrada a captação de água por caminhão-pipa, utilizada para atender comunidades indígenas da região. Verificou-se que a degradação da mata de galeria compromete a proteção do solo e a qualidade da água, enquanto a impermeabilização do solo urbano intensifica o escoamento superficial, favorecendo processos erosivos e o assoreamento do córrego.

O Mirante do Cristo fica no município de Barra do Garças, mais especificamente no Parque Estadual Serra Azul em domínio Cerrado e incrustado na Serra Azul, sendo um ramal da Serra do Roncador (Povroznik Junior, 2024), deste local foi possível observar a conurbação entre Aragarças, Pontal do Araguaia e Barra do Garças. As três cidades apresentam forte integração funcional, compartilhando atividades econômicas, serviços e circulação de pessoas, favorecida pelas pontes sobre os rios Araguaia e das Garças, que conectam os municípios (Imagem 1 – Parada 4).

O relevo influenciou diretamente a ocupação humana, concentrando os assentamentos em áreas mais acessíveis e próximas aos "recursos hídricos", entretanto observamos construções aos pés das serras, o que pode ocasionar soterramento de casas em casos de desastres ambientais.

As unidades de conservação (UCs) são espaços territoriais legalmente instituídos pelo Poder Público com o objetivo de garantir a conservação da natureza e da biodiversidade. A Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), estabelece que essas áreas são divididas em dois grandes grupos: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável.

Conforme a legislação citada, as Unidades de Uso Sustentável têm como finalidade compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus "recursos naturais", permitindo a exploração de forma racional e garantindo a manutenção dos processos ecológicos e da biodiversidade (Brasil, 2000).

A Área de Proteção Ambiental Vale do Encantado é uma unidade de Uso Sustentável e segundo a Lei nº 9.985/2000, essa unidade busca conciliar a conservação ambiental com a presença humana e o desenvolvimento de atividades econômicas sustentáveis, desde que sejam respeitados os objetivos de conservação estabelecidos para sua categoria. Dessa forma, o uso dos "recursos naturais" deve ocorrer de maneira planejada, visando assegurar sua disponibilidade para as gerações presentes e futuras (Brasil, 2000).

Brasil (2000, art. 15) define a Área de Proteção Ambiental (APA) da seguinte forma:

> Art. 15. A Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (BRASIL, 2000, art. 15).

A APA do Encantado é uma propriedade particular e foi instituída pela Lei nº 14.386, de 09 de janeiro de 2003, sua regulamentação ocorreu por meio do Decreto nº 5.840, de 03 de outubro de 2003, que estabeleceu as normas para sua gestão e funcionamento (Goiás, 2003a; Goiás, 2003b).

DOI: 10.51189/vii-coninters/88264

O Cerrado destaca-se pela elevada biodiversidade e pela diversidade de formações vegetais. Suas espécies apresentam adaptações às condições climáticas, como resistência ao fogo e à seca, desempenhando papel fundamental na conservação dos "recursos hídricos" e no equilíbrio dos ecossistemas (Ribeiro; Walter, 2008).

Observou-se a presença de córregos e rios, demonstrando a importância da água na dinâmica ambiental local. A vegetação é composta por espécies características do Cerrado Rupestre, fitofisionomia relacionada a ambientes com afloramentos rochosos e solos rasos (Imagem 1 – Parada 5).

A conservação da biodiversidade do Cerrado é fundamental para a manutenção dos processos ecológicos, como a ciclagem de nutrientes, a polinização e a regulação climática, além de garantir os serviços ecossistêmicos essenciais à vida humana (Weichert *et al*., 2024). A APA possui elevada importância ecológica por conservar a biodiversidade e garantir serviços ecossistêmicos, como proteção das nascentes, regulação climática e conservação dos habitats naturais.

De acordo com Loureiro (2004), a EA deve ultrapassar ações meramente conservacionistas e promover processos educativos capazes de estimular a reflexão crítica sobre as relações entre sociedade e natureza e assim, ao visitar a Área de Proteção Ambiental, professores e professoras podem desenvolver diversas atividades de educação ambiental que favoreçam a aproximação dos estudantes com a realidade socioambiental do local. Entre as ações possíveis, destacam-se as trilhas interpretativas, nas quais os participantes podem observar a fauna, a flora, os "recursos hídricos" e as características da paisagem, relacionando esses elementos aos conteúdos trabalhados em sala de aula.

As margens do Rio Araguaia apresentam intensa apropriação urbana, evidenciando a importância histórica, econômica e cultural do rio para as cidades, porque ele desempenha funções relacionadas a agricultura, pecuária, turismo, lazer e identidade regional (Imagem 1 – Parada 6).

Foi possível identificar diferentes formas de apropriação e organização do espaço urbano nos municípios visitados. As áreas centrais apresentaram maior concentração de atividades comerciais, infraestrutura e edificações residenciais mais recentes, enquanto, nas áreas periféricas observadas, verificaram-se menor disponibilidade de infraestrutura e de atividades comerciais, além da predominância de residências com características construtivas mais antigas. Os dados socioeconômicos apresentados na Tabela 1 complementam essas observações ao evidenciarem diferenças demográficas e econômicas entre Aragarças, Pontal do Araguaia e Barra do Garças.

Essas diferenças podem ser analisadas à luz de Corrêa (1989), para quem o espaço urbano não é homogêneo, mas produzido socialmente pela atuação de diferentes agentes, cujos interesses e possibilidades de apropriação do espaço são igualmente distintos. Nessa perspectiva, a diferenciação observada entre áreas centrais e periféricas não deve ser compreendida apenas como resultado de formas distintas de ocupação, mas como expressão de processos de valorização e organização desigual do espaço urbano. A concentração de infraestrutura, serviços e atividades econômicas em determinadas áreas, em contraposição às condições menos favoráveis verificadas em outras, evidencia uma estrutura socioespacial marcada pela distribuição desigual de investimentos e oportunidades.

As observações realizadas em campo permitiram, portanto, compreender a paisagem urbana como expressão material dessas relações sociais. Mais do que diferenças na aparência das edificações ou na disponibilidade de serviços, as distintas configurações espaciais revelam formas desiguais de acesso e apropriação da cidade. Nesse sentido, a leitura proposta por Corrêa (1989) contribui para compreender que o espaço urbano é simultaneamente produto e condicionante das relações sociais, tornando visíveis, na organização da cidade, as contradições e desigualdades presentes na sociedade.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88264

Imagem 1 – Pontos de parada: 1 entre Jataí e Caiapônia, 2 "prainha", 4 Mirante do Cristo, 5 APA do Encantado e 6 Área de APP urbanizada.
Fonte: *Imagem própria*

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência do trabalho de campo possibilitou ampliar a compreensão sobre as dinâmicas socioambientais do Cerrado, ao permitir a análise integrada dos aspectos físicos, ambientais, sociais e econômicos observados ao longo do percurso. A leitura direta da paisagem evidenciou que as transformações desse espaço resultam da interação entre processos naturais e diferentes formas de apropriação e uso, historicamente condicionadas por fatores econômicos, sociais e políticos.

Entre os principais aspectos observados, destacam-se as transformações da paisagem associadas à modernização da agricultura e à expansão do agronegócio, com a substituição da vegetação nativa por áreas de produção agrícola; as alterações ambientais relacionadas aos diferentes usos da água e à ocupação das margens dos cursos d'água; a importância das unidades de conservação para a manutenção da biodiversidade do Cerrado; e a produção desigual do espaço urbano, expressa nas distintas formas de ocupação, infraestrutura e valorização das áreas analisadas.

Nesse sentido, o trabalho de campo ultrapassou a dimensão de uma visita técnica, constituindo-se como importante estratégia para articular os conhecimentos teóricos discutidos na disciplina à realidade socioambiental observada. A experiência favoreceu a compreensão das contradições presentes nas relações entre sociedade e natureza e contribuiu para a construção de uma leitura crítica do espaço geográfico. Assim, reafirma-se a relevância do trabalho de campo e da Educação Ambiental crítica na formação em Educação para Ciências e Matemática, especialmente por possibilitarem práticas educativas que problematizem as formas de apropriação da natureza e contribuam para a compreensão da complexidade dos problemas socioambientais contemporâneos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 1 jul. 2026.

CORRÊA, Roberto Lobato. **O espaço urbano**. 4. ed. São Paulo: Ática, 1989.

GOIÁS. **Decreto nº 5.840, de 3 de outubro de 2003**. Regulamenta a Lei nº 14.386, de 9 de janeiro de 2003, que criou a Área de Proteção Ambiental (APA) do Encantado, e estabelece normas para sua gestão e funcionamento. Goiânia: Governo do Estado de Goiás, 2003b. Disponível em: https://legisla.casacivil.go.gov.br/. Acesso em: 1 jul. 2026.

GOIÁS. **Lei nº 14.386, de 9 de janeiro de 2003**. Cria a Área de Proteção Ambiental (APA) do Encantado, no Município de Baliza, Estado de Goiás, e dá outras providências. Goiânia:

Governo do Estado de Goiás, 2003a. Disponível em: https://legisla.casacivil.go.gov.br/. Acesso em: 1 jul. 2026.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**. Rio de Janeiro: IBGE, [s. d.]. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/. Acesso em: 1 jul. 2026.

MENDONÇA, Marcelo Rodrigues; THOMAZ JÚNIOR, Antonio. **A modernização da agricultura nas áreas de Cerrado em Goiás (Brasil) e os impactos sobre o trabalho**. *Investigaciones Geográficas*, Ciudad de México, n. 55, p. 97-121, 2004. DOI: https://doi.org/10.14350/rig.30113.

POVROZNIK JUNIOR, Romualdo. **Pinceladas de geo-história e as potencialidades geoturísticas do Parque Estadual da Serra Azul em Barra do Garças – MT**. 2024. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual de Goiás, Goiás, 2024. Disponível em: https://bdtd.ueg.br/server/api/core/bitstreams/ffc608cf-9744-4e64-b1b4-930e315bd7f4/content. Acesso em: 19 ago. 2026.

RIBEIRO, José Felipe; WALTER, Bruno Machado Teles. **As principais fitofisionomias do bioma Cerrado**. In: SANO, Sueli Matiko; ALMEIDA, Semíramis Pedrosa de; RIBEIRO, José Felipe (ed.). **Cerrado: ecologia e flora**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2008. v. 1, cap. 6, p. 151-212.

SOUSA, Marluce Silva; SCOPEL, Iraci; PEIXINHO, Dimas Moraes; CARVALHO, Núbia Rosário. **Compartimentação geomorfológica do Sudoeste de Goiás e relação com a situação de areais**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 6., 2006, Goiânia. **Geomorfologia tropical e subtropical: processos, métodos e técnicas**. Goiânia: UGB, 2006. 11 p.

WEICHERT, Reginaldo Ferreira; NUNES, Bruna Vieira; MAZZINGHY, Ana Carolina do Carmo; COSTA, Bárbara Almeida; LOPES, Lucas Fernandes; GARCIA, Lucas Silveira; REIS, Milene da Costa; MELO, Júlio Onésio Ferreira. **Cerrado in focus: the vital role of the Cerrado in the planet's biodiversity**. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, v. 17, n. 2, e5378, 2024. DOI: https://doi.org/10.55905/revconv.17n.2-304.

OUTORGAS DE USO DA ÁGUA NO BAIXO CURSO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA: UMA ANÁLISE DA CONCENTRAÇÃO DOS VOLUMES UTILIZADOS

SAMUEL FLORÊNCIO DANTAS; ELAINE CRISTINA DA SILVA PEREIRA BRITO; HELEN BATISTA SILVA; MORGANNA EUGÊNIA SILVA SANTOS; HUGO MORAIS DE ALCÂNTARA

RESUMO

Na região do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Paraíba, a urbanização sem planejamento, a atividade industrial, os lançamentos de efluentes, a drenagem urbana e o uso de água subterrânea acrescentam pressões específicas sobre os recursos hídricos disponíveis. Objetivou-se com esse trabalho identificar a concentração dos atos administrativos de concessão de outorgas e dos volumes utilizados pelos usuários. A metodologia da pesquisa combinou análise documental, estatística descritiva e representação espacial dos pontos outorgados, com base na legislação, em documentos de planejamento e nos dados públicos da Agência Executiva de Gestão das Águas da Paraíba (AESA-PB), extraídos em 20 de julho de 2026. Foram identificados 616 atos de outorga não vencidos associados ao município de João Pessoa, PB, sendo 540 localizados na região do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Paraíba e 76 na bacia hidrográfica do rio Gramame. Foi possível identificar 526 atos de outorga após a retirada das outorgas para lançamentos de efluentes e drenagem. De acordo com o cadastro geral ou bruto, os atos de outorga somaram 101,57 milhões de m³/ano e o CR10 alcançou 92,39%. Removendo os volumes de drenagem e de efluentes, o volume outorgado reduz para 24,27 milhões de m³/ano e o CR10 para 69,75%. A diferença confirma que captações, efluentes e drenagem não devem ser agregados sem ressalvas. De acordo com os resultados obtidos verificou-se que os poços representavam 97% dos atos de outorga, mas apenas 19,4% do volume de retirada, enquanto rios e riachos reúnem aproximadamente 2,2% dos atos de outorga e 54,9% do volume de retirada. A análise também evidenciou a necessidade de identificadores únicos, dados georreferenciados e separação entre volume autorizado e volume efetivamente medido. Os resultados comprovam concentração dos volumes autorizados entre titulares, mas não demonstram concentração do consumo real, sobrealocação, insegurança hídrica ou desigualdade de acesso.

Palavras-chave: regulação hídrica; cadastro de usuários; governança ambiental.

1 INTRODUÇÃO

A bacia hidrográfica do rio Paraíba constitui um dos principais sistemas hídricos do estado da Paraíba, possui área aproximada de 20.000 km², alcança total ou parcialmente 85 municípios e população aproximada de 1,8 milhão de habitantes. Sua divisão em regiões do alto curso, Taperoá, médio curso e baixo curso da bacia hidrográfica do rio Paraíba evidencia diferenças de clima, disponibilidade da água bruta, atividades econômicas e condições ambientais que impedem tratá-la como unidade homogênea, onde pode-se observar diferentes

DOI: 10.51189/vii-coninters/88275

tipos de reservatórios, aquíferos, rios intermitentes, adutoras e água transferida pelo Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF). Na região do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Paraíba, a urbanização, a atividade industrial, os lançamentos de efluentes, a drenagem urbana e o uso de água subterrânea acrescentam pressões específicas.

Identificar a localização das outorgas de uso da água concedidas é importante para verificar o volume das retiradas de determinado manancial e unidade hidrográfica, que deve ser associada a natureza física do ato, onde o município da fonte, a área atendida após a concessão da outorga e bacia hidrográfica correspondente são referências distintas, mas estão relacionadas e não devem ser desconsideradas.

A demanda estimada atual da bacia hidrográfica do rio Paraíba é de 9.344 L/s, onde o abastecimento humano urbano corresponde por cerca de metade desse valor, com destinação relevante para a região metropolitana de João Pessoa, capital do estado da Paraíba, onde áreas irrigadas possuem elevado consumo da água (Paraíba, 2026). Essa estimativa, contudo, não deve ser confundida com volume outorgado ou uso efetivo. A demanda é uma necessidade calculada e a outorga estabelece um limite administrativo, o que difere do uso efetivo correspondente ao que foi de fato captado, lançado ou utilizado.

Na bacia hidrográfica do rio Paraíba existem conflitos de usos múltiplos da água que são facilmente identificados quando necessita-se prover as demandas para o abastecimento urbano, a irrigação, a operação de reservatórios e a regularização de usuários. Existem relatos das dificuldades do setor agropecuário para obter outorga e captações não regularizadas, bem como para garantir o abastecimento de água para a população residente em zonas urbana e rural, esta última ainda dependente de carros-pipa em períodos de seca. Esses relatos reforçam que disponibilidade de água, a autorização administrativa para o uso da água e o seu acesso efetivo são situações distintas. A elevada variabilidade hidroclimatológica nas áreas de bacias hidrográficas da região Nordeste amplia a necessidade de racionalizar autorizações, disponibilidade e capacidade de resposta institucional (Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2024; World Meteorological Organization, 2025).

O questionamento central é como as concessões de outorgas se distribuem entre setores, titulares e pontos do território analisado, além disso, até que ponto as concessões revelam concentração dos volumes autorizados? A hipótese é que poucos titulares concentram parcela expressiva do volume, sobretudo em sistemas de abastecimento de água tratada e em autorizações aos empreendimentos agropecuários e industriais de grande porte. Considera-se também a possível sub-representação de pequenos usuários, mas essa hipótese não pode ser confirmada apenas pela ausência de registros, pois existem dispensas devido ao pequeno volume de água captado ou de os usos irregulares.

A gestão integrada considera a bacia hidrográfica como espaço de conexão entre usos, usuários e decisões que frequentemente atravessam limites municipais. Para Lanna (1995), essa perspectiva permite articular planejamento, quantidade, qualidade, monitoramento e operação dos sistemas. Almeida e Curi (2016), ao discutirem instrumentos de outorga e cobrança na bacia hidrográfica do rio Paraíba, identificaram que a alocação deve ser compreendida em relação ao conjunto dos usos e às condições do sistema. Na região do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Paraíba, captações, adutoras, lançamentos e reservatórios superficiais interligam territórios distintos, sendo assim, titular, ponto outorgado e população atendida não podem ser tomados como sinônimos.

A Lei nº 9.433/1997 estabeleceu a água como bem de domínio público, reconheceu seu valor econômico e definiu a bacia como unidade territorial da política nacional. A outorga é um dos instrumentos de gestão que tem a função de assegurar controle quantitativo e qualitativo dos usos, bem como o efetivo exercício dos direitos de acesso. Em situação de escassez hídrica, a legislação prioriza o consumo humano e a dessedentação animal (Brasil,

1997). No âmbito estadual, a Lei nº 6.308/1996 instituiu a Política de Recursos Hídricos do estado da Paraíba (Paraíba, 1996).

A outorga não transfere a propriedade da água, trata-se apenas de um ato administrativo que autoriza determinado uso, dentro de limites, condições e prazos, podendo ser revisto ou suspenso nas hipóteses legais. Uma empresa de abastecimento de água pode concentrar grandes outorgas, uma atividade aquícola pode devolver parcela da água ao sistema, um lançamento de efluentes representa relação física diferente de uma captação. Conceitos como água virtual e pegada hídrica ampliam a percepção da água incorporada às cadeias produtivas, mas essa dimensão não é mensurada pelo cadastro de usuários das agências reguladoras ou de bacias (De Carli; Silva, 2025).

De acordo com Morais (2022), foram identificados usos não autorizados em trechos da bacia hidrográfica do rio Paraíba, o que evidência de que o cadastro formal não contém necessariamente todos os usos existentes. Deve-se entender que o cadastro não mede segurança hídrica. Sem as informações da disponibilidade hídrica por manancial, séries de vazões medidas, volumes de recarga e armazenamento, garantia de atendimento e uso medido não é possível estimar déficit ou pressão efetiva.

Diante desse quadro, o objetivo geral do estudo é analisar a distribuição dos atos de outorga e dos volumes autorizados na região do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Paraíba, usando registros associados ao município de João Pessoa, PB, como recorte exploratório.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa tem caráter exploratório e descritivo, com abordagem mista. Foram combinadas análise documental, estatística descritiva e representação espacial. As fontes incluíram legislação federal e estadual, estudos sobre gestão e outorga, documentos da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), o Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba e o banco público de outorgas da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA-PB). A extração empírica foi realizada em 20 de julho de 2026. A consulta encontrou 616 atos de outorga não vencidos no município de João Pessoa, PB, onde 540 atos de outorga pertenciam a região do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Paraíba e 76 à bacia hidrográfica do rio Gramame.

O tratamento distinguiu registro, processo, outorga e titular. Cada linha do banco de dados corresponde a um registro; o processo representa a tramitação; a outorga é o ato autorizativo; e o titular é a pessoa física ou jurídica vinculada ao ato. Repetições do mesmo número de outorga em processos ou períodos sucessivos foram examinadas como possíveis renovações ou reemissões, e não automaticamente como novos direitos. Os nomes dos titulares foram padronizados para reduzir duplicidades de grafia. Registros vencidos serviram somente ao controle histórico e não foram considerados.

Foram utilizados, quando disponíveis, número do processo e da outorga, titular, finalidade, vazão, volume anual, manancial, coordenadas, unidade hidrográfica, emissão, validade e situação. O volume anual foi lido diretamente do cadastro e não estimado a partir da vazão horária, por esse motivo, os rankings de vazão e de volume podem divergir. A finalidade foi mantida como cadastrada pela AESA-PB. A categoria “abastecimento público”, inclusive quando associada a pessoas físicas ou empresas privadas, foi tratada como rótulo administrativo, não como comprovação da prestação de serviço público.

A concentração foi medida por razões de concentração: CR1, CR2, CR3 e CR10 correspondem às parcelas do volume acumulado, respectivamente, pelo maior, pelos dois, pelos três e pelos dez maiores titulares. Não foram aplicados limiares de concorrência

DOI: 10.51189/vii-coninters/88275

econômica, pois o objeto não é de estabelecer relação de mercado. O indicador central, CR10, informa apenas quanto do volume autorizado está nos dez maiores titulares.

Para testar a influência das modalidades, compararam-se dois conjuntos no mesmo território: o cadastro bruto verificado na região do baixo curso do rio Paraíba, com 540 atos de outorga, e o conjunto sem lançamentos de efluentes e drenagem, com 526 atos de outorga. A interpretação seguiu três regras: volume autorizado não equivale a uso efetivo; concentração não comprova sobrealocação; e ausência cadastral não prova exclusão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao avaliar as informações de 616 emissões de outorgas no município de João Pessoa, PB, foi possível identificar que 76 pertenciam à bacia hidrográfica do rio Gramame. Assim, o município informado não bastou para definir a unidade hidrográfica de análise. A vinculação a bacia hidrográfica reduziu o universo principal a 540 atos de outorga e mostrou a importância de integrar a informação administrativa às coordenadas geográficas e ao ponto de interferência, onde 499 atos estavam classificados como abastecimento público, correspondendo a 81,01% dos registros. Em contraste, 13 atos de outorga estavam associados ao lançamento de efluentes e dois a drenagem pluvial, onde os 15 registros de outorga reuniam 64,12% do volume bruto.

As outorgas concedidas no município de João Pessoa, PB, totalizaram 120.548.882,28 m³/ano, onde a parcela correspondente ao abastecimento público foi de 35.819.296,36 m³/ano, o lançamento de efluentes a 50.473.995,80 m³/ano, drenagem igual a 26.824.322,40 m³/ano e a indústria com 71 atos concedidos de outorga com 2.387.041,66 m³/ano. Aquicultura, agroindústria, irrigação, lazer e abastecimento rural completaram as concessões.

Ainda vinculado ao cadastro de outorga do município de João Pessoa, PB, a Companhia de Água e Esgotos do Estado da Paraíba (CAGEPA) detém 64,27% do volume outorgado. A participação da CAGEPA incluía os atos de emissão de outorga de abastecimento e de lançamento de efluentes.

O exame de registros vencidos mostrou a repetição de números de outorga e vazões em processos sucessivos, indicando renovações ou reemissões. Contar cada linha histórica como direito independente ampliaria artificialmente o número de usuários. Entre os atos vigentes, os maiores valores horários incluíam efluentes, drenagem e captações, enquanto o volume anual dependia do regime de operação. Portanto, uma vazão instantânea elevada não implica, necessariamente, posição equivalente no total anual.

A análise dos extremos também expôs limitações para classificação. O rótulo abastecimento público inclui titulares de naturezas diversas, o lançamento de águas pluviais pode apresentar vazões muito altas sem representar retirada e atividades com retorno ao sistema não podem ser equiparadas a consumo líquido. A interpretação adequada exige combinar finalidade, modalidade, regime, localização e volume anual.

Restrito a região do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Paraíba, o cadastro bruto reuniu 540 atos de outorga e 101,57 milhões de m³/ano. Os lançamentos de efluentes respondiam por 49,69% do volume, e a drenagem pluvial, por 26,41%. Nesse conjunto, o CR10 atingia 92,39% e a CAGEPA concentrava 60,19%. Como mais de três quartos do volume provinham de modalidades que não expressam captação, o indicador refletia fortemente a composição administrativa e não a distribuição das retiradas.

O teste de sensibilidade manteve o território e excluiu somente efluentes e drenagem. Restaram 526 atos de outorga, que somavam 24,27 milhões de m³/ano. O CR10 caiu para 69,75%, e a participação da CAGEPA para 44,91%. A queda de 22,64% no CR10 não resulta

de mudança espacial ou temporal, mas da retirada de modalidades fisicamente distintas. Assim, o índice depende da regra de composição do universo, que deve ser explicitada antes de qualquer inferência (Quadro 1).

Quadro 1 – Sensibilidade da concentração à exclusão de efluentes e drenagem no Baixo Paraíba

Universo analítico	Atos	Volume anual registrado	CR10	Participação da CAGEPA
Baixo Paraíba – cadastro bruto	540	101,57 milhões de m³/ano	92,39%	60,19%
Baixo Paraíba – sem efluentes e drenagem	526	24,27 milhões de m³/ano	69,75%	44,91%

Fonte: elaborado pelo autor com base nos dados públicos da AESA (extração em 20 jul. 2026).

A sensibilidade do indicador confirma a necessidade de interpretar a outorga como parte de um sistema integrado de planejamento, monitoramento e regulação, e não como dado isolado. Esse resultado dialoga com Lanna (1995) e com Almeida e Curi (2016), para quem a alocação hídrica precisa ser relacionada aos diferentes usos e às condições do sistema. No recorte analisado, a simples agregação de modalidades distintas ampliava o índice e ocultava o significado físico das autorizações.

No conjunto filtrado, a CAGEPA permaneceu como maior titular, com 44,91% do volume, seguida pela Camar Camarão Maricultura, com 18,71%. Os dez maiores usuários concentravam mais de 2/3 do volume autorizado, resultado numericamente expressivo. Contudo, o índice não informa quantas pessoas são atendidas, qual parcela retorna ao sistema, quanto foi efetivamente usado ou qual é a disponibilidade do manancial. O abastecimento coletivo pode reunir muitos consumidores finais sob um titular; a aquicultura pode restituir parcela relevante da água.

Vale ressaltar a concentração administrativa dos atos de concessão de outorga na região do baixo curso da bacia hidrográfica do rio Paraíba. Os volumes nominais estão distribuídos de forma assimétrica entre titulares, mas não permite qualificar essa assimetria como apropriação indevida, ineficiência, benefício social reduzido ou injustiça. Para avançar a esse nível seriam necessários dados de consumo medido, retorno, população atendida, disponibilidade por ponto, usuários dispensados ou irregulares e condições dos atos.

A distribuição dos pontos reforça a diferença entre número de atos e volume usado. Os poços representavam aproximadamente 97% das autorizações do recorte, mas somente 19,4% do volume anual. Rios e riachos reuniam cerca de 2,2% dos atos e 54,9% do volume utilizado. O cadastro, assim, sugere muitas autorizações subterrâneas de menor porte e poucos pontos superficiais com volumes maiores. Essa descrição não mede pressão sobre aquíferos: seriam necessários dados de recarga, níveis, características hidrogeológicas e bombeamento real.

Do ponto de vista regulatório, o banco deve permitir acompanhar renovações e reemissões por identificador único, informar como o volume anual foi calculado e separar de modo inequívoco volume autorizado e volume medido. Também é recomendável revisar categorias de finalidade que agregam titulares ou operações diferentes, divulgar vazão e regime de funcionamento e oferecer coordenadas georreferenciadas. A integração entre bases de dados da AESA-PB e ANA eleva a consistência, desde que acompanhada por rastreabilidade e critérios explícitos de qualidade.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88275

Essas medidas não eliminam a necessidade de fiscalização e participação. A transparência cadastral precisa ser articulada a medições, estudos de disponibilidade, assistência à regularização e escuta aos usuários. Só então será possível investigar se a distribuição das autorizações é compatível com a oferta, os usos prioritários e as condições de acesso.

4 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que os dez maiores detentores de outorgas concentravam mais de 2/3 do volume registrado. Essa evidência caracteriza concentração administrativa dos atos, não concentração do consumo real, sobrealocação, insegurança hídrica ou desigualdade de acesso.

Recomenda-se ampliar a coleta de informações de concessões de outorga para toda a bacia hidrográfica do rio Paraíba, comparar outorgas com disponibilidade e uso medido, estimar retornos e população atendida, documentar a qualidade dos identificadores e pontos de concessão.

Por meio destas informações será possível avaliar se a concentração observada é compatível com a função pública da água, com as prioridades legais e com a sustentabilidade de cada manancial.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), por meio do Convênio CAPES/UNESP nº 951420/2023. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua, pelo apoio técnico-científico aportado até o momento

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (BRASIL). **Impacto da mudança climática nos recursos hídricos do Brasil. Brasília, DF**: ANA, 2024. 96 p. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/centrais-de-conteudos/publicacoes. Acesso em: 20 jul. 2026.

ALMEIDA, Márcia Araújo de; CURI, Wilson Fadlo. **Gestão do uso de água na bacia do Rio Paraíba, PB, Brasil com base em modelos de outorga e cobrança**. Revista Ambiente & Água, Taubaté, v. 11, n. 4, p. 989–1005, out./dez. 2016. DOI: 10.4136/ambi-agua.1820.

BRASIL. **Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997**. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Brasília, DF, 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 20 jul. 2026.

DE CARLI, Ana Alice; SILVA, José Irivaldo Alves O. **A importância da água virtual e da pegada hídrica no atual cenário de aumento de demandas por recursos hídricos**. Novos Estudos Jurídicos, Itajaí, v. 30, n. 2, p. 282–307, 2025. DOI: 10.14210/nej.v30n2.p282-307.

LANNA, Antônio Eduardo Leão. **Gerenciamento de bacia hidrográfica: aspectos conceituais e metodológicos**. Brasília, DF: IBAMA, 1995.

MACHADO, Paulo Affonso Leme. **Recursos hídricos: direito brasileiro e internacional**. São Paulo: Malheiros, 2002.

MORAIS, Edilaine Araújo de. **A outorga para o uso dos recursos hídricos na Região do Alto e Médio Curso Paraíba e as implicações quando do uso não autorizado**. 2022. 64 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos) — Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, 2022. DOI: 10.52446/ProfaguaCDSA.2022.D.Morais.

PARAÍBA. **Lei nº 6.308, de 2 de julho de 1996**. Institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, suas diretrizes e dá outras providências. João Pessoa, 1996.

PARAÍBA. Secretaria de Estado da Infraestrutura e dos Recursos Hídricos; AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba: RP-04 — Diagnóstico da Bacia, Tomo III**. Revisão final. Elaborado pela COBRAPE. João Pessoa, mar. 2025. Publicado em 2026. Disponível em: https://www.aesa.pb.gov.br/assets/uploads/2026/04/Tomo-III.pdf. Acesso em: 20 jul. 2026.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **State of Global Water Resources 2024**. Geneva: WMO, 2025. WMO-Nº. 1380. Disponível em: https://wmo.int/resources/publication-series/state-of-global-water-resources/state-of-global-water-resources-2024. Acesso em: 20 jul. 2026.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO E SUA INFLUÊNCIA NA GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA BOVINOCULTURA

GIOVANNA BELLINA; FABIANA COSTA DE ARAUJO SCHUTZ

Introdução: A bovinocultura possui papel estratégico na economia brasileira, destacando-se pela produção de alimentos e pela participação nas exportações de carne bovina. Entretanto, a atividade depende diretamente da disponibilidade de recursos naturais, especialmente da água, utilizada na manutenção das pastagens, produção de alimentos para os animais e demais etapas da cadeia produtiva. **Objetivo:** Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar a distribuição da precipitação e sua influência na gestão dos recursos hídricos na bovinocultura da região Oeste do Paraná. **Metodologia:** A pesquisa foi desenvolvida nos municípios de Cascavel, Céu Azul, São Miguel do Iguaçu e Foz do Iguaçu, selecionados em função da disponibilidade de dados pluviométricos e da relevância das atividades agropecuárias na região. Os dados de precipitação foram obtidos na plataforma Hidroweb, da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), considerando o período de 2014 a 2024. Posteriormente, os dados foram organizados em planilhas eletrônicas e submetidos a análises estatísticas descritivas, considerando a média de dias chuvosos, a precipitação média mensal e a precipitação média anual. **Resultado:** Os resultados indicaram elevada disponibilidade pluviométrica na região estudada, com médias anuais entre 1.589,72 e 1.757,22 mm. Foz do Iguaçu apresentou a maior precipitação média anual, enquanto Céu Azul registrou o menor valor. São Miguel do Iguaçu apresentou a maior frequência média de dias chuvosos, com 6,25 dias por mês. A regularidade das precipitações representa um fator relevante para a manutenção das pastagens e para a produção agrícola destinada à alimentação animal, contribuindo para a estabilidade da atividade pecuária. **Conclusão:** Dessa forma, o monitoramento da precipitação pode constituir importante ferramenta para o planejamento e a gestão dos recursos hídricos na bovinocultura, contribuindo para práticas produtivas mais eficientes e ambientalmente sustentáveis. Além disso, a adoção de estratégias de armazenamento, uso racional da água e manejo adequado das áreas produtivas pode reduzir vulnerabilidades associadas à irregularidade das chuvas, fortalecendo a segurança hídrica e a sustentabilidade dos sistemas de produção pecuária regionais.

Palavras-chave: **BOVINOCULTURA; GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS; PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88302

SUSTENTABILIDADE E AS DIMENSÕES DO CONCEITO DE RISCO: CÁLCULO, DECISÃO E EXPOSIÇÃO

MATHEUS FELIPE CIMINO MOTA ROCHA; LUIZ ANTÔNIO STAUB MAFRA

RESUMO

O conceito de risco assumiu crescente relevância nas sociedades modernas à medida que acontecimentos futuros passaram a ser compreendidos não apenas como fatalidades, mas como possibilidades sujeitas à previsão, à estimativa e ao cálculo. Embora sua formulação moderna esteja fortemente associada à dimensão probabilística, a literatura analisada demonstra que sua compreensão não se restringe a ela. O estudo buscou analisar a formação do conceito de risco e sua relação com os aspectos sociais e institucionais, para além de sua faceta relacionada à calculabilidade. Para isso, desenvolveu-se uma revisão bibliográfica orientada por raciocínio indutivo, cujo percurso metodológico consistiu na aproximação de autores que discutem o risco sob perspectivas técnicas e sociais, permitindo identificar conexões entre calculabilidade, processos decisórios, comunicação, condições de exposição e vulnerabilidade. Os resultados indicam que o risco, como cálculo, envolve a tentativa de estimar acontecimentos futuros por probabilidades, modelos e previsões, sem eliminar por completo a incerteza. Como decisão, envolve escolhas no presente e atribuição de suas possíveis consequências futuras, evidenciando assimetrias entre quem decide e quem pode ser afetado. Como exposição, direciona a análise às condições que tornam pessoas, grupos e territórios mais suscetíveis aos danos, destacando a importância da informação e da comunicação sobre os riscos, das condições de vulnerabilidade e das capacidades de resposta e proteção preexistentes. A integração e a articulação dessas categorias permitem compreender que a análise do risco não se encerra em sua mensuração técnica, pois também envolve processos sociais e institucionais relacionados às decisões que influenciam a produção dos riscos, a sua gestão e a distribuição dos possíveis danos. Nesse sentido, o estudo dialoga com a sustentabilidade em sentido amplo, pois os riscos produzidos ou ampliados por atividades humanas, processos produtivos e decisões institucionais podem comprometer pessoas, comunidades, territórios e o meio ambiente, aproximando-se também da sustentabilidade social ao abordar os aspectos da vulnerabilidade e da distribuição desigual dos riscos. Conclui-se, dentro das limitações deste trabalho, que a compreensão ampliada do conceito de risco exige considerar conjuntamente conhecimento técnico, processos decisórios, graus de exposição, acesso à informação, condições de comunicação e níveis de vulnerabilidade.

Palavras-chave: Ameaça; Incerteza; Vulnerabilidade.

1 INTRODUÇÃO

O risco tornou-se uma categoria relevante para compreender as transformações das sociedades modernas e os efeitos produzidos pelo desenvolvimento científico, tecnológico, econômico e social. Embora perigos, acidentes e desastres sempre tenham acompanhado a humanidade, a modernidade modificou a maneira de interpretá-los, ampliando a expectativa de que acontecimentos futuros possam ser conhecidos, estimados, prevenidos e administrados. Nesse contexto, o risco deixa de estar associado apenas à fatalidade e passa a integrar processos de cálculo, planejamento e decisão.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88384

Essa discussão ganha maior importância quando se considera que o próprio desenvolvimento da sociedade também passou a produzir novas ameaças. Beck (2011) demonstra que a modernização não está associada apenas à produção de riquezas, mas também à produção social de riscos. A expansão tecnológica e produtiva, portanto, ao mesmo tempo em que amplia as possibilidades de desenvolvimento, pode produzir consequências indesejadas capazes de atingir pessoas, territórios e o meio ambiente. Segundo Beck (2011), na denominada sociedade de risco, muitos desses efeitos possuem origem nas próprias ações e decisões humanas, o que amplia a necessidade de compreender como são produzidos, conhecidos e administrados.

A discussão sobre as causas dos desastres também demonstra que a existência de uma ameaça, isoladamente, não explica sozinha a dimensão dos danos produzidos eles também dependem de outros fatores. Wisner *et al.* (2004) destacam que os sistemas sociais participam da produção dos desastres ao criarem ou ampliarem condições de vulnerabilidade. Dessa forma, compreender um desastre exige considerar não apenas a ameaça ou o evento desencadeador, mas também as condições sociais, econômicas, institucionais e territoriais que tornam determinados grupos mais expostos e menos capazes de antecipar, enfrentar, resistir e se recuperar de seus impactos.

A partir dessas contribuições, a discussão sobre o risco também pode ser aproximada da sustentabilidade em sentido amplo. Beck (2011) demonstra que o próprio processo de modernização produz riscos, enquanto Wisner *et al.* (2004) evidenciam que seus efeitos são condicionados pelas situações de vulnerabilidade. Renn (2008) destaca que a gestão do risco deve contemplar a redução dessas vulnerabilidades, e a UNDRR (2017) associa a gestão de riscos de desastres à prevenção de novos riscos, à redução dos existentes e à gestão dos riscos residuais. Sob essa perspectiva, prevenir riscos capazes de comprometer pessoas, comunidades, territórios e o meio ambiente constitui um ponto de aproximação entre a discussão desenvolvida neste trabalho e a sustentabilidade.

Diante desse contexto, o objetivo deste estudo é analisar a formação do conceito de risco e sua ampliação para além da dimensão da calculabilidade, analisando suas relações com os processos de decisão, exposição e vulnerabilidade a partir do diálogo entre diferentes contribuições teóricas.

2 METODOLOGIA

Este estudo foi desenvolvido por meio de uma revisão bibliográfica sobre a temática do risco, conduzida por raciocínio indutivo. O percurso não seguiu um protocolo sistemático ou exaustivo de busca, pois o objetivo não consistiu em mapear toda a produção científica sobre o tema, mas em aprofundar progressivamente a compreensão do conceito. A seleção dos autores ocorreu a partir de sua pertinência para a discussão e do próprio encadeamento das leituras, com a incorporação de novas perspectivas à medida que eram identificadas conexões teóricas relevantes.

As primeiras leituras concentraram-se na formação moderna do conceito de risco, na probabilidade, no cálculo e nos limites da previsão, especialmente a partir de Bernstein (2011), Zinn (2008), Renn (2008), Lupton (2013) e Luhmann (2005). O aprofundamento do tema conduziu a abordagens relacionadas à decisão, responsabilidade e assimetria entre aqueles que decidem e aqueles que podem ser afetados, com destaque para Luhmann (2005), Japp e Kusche (2008), Beck (2011), Renn (2008) e Borraz (2014). Posteriormente, foram incorporadas discussões sobre exposição, vulnerabilidade, informação e comunicação, principalmente a partir de Beck (2011), Renn (2008), Boholm (2015) e Wisner *et al.* (2004).

O cruzamento dessas contribuições permitiu identificar pontos de aproximação posteriormente organizados em três categorias analíticas: risco como cálculo, risco como decisão e risco como exposição. As categorias não foram estabelecidas previamente como uma

DOI: 10.51189/vii-coninters/88384

classificação das teorias do risco, mas resultaram do percurso de leitura e da identificação progressiva de conexões entre as perspectivas analisadas. Vulnerabilidade e comunicação foram incorporadas à discussão da exposição por estarem relacionadas às condições de proteção e às possibilidades de resposta diante das ameaças.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Risco como cálculo

A primeira dimensão sobre o conceito de risco identificada na literatura está relacionada à tentativa moderna de tornar acontecimentos futuros passíveis de cálculo, previsão e administração. Bernstein (2011) associa essa transformação ao desenvolvimento da probabilidade e à mudança na forma como as sociedades passaram a se relacionar com o futuro. Para o autor, "a ideia revolucionária que define a fronteira entre os tempos modernos e o passado é o domínio do risco" (Bernstein, 2011, p. 1). Essa ruptura é sintetizada posteriormente na afirmação de que "o risco é uma opção, e não um destino" (Bernstein, 2011, p. 8).

Em direção semelhante, Zinn (2008) afirma que um pressuposto das abordagens sobre o risco é a distinção entre realidade e possibilidade. Enquanto o dano, o acidente ou o desastre correspondem a acontecimentos já materializados, o risco permanece relacionado a uma possibilidade futura considerada relevante no presente. Desse modo, mesmo antes de ocorrer, determinado acontecimento pode orientar cálculos, expectativas, decisões e medidas preventivas (Zinn, 2008). Essa dimensão antecipatória do risco encontra expressão mais objetiva em sua acepção técnico-probabilística. Zinn (2008) associa essa perspectiva à consideração conjunta da probabilidade de ocorrência e da extensão de um evento indesejado.

Renn (2008, p. 2, tradução nossa) amplia essa compreensão ao afirmar que toda definição de risco envolve "resultados que têm um impacto sobre o que os humanos valorizam; a possibilidade de ocorrência (incerteza); e uma fórmula para combinar ambos os elementos". A formulação demonstra que o cálculo não considera apenas a chance abstrata de determinado evento, mas também suas consequências e aquilo que poderá ser atingido.

A transformação da incerteza em probabilidades, índices, modelos e estimativas, contudo, possui limites. Zinn (2008) observa que cálculos técnico-probabilísticos apresentam maior consistência quando se apoiam em um número elevado de acontecimentos e quando há alguma comparabilidade entre as condições passadas e futuras. Quando esses pressupostos não estão presentes, estimativas dependem de modelos e inferências que organizam a incerteza sem necessariamente eliminá-la. Bernstein (2011) também chama atenção para os limites da utilização de experiências passadas na orientação de decisões futuras, especialmente diante da possibilidade de acontecimentos inéditos e raros. Lupton (2013), por sua vez, ressalta que a confiança atribuída aos números pode produzir uma sensação de controle sobre processos que continuam sujeitos à incerteza. Na mesma direção, Luhmann (2005) observa que a avaliação do risco depende do contexto e que o aumento do conhecimento não significa necessariamente o desaparecimento daquilo que permanece desconhecido.

Os limites apontados não retiram a importância da calculabilidade, mas impedem que ela seja confundida com domínio pleno do futuro. Probabilidades, modelos e estimativas oferecem instrumentos para antecipar acontecimentos e orientar a avaliação do risco, enquanto a incerteza permanece como parte desse processo (Bernstein, 2011; Zinn, 2008; Renn, 2008; Lupton, 2013; Luhmann, 2005).

3.2 Risco como decisão

Para compreender esse deslocamento da análise da mensuração do risco para as decisões tomadas diante dele, parte-se de Luhmann (2005), para quem a distinção entre risco e perigo está relacionada à forma como o possível dano é atribuído. Segundo o autor, "no caso do risco,

as perdas que podem ocorrer no futuro são atribuídas às decisões tomadas" (Luhmann, 2005, p. 101, tradução nossa). Já no caso do perigo, Luhmann (2005) explica que o possível dano não é atribuído a uma decisão daquele que poderá ser afetado. Em diálogo com essa perspectiva, Japp e Kusche (2008) explicam que o perigo corresponde às situações em que o possível dano é percebido como proveniente de uma causa externa àquele que poderá ser afetado. Assim, uma mesma ameaça pode ser compreendida como risco por quem participa da decisão e como perigo por quem está sujeito às suas possíveis consequências sem ter participado dessa escolha.

Essa formulação permite relacionar o risco às escolhas realizadas no presente. Zinn (2008, p. 174, tradução nossa), ao discutir a teoria dos sistemas, afirma que o risco é "imanente a todas as decisões". Japp e Kusche (2008, p. 88, tradução nossa) seguem direção semelhante ao afirmarem que "toda alternativa possível na tomada de decisão é arriscada", uma vez que decidir significa selecionar uma alternativa diante de outras possíveis e lidar com consequências que permanecem incertas.

Além da escolha, essa perspectiva evidencia diferenças entre aqueles que participam das decisões e aqueles que podem ser atingidos por seus efeitos. Japp e Kusche (2008, p. 88, tradução nossa) afirmam que "alguns calculam um risco, enquanto outros se veem como vítimas desse cálculo". Na mesma passagem, sintetizam essa assimetria ao registrar que "os riscos assumidos por alguns tornam-se perigos para outros" (Japp; Kusche, 2008, p. 88, tradução nossa).

Renn (2008) também relaciona o risco à agência e à escolha. Para o autor, selecionar alternativas implica considerar e ponderar oportunidades e riscos associados às opções disponíveis. Assim, a gestão do risco não se limita à produção de informações técnicas, pois também envolve escolhas realizadas diante dessas informações e das possíveis consequências relacionadas a cada alternativa (Renn, 2008). Outro aspecto importante é que os processos decisórios não se restringem às ações efetivamente praticadas. Zinn (2008, p. 174, tradução nossa) destaca a importância de observar "como eventos são atribuídos a decisões ou não decisões de entidades sociais". Nesse sentido, as consequências futuras podem estar relacionadas tanto a escolhas expressas quanto à permanência de determinada situação, pela ausência de ação ou pela omissão diante de alternativas possíveis de atuação.

Como parte do processo decisório, a dimensão institucional do risco também aparece em Borraz (2014). Para o autor, uma atividade não se constitui como questão de risco apenas pela existência de uma ameaça, mas por meio de um processo no qual ela deixa de ser percebida como situação rotineira, ganha visibilidade e contestação, passa pela avaliação de especialistas e chega ao campo das decisões institucionais. Ao final desse percurso, o risco tende a ser normalizado ou institucionalizado, passando a ser administrado por instrumentos, normas, procedimentos e rotinas de gestão, controle, monitoramento e regulação (Borraz, 2014). Nesse processo, a incerteza é progressivamente enquadrada de maneira a tornar-se objeto de conhecimento e gestão, o que se relaciona à afirmação do autor de que "enquanto o risco é administrável, a incerteza não é" (Borraz, 2014, p. 112).

Nesse mesmo contexto de produção social dos riscos, Beck (2011) situa essas decisões no interior do próprio processo de modernização. Para o autor, "na modernidade tardia, a produção social de riqueza é acompanhada sistematicamente pela produção social de riscos" (Beck, 2011, p. 23). Além disso, os riscos dependem de interpretações causais e estão "abertos a processos sociais de definição" (Beck, 2011, p. 27). Sua identificação e administração, portanto, não ocorrem exclusivamente no plano técnico, mas também são atravessadas por processos sociais e institucionais.

3.3 Risco como exposição

A discussão sobre exposição direciona a atenção para aqueles que podem ser atingidos pela materialização das ameaças. Beck (2011) observa que os riscos modernos também estão

sujeitos a processos de distribuição social. Segundo o autor, "risco, assim como riquezas, são objeto de distribuição, constituindo igualmente posições — posições de ameaça ou posições de classe" (Beck, 2011, p. 31). Entretanto, enquanto as riquezas representam bens desejados, os riscos constituem ameaças e consequências que tendem a ser evitadas (Beck, 2011).

A exposição torna-se ainda mais complexa diante da característica frequentemente invisível dos riscos contemporâneos. Beck (2011, p. 27) afirma que os riscos modernos podem permanecer "no mais das vezes fundamentalmente invisíveis" e sujeitos a processos sociais de definição. Em determinadas situações, "aquilo que prejudica a saúde e destrói a natureza é frequentemente indiscernível à sensibilidade e aos olhos de cada um" (Beck, 2011, p. 32), tornando necessário o conhecimento especializado para a identificação de ameaças que não podem ser percebidas diretamente. Segundo Beck (2011, p. 32), muitos desses riscos dependem dos "'órgãos sensoriais' da ciência — teorias, experimentos, instrumentos de medição" para se tornarem visíveis. Dessa forma, sujeitos potencialmente atingidos podem depender de especialistas, instituições, instrumentos e formas de comunicação para conhecer a existência ou a gravidade de determinada ameaça.

Neste contexto, a discussão sobre exposição aproxima-se diretamente do conceito de vulnerabilidade. Wisner *et al.* (2004) questionam explicações dos desastres centradas exclusivamente no evento desencadeador e destacam a importância das condições sociais que tornam determinados grupos mais suscetíveis aos danos. Segundo os autores, "para compreender os desastres, devemos conhecer não apenas os tipos de ameaças que podem afetar as pessoas, mas também os diferentes níveis de vulnerabilidade de diferentes grupos de pessoas" (Wisner et al., 2004, p. 7, tradução nossa). Para Wisner *et al.* (2004, p. 11, tradução nossa), vulnerabilidade corresponde às "características de uma pessoa ou grupo e de sua situação que influenciam sua capacidade de antecipar, enfrentar, resistir e recuperar-se do impacto de uma ameaça natural". Assim, a vulnerabilidade não se limita à presença física diante da ameaça, mas envolve diferentes capacidades de antecipação, proteção, resistência e recuperação. Os autores também ressaltam que os indivíduos "não são igualmente capazes de acessar recursos e oportunidades; tampouco estão igualmente expostos às ameaças" (Wisner *et al.*, 2004, p. 6-7, tradução nossa). Essa formulação reforça que a materialização do risco não ocorre sobre uma sociedade homogênea, pois diferentes grupos apresentam condições distintas de proteção e enfrentamento.

No modelo *Pressure and Release*, Wisner *et al.* (2004) representam o risco de desastre a partir da relação entre ameaça e vulnerabilidade. O objetivo dessa formulação não é estabelecer uma equação matemática rígida, ou resumir a aspectos de causa e efeito, mas demonstrar que uma ameaça, isoladamente, não explica a sua ocorrência, enfim sua materialização em desastre. Segundo os autores, a vulnerabilidade encontra-se enraizada em processos sociais e causas que podem estar distantes do próprio evento de desastre (Wisner *et al.*, 2004).

Essa perspectiva aproxima exposição e vulnerabilidade da comunicação de risco. Renn (2008, p. 222, tradução nossa) afirma que "não é suficiente restringir o processo de comunicação a uma discussão sobre probabilidades e consequências". Para o autor, a comunicação também deve considerar questões como a voluntariedade da exposição, as possibilidades de controle pessoal, a gestão das consequências e as formas pelas quais acontecimentos catastróficos podem ser evitados. Renn (2008) também destaca a importância da confiança nesse processo. Em uma sociedade na qual grande parte das informações sobre riscos é recebida de forma indireta, a confiança constitui elemento relevante para a comunicação e a coordenação social. Essa questão adquire maior importância em riscos técnicos ou pouco perceptíveis, nos quais os afetados não conseguem verificar diretamente a ameaça, o que dialoga diretamente com as proposições de Beck (2011) sobre a necessidade de intermediação científica e institucional para a percepção das ameaças imperceptíveis aos sentidos.

Boholm (2015) igualmente compreende a comunicação como processo social e organizacional. Para a autora, o entendimento e a gestão dos riscos estão incorporados às rotinas organizacionais e são influenciados pela confiança, responsabilidade, experiência e conhecimento. Além disso, circunstâncias políticas, econômicas, ideológicas, culturais e históricas interferem no modo como mensagens de risco são compreendidas (Boholm, 2015). A aproximação entre exposição, vulnerabilidade e comunicação permite ampliar a análise para além da simples localização das pessoas diante de uma ameaça. As contribuições examinadas demonstram que também precisam ser consideradas as condições de conhecimento, informação, proteção e capacidade de resposta dos sujeitos expostos (Beck, 2011; Renn, 2008; Boholm, 2015; Wisner *et al.*, 2004).

A discussão sobre exposição e vulnerabilidade também permite aproximar o risco do conceito de sustentabilidade. Beck (2011) chama atenção para ameaças produzidas pelo próprio processo de modernização, enquanto Wisner *et al.* (2004) demonstram que os efeitos de uma ameaça dependem das condições sociais que tornam determinados grupos mais ou menos vulneráveis. A partir dessas contribuições, pode-se compreender que riscos produzidos pelas atividades humanas, quando associados a condições de vulnerabilidade, podem produzir consequências sobre pessoas, comunidades e territórios. A redução das vulnerabilidades e o fortalecimento das capacidades de proteção e resposta, por sua vez, constituem elementos relevantes para a prevenção e a gestão dos riscos (Renn, 2008; UNDRR, 2017). Essa articulação permite aproximar a discussão desenvolvida neste estudo da sustentabilidade em sentido amplo.

4 CONCLUSÃO

A revisão realizada indica que compreender o risco apenas por sua dimensão técnico-probabilística é insuficiente para explicar como ameaças são efetivamente administradas. O cálculo permanece indispensável para estimar acontecimentos futuros, mas o conhecimento produzido a partir dele não possui capacidade preventiva de forma automática. Entre a identificação de um risco e a proteção diante de suas possíveis consequências existem decisões, responsabilidades, formas de comunicação e diferentes condições de vulnerabilidade.

Uma constatação que emerge desta análise é que falhas de prevenção não decorrem necessariamente da ausência de informação. Elas também podem surgir da forma como o conhecimento disponível é interpretado, institucionalizado, comunicado ou convertido em ação. Outro ponto é que um cálculo tecnicamente consistente possui alcance limitado quando não se traduz em decisões capazes de reduzir a exposição e ampliar as condições de proteção dos sujeitos afetados.

Desta forma, organização da análise do conceito de risco em três categorias, cálculo, decisão e exposição, constitui uma forma de aproximar contribuições teóricas distribuídas na literatura, sem pretender estabelecer uma classificação definitiva das teorias do risco. Um ponto importante é que essa leitura também possibilita dialogar com os estudos a respeito da sustentabilidade em sentido amplo, uma vez que riscos produzidos ou ampliados por atividades humanas e decisões institucionais podem comprometer pessoas, comunidades, territórios e o meio ambiente. Neste sentido, a prevenção passa a envolver não somente conhecimento técnico, mas a capacidade de evitar que decisões presentes ampliem ameaças e vulnerabilidades futuras.

Como limitação, a revisão executada neste estudo não pretendeu abranger todas as correntes teóricas dedicadas ao risco nem seguiu um protocolo sistemático de seleção bibliográfica. O aprofundamento da pesquisa poderá ampliar o diálogo com outras perspectivas e aplicar as categorias propostas a situações empíricas, observando como cálculo, decisão e exposição se relacionam em contextos concretos de produção e gestão dos riscos.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88384

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BECK, Ulrich. **Sociedade do risco**: rumo a uma outra modernidade. 2. ed. São Paulo: Editora 34, 2011. 384 p.

BERNSTEIN, Peter L. **Desafio aos deuses**: a fascinante história do risco. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

BOHOLM, Åsa. **Anthropology and risk**. London; New York: Routledge, 2015.

BORRAZ, Olivier. **O surgimento das questões de risco**. Sociologias, Porto Alegre, v. 16, n. 35, p. 106-137, jan./abr. 2014. Disponível em: https://www.scielo.br/j/soc/a/77NzfHCtJ8JMWXKRnTxg8vC/. Acesso em: 25 junho 2026.

JAPP, Klaus P.; KUSCHE, Isabel. **Systems theory and risk**. In: ZINN, Jens O. (ed.). Social theories of risk and uncertainty: an introduction. Malden: Blackwell Publishing, 2008. p. 76-105.

LUHMANN, Niklas. **Risk**: a sociological theory. With a new introduction by Nico Stehr and Gotthard Bechmann. New Brunswick: Transaction Publishers, 2005.

LUPTON, Deborah. **Risk**. 2. ed. London; New York: Routledge, 2013.

RENN, Ortwin. **Risk governance**: coping with uncertainty in a complex world. London: Earthscan, 2008.

UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION (UNDRR). **The Sendai Framework Terminology on Disaster Risk Reduction**: Disaster risk management. Geneva: UNDRR, 2017. Disponível em: https://www.undrr.org/terminology/disaster-risk-management. Acesso em: 1 junho 2026.

WISNER, Ben; BLAIKIE, Piers; CANNON, Terry; DAVIS, Ian. **At risk**: natural hazards, people's vulnerability and disasters. 2. ed. London; New York: Routledge, 2004.

ZINN, Jens O. (ed.). **Social theories of risk and uncertainty**: an introduction. Malden: Blackwell Publishing, 2008.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88384

ASSISTÊNCIA TÉCNICA A AGRICULTORES FAMILIARES NA REGIÃO AGRESTE DO RIO GRANDE DO NORTE: RELATO DE EXPERIÊNCIA PRÁTICA NO CAMPO

FRANCISCO EDUARDO SILVA DA HORA; VANDA MARIA DE LIRA; MURILO DOS SANTOS FERREIRA

RESUMO

A agricultura familiar vem ganhando cada vez mais espaço no cenário agrícola brasileiro, fato que pode ser observado em razão de seu potencial na produção de alimentos e na geração de empregos. Nesse contexto, diversos produtores, por meio do uso de tecnologias voltadas à agricultura aliada à assistência técnica especializada, têm obtido grandes resultados. Sendo assim, parte desse público carece de assessoria agrícola qualificada para o aprimoramento e desenvolvimento das unidades de produção, uma vez que esse acompanhamento contribui para a diminuição dos custos, redução de problemas, melhor qualidade de vida, melhoria do manejo e aproveitamento do solo, além do aumento da produtividade de áreas cultivadas. As atividades foram realizadas no período de 03 de setembro a 28 de novembro de 2025. As atividades foram desenvolvidas junto à empresa MF AGRO ACESSORIA E CONSULTORIA AGRÍCOLA. O início das atividades ocorreu de forma prática, incluindo visitas técnicas a propriedades rurais situadas em municípios circunvizinhos da região Agreste do Rio Grande do Norte. As atividades desenvolvidas compreenderam visitas técnicas, monitoramentos fitossanitários, recomendação de insumos, coleta de materiais, acompanhamento das atividades agrícolas, planejamento estratégico e gestão da unidade de produção. Todo o manejo agronômico desenvolvido foi direcionado para as culturas da batata-doce, mandioca e milho, conforme as necessidades identificadas em cada área de cultivo. Com base nas visitas realizadas, a experiência prática contribuiu significativamente para o aprimoramento das habilidades técnicas desenvolvidas ao longo da formação acadêmica. A vivência possibilitou o contato direto com a realidade dos produtores assistidos pela MF AGRO, permitindo o fortalecimento da formação profissional como futuro Engenheiro Agrônomo.

Palavras-chave: Cultivo; Habilidades técnicas; Produtores.

1 INTRODUÇÃO

A agricultura é uma atividade econômica responsável pela produção de alimentos. Seu marco inicial ocorreu com o uso de terras férteis nos vales dos rios, onde foram desenvolvidos técnicas e procedimentos que tornaram os solos produtivos; a fim de obter maior produtividade. A agricultura constitui a base da alimentação das populações rural e urbana (Lima; Silva; Iwata, 2019). Desde o início da industrialização e o fortalecimento das cidades, a agricultura passou a necessitar de inovações técnicas.

Conforme (Silva; Nunes, 2022), a agricultura familiar e de produção enquanto modo de vida, obteve seu desenvolvimento de forma dinâmica fundamentada na sustentabilidade. Esse sistema agrícola tem como perfil abrangente pequenos produtores, com mão de obra predominantemente familiar, propriedades de pequeno porte e grande variabilidade de produtos (Lima; Bessa; Salomão, 2024).

DOI: 10.51189/vii-coninters/88388

Para o avanço deste modo de produção, o mercado necessita de bons profissionais para o preenchimento das atividades do setor agrícola. Atrelado a isso, para um bom profissional das ciências agrárias, a escolha de uma área de atuação, na maioria das vezes, é bastante incerta e traz consigo momentos de identificação, reflexão e análise, além da necessidade de compreender o futuro mercado de trabalho. Assim, é preciso alinhar não apenas conhecimentos e habilidades, mas também a projeção futura como profissional técnico capacitado. Com isso, o estágio é uma ferramenta eficaz para que o futuro profissional possa aprimorar os conhecimentos acadêmicos adquiridos, manter contato direto com produtores e especialistas e, assim, desenvolver uma base construtiva e sólida.

Este estudo tem como finalidade relatar a experiência adquirida durante o período de realização do estágio na área agronômica, por meio da assistência técnica a pequenos produtores da região Agreste do estado do Rio Grande do Norte, que cultivam mandioca e batata-doce.

2 RELATO DE CASO/EXPERIÊNCIA

O estágio foi realizado na empresa MF AGRO, prestadora de consultoria agrícola situada na região dos municípios circunvizinhos atendidos; no período entre 3 de setembro a 28 de novembro de 2025, e, as atividades foram executadas conforme descrição:
Atividade 1: Visita a uma propriedade rural em Passa e Fica – RN; **Atividade 2:** Visita a uma propriedade rural em Lagoa de Pedras – RN; **Atividade 3:** Assessoria agrícola em uma propriedade rural em Serrinha – RN; **Atividade 4:** Cadastro de dados de produção; **Atividade 5:** Coletas de solo; **Atividade 6:** Monitoramento agrícola.

3 DISCUSSÃO

A primeira atividade consistiu em uma visita a uma propriedade com área de produção de mandioca e área de 9,5 hectares, com aproximadamente 120 dias após o plantio da cultura. Antes da implantação da mandioca, foi realizada adubação de fundação. Durante a visita, foi efetuado o monitoramento em pontos estratégicos para o controle de pragas e doenças, utilizando-se um microscópio portátil acoplado à câmera de um celular, com zoom ajustável entre 60× e 100×, para melhor visualização.

Por meio da diagnose foliar, foram identificados sintomas relacionados à deficiência de alguns micronutrientes, como ferro (Fe) e manganês (Mn), observados principalmente nas folhas jovens, que apresentavam clorose internervais. Foram identificadas manchas de solo em determinados locais da área de produção, porém sem impacto significativo no desenvolvimento da cultura.

Durante o monitoramento, foram verificados problemas fitossanitários envolvendo mosca-branca, percevejo, pulgão e moscas-das-galhas. Para o controle da mosca-branca, do percevejo e do pulgão, recomendou-se o uso do inseticida Oberon, associado a aminoácidos para auxiliar na recuperação da lavoura.

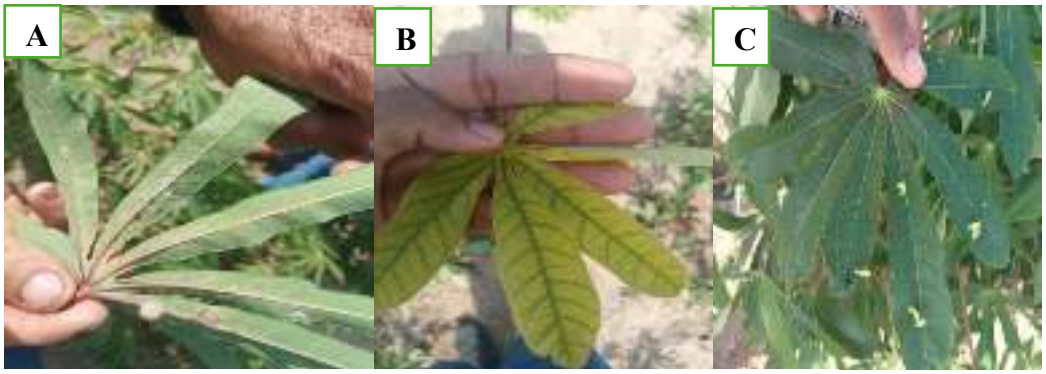


Figura 1 – Monitoramento Agrícola. Fonte: Autor (2025).

DOI: 10.51189/vii-coninters/88388

Nesta propriedade, foi realizada visita a uma área de 2 hectares de mandioca conduzida em regime de sequeiro. O produtor enfrentava diversos problemas, especialmente relacionados à fitossanidade e à fertilidade do solo, fatores que têm comprometido a produtividade da cultura. Foram identificadas ocorrências de ácaros, mosca-branca e saúva, além de várias deficiências nutricionais. As raízes apresentavam baixo intumescimento, o que pode ser explicado pelo fato de nunca ter sido realizada calagem na área.

Figura 2 – Avaliação de área de produção. Fonte: Autor

A assistência técnica foi realizada em uma propriedade rural localizada no Sítio Barrentas, município de Serrinha – RN. A unidade de produção possui 4 hectares, distribuídos em 5 setores de 0,8 hectare cada. Nesses setores são cultivadas mandioca de mesa, batata-doce, milho e capineira, além da criação de animais.

Toda a área produtiva conta com um sistema automatizado de fertirrigação, bem como um armazém que abriga a bomba hidráulica, pesticidas, fertilizantes, sementes e equipamentos agrícolas. Na visita, foram realizados o monitoramento de pragas, o acompanhamento da adubação e a gestão financeira da propriedade, junto ao produtor rural.

O preenchimento dos dados coletados em campo, provenientes das visitas técnicas realizadas pelo projeto ATEG TOTAL, do Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR), foi realizado com informações como custo operacional efetivo (COE), depreciação, mão de obra familiar, custo de oportunidade, lucro/prejuízo e volume produzido, cadastradas mensalmente na plataforma SISATeG, do CNA.

Figura 3 – Sistema de fertirrigação. Fonte: Autor (2025).

As coletas de solo foram realizadas em duas propriedades distintas. O processo de coleta de solo foi conduzido em zigue-zague, abrangendo 12 pontos distintos, evitando locais com acúmulo de matéria orgânica ou próximos a formigueiros. A partir das amostras simples, procedeu-se à homogeneização para a obtenção da amostra composta. Em seguida, retiraram-se 500 gramas de solo, que foram pesados e encaminhados ao Laboratório Laborsolo, localizado no estado do Paraná.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88388

Figura 4 – Coleta de solo. Fonte: Autor (2025).

4 CONCLUSÃO

Em grande parte das áreas visitadas, identificou-se, por meio de conversas com os produtores, a adoção de manejos culturais tradicionais, como aração e gradagem, além de plantio, capina e colheita manual. Observou-se o uso de adubação sem análise química, arado com tração animal, entre outros fatores que podem comprometer o desempenho das culturas.

Durante o período de estágio, foi possível aplicar, na prática, os conhecimentos teóricos adquiridos em sala de aula, possibilitando a tomada de decisões assertivas. O estágio na MF AGRO proporcionou uma experiência enriquecedora, com conhecimento prático no manejo das culturas da mandioca e da batata-doce. Além disso, a convivência com a realidade da agricultura familiar contribuiu de maneira significativa para minha formação, como também para certificar sua importância na produção e fornecimento de alimentos.

REFERÊNCIAS

LIMA, A. F.; SILVA, E. G. A.; IWATA, B. F. Agriculturas e agricultura familiar no Brasil: uma revisão de literatura. In: **Revista retratos de assentamentos**, vol. 22, nº 1, p. 50-68. Araraquara-SP, 2019.

LIMA, João Pedro Ferraz; BESSA, Ryan Rodrigues; SALOMÃO, Pedro Emílio Amador. A importância da agricultura familiar para a segurança alimentar. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 9, n. 1, p. 1-22, 2024.

SILVA, Roberto Marinho Alves da; NUNES, Emanoel Márcio. Agricultura familiar e cooperativismo no Brasil: uma caracterização a partir do Censo Agropecuário de 2017. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 61, n. 2, p. e252661, 2022.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88388

ECOCENTRISMO E PROTEÇÃO DA BIODIVERSIDADE: NOVOS PARADIGMAS PARA A SUSTENTABILIDADE

ALBYLANE NERY DO NASCIMENTO; GISELE MARTINS DE OLIVEIRA NEVES

RESUMO

O presente estudo investiga a transição paradigmática do antropocentrismo para o ecocentrismo, problematizando a necessidade urgente de repensar os fundamentos teóricos e práticos da sustentabilidade contemporânea. Diante da crise socioambiental global, caracterizada pela degradação implacável dos ecossistemas e pela perda acelerada de espécies, a pesquisa problematiza os limites dos modelos de conservação tradicionais, que frequentemente subordinam a conservação da natureza aos interesses utilitaristas do desenvolvimento econômico. O objetivo geral consiste em analisar como o reconhecimento jurídico e ético da ecocentricidade pode fundamentar novas bases para a proteção da biodiversidade e a justiça inter e intrageracional. Para alcançar tal propósito, adotou-se uma pesquisa bibliográfica de natureza qualitativa, estruturada a partir da análise crítica de marcos legais, doutrinas filosóficas ambientais e produções científicas recentes voltadas à ética ecológica. O percurso analítico revelou que a superação da visão meramente instrumental da natureza é premissa indispensável para a efetivação de políticas públicas biocêntricas, destacando a importância de salvaguardar os direitos intrínsecos dos seres vivos e dos sistemas naturais. Os resultados evidenciam que a incorporação do ecocentrismo no planejamento curricular e socioambiental promove uma mudança estrutural na práxis humana, fortalecendo a resiliência dos biomas e mitigando os impactos antrópicos destrutivos. Conclui-se que a consolidação da sustentabilidade socioambiental exige a superação definitiva da dicotomia entre sociedade e natureza, estabelecendo o ecocentrismo não apenas como uma alternativa filosófica, mas como um imperativo ético e normativo inegociável para a perpetuação da vida e a preservação da integridade ecológica no planeta.

Palavras-chave: Ecologia profunda; Ética ambiental; Conservação ecológica.

1 INTRODUÇÃO

A crise socioambiental contemporânea impõe uma revisão profunda nos fundamentos éticos e normativos que regem a relação entre a humanidade e o meio ambiente, superando a visão utilitarista e antropocêntrica tradicional que subordinou os ecossistemas às demandas estritamente econômicas. Historicamente, o modelo de desenvolvimento industrial assentado na exploração intensiva dos recursos naturais gerou uma degradação sistêmica sem precedentes, caracterizada pela fragmentação de habitats, poluição global e uma taxa alarmante de extinção de espécies. Nesse cenário de colapso ecológico iminente, o ecocentrismo emerge como um paradigma filosófico e científico indispensável, ao reconhecer o valor intrínseco da natureza e de todas as formas de vida, independentemente de sua utilidade imediata para o ser humano (Leopold, 1949; Capra & Luisi, 2014).

A urgência dessa transição paradigmática reflete-se na necessidade de reformular os instrumentos jurídicos e as práticas de conservação da biodiversidade, que muitas vezes se mostram ineficazes diante da aceleração das mudanças climáticas e da perda de resiliência dos biomas planetários. Conforme ressaltam Mello et al. (2021), a proteção da biodiversidade

DOI: 10.51189/vii-coninters/88389

deixou de ser apenas uma questão de manejo técnico para se constituir como um imperativo de justiça intergeracional e de sobrevivência da própria espécie humana. No entanto, a efetivação de políticas públicas e de diretrizes socioambientais pautadas na ética ecológica ainda esbarra em resistências estruturais, culturais e econômicas que perpetuam a exploração predatória dos recursos naturais (Silva & Santos, 2023).

Diante dessas considerações, o problema central desta pesquisa reside em compreender como a incorporação do paradigma ecocêntrico pode fundamentar novas bases teóricas e práticas para a efetiva proteção da biodiversidade e a superação da crise de sustentabilidade. A justificativa para este estudo pauta-se na urgência de articular reflexões filosóficas, jurídicas e ecológicas que subsidiem a formulação de estratégias conservacionistas mais amplas e integradas, capazes de assegurar a integridade dos ecossistemas frente aos crescentes impactos antrópicos. Para responder a essa problemática e preencher as lacunas analíticas identificadas, o objetivo geral deste estudo consiste em analisar a transição do paradigma antropocêntrico para o ecocentrismo, investigando suas implicações teóricas e normativas para a proteção da biodiversidade e a consolidação da sustentabilidade socioambiental contemporânea.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para alcançar o objetivo proposto, o presente estudo adotou uma abordagem de natureza qualitativa, estruturada por meio de uma pesquisa bibliográfica de caráter exploratório e descritivo (Gil, 2019). A pesquisa bibliográfica constitui o procedimento metodológico fundamental para fundamentar investigações teóricas, permitindo o mapeamento, a análise e a síntese da produção científica já publicada sobre o tema em questão, assegurando a confiabilidade e o rigor analítico necessários à reflexão científica (Severino, 2017).

O levantamento dos materiais bibliográficos foi conduzido de forma sistemática nas principais bases de dados científicas e repositórios acadêmicos de acesso público, abrangendo plataformas como SciELO (Scientific Electronic Library Online) e o Portal de Periódicos CAPES. A estratégia de busca empregou operadores booleanos e descritores previamente definidos e cruzados em português e inglês, a saber: "ecocentrismo", "biodiversidade", "ética ambiental", "sustentabilidade" e "antropocentrismo". O recorte temporal priorizou publicações científicas recentes, compreendendo o período entre 2020 e 2026, de modo a capturar as discussões mais atualizadas sobre o tema.

Após a execução da busca inicial, o material recuperado passou por um rigoroso processo de filtragem estruturado em três etapas sucessivas: (a) leitura prévia e triagem de títulos e resumos para a verificação do alinhamento direto com o escopo da pesquisa; (b) leitura integral dos textos selecionados para a aplicação de critérios de inclusão e exclusão, descartando produções repetidas, de acesso restrito ou que tratassem da temática de maneira superficial; e (c) seleção final do corpus analítico composto por estudos que apresentavam densidade conceitual, robustez teórica e relevância para a compreensão da transição paradigmática para o ecocentrismo. Os dados qualitativos extraídos dos documentos selecionados foram submetidos à técnica de análise de conteúdo temática, permitindo agrupar as contribuições teóricas em eixos analíticos coerentes para a estruturação da seção de resultados e discussão (Bardin, 2016)..

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise aprofundada do corpus bibliográfico evidencia que a superação do modelo antropocêntrico tradicional constitui uma premissa incontornável para a efetvação da sustentabilidade contemporânea, exigindo uma guinada epistemológica na relação entre a sociedade e a natureza (Leff, 2020). Historicamente consolidada sob a égide da exploração utilitarista, a matriz civilizatória ocidental tratou os recursos naturais como estoques inesgotáveis, gerando um passivo ecológico irreversível que se reflete na perda acelerada de habitats e na extinção em massa de espécies (Acserald, 2021). Nesse contexto de crise

DOI: 10.51189/vii-coninters/88389

ecossistêmica, o ecocentrismo emerge não apenas como uma vertente filosófica abstrata, mas como um princípio orientador capaz de redimensionar o estatuto moral dos seres vivos, conferindo-lhes valor intrínseco independentemente de sua utilidade econômica para o ser humano (Boff, 2022).

A transição paradigmática para o ecocentrismo esbarra, contudo, em barreiras estruturais enraizadas nos modelos de desenvolvimento vigentes, que continuam a priorizar o crescimento econômico de curto prazo em detrimento da resiliência dos biomas planetários (Acserald, 2021). Conforme apontam Jacobi e Sinisgalli (2020), as políticas públicas de conservação frequentemente oscilam entre a retórica preservacionista e a prática desenvolvimentista predatória, perpetuando conflitos socioambientais graves em territórios vulneráveis. Os dados levantados na literatura demonstram que a efetivação de uma ética ecológica exige o enfretamento das desigualdades estruturais, uma vez que a degradação ambiental e a vulnerabilidade social operam de maneira sinérgica e profundamente excludente nas periferias urbanas e rurais (Acserald, 2021).

Sob a ótica do ordenamento jurídico e institucional, a incorporação do paradigma ecocêntrico exige a reformulação dos marcos regulatórios vigentes, superando a visão de que a natureza constitui mero objeto de apropriação patrimonial (Milaré, 2021). A literatura especializada destaca que, embora o direito ambiental brasileiro traga avanços significativos na tutela do meio ambiente ecologicamente equilibrado, a dogmática jurídica ainda permanece fortemente ancorada em premissas antropocêntricas de conservação utilitária (Milaré, 2021). O reconhecimento recente de direitos da natureza em legislações comparadas e em debates doutrinários nacionais representa um marco civilizatório promissor, na medida em que juridiciza o ecocentrismo e responsabiliza o Estado e a coletividade pela integridade dos ecossistemas (Leff, 2020).

No âmbito da proteção efetiva da biodiversidade, os estudos analisados revelam que as estratégias de manejo e conservação precisam adotar abordagens sistêmicas e complexas, capazes de articular o conhecimento científico contemporâneo com os saberes tradicionais das comunidades locais e indígenas (Capra & Luisi, 2014). A fragmentação dos habitats naturais, impulsionada pelo avanço desordenado das fronteiras agrícolas e pela expansão urbana descontrolada, exige a consolidação de corredores ecológicos e unidades de conservação rigorosamente integradas (Mello et al., 2021). Constata-se que a exclusão das populações tradicionais dos processos de gestão ambiental fragiliza as iniciativas de preservação, ao passo que o manejo participativo fundamentado em bases ecológicas amplia significativamente a eficácia das ações conservacionistas (Jacobi & Sinisgalli, 2020).

A dimensão ética da sustentabilidade, quando pautada no ecocentrismo, redefine profundamente a noção de justiça, estendendo seu escopo para além das fronteiras estritamente humanas e incorporando as gerações futuras e os demais seres sintientes e ecossistemas (Boff, 2022). Essa expansão moral desafia as teorias econômicas convencionais baseadas na externalização dos custos ambientais, exigindo a internalização dos limites biofísicos do planeta em qualquer planejamento produtivo ou territorial (Leff, 2020). Observa-se na literatura que a resistência empresarial e estatal à adoção de matrizes energéticas limpas e a modelos de economia circular decorre da inércia de um sistema estruturado para lucrar com a degradação sistêmica da biosfera (Acserald, 2021).

Paralelamente, a crise climática global atua como um catalisador incontestável da urgência biocêntrica, evidenciando que os eventos extremos e a desestabilização dos ciclos biogeoquímicos ameaçam as bases materiais da própria existência humana no planeta (Mello et al., 2021). Os diagnósticos científicos revisados corroboram que a mitigação dos impactos climáticos não será alcançada apenas por meio de ajustes tecnológicos incrementais, mas requer uma mudança cultural profunda na forma como a sociedade consome, produz e se relaciona com os demais entes vivos (Capra & Luisi, 2014). A educação ambiental crítica surge, nesse

cenário, como um instrumento estratégico indispensável para desconstruir o mito do progresso infinito e cultivar sensibilidades ecológicas alinhadas ao equilíbrio dinâmico da biosfera (Jacobi & Sinisgalli, 2020).

As análises também apontam limitações expressivas na operacionalização do ecocentrismo no cotidiano das políticas públicas municipais e estaduais, onde prevalece a lógica do licenciamento ambiental flexibilizado e a primazia do capital sobre a conservação da vida silvestre (Milaré, 2021). A pressa desenvolvimentista frequentemente atropela os estudos de impacto ambiental, transformando-os em meros procedimentos burocráticos de validação de projetos previamente aprovados pelos lobbies econômicos (Acserald, 2021). Superar esse gargalo institucional exige o fortalecimento dos órgãos de fiscalização, a autonomia técnica dos conselhos de meio ambiente e a ampliação da participação popular vinculada a deliberações ecologicamente seguras (Mello et al., 2021).

No que tange à conservação da biodiversidade microbiana, vegetal e animal, os trabalhos sublinham que a perda de resiliência dos ecossistemas compromete serviços ecossistêmicos vitais, como a regulação do clima, a polinização e a purificação dos recursos hídricos (Capra & Luisi, 2014). A visão ecocêntrica resgata a interdependência radical entre todos os elementos da teia da vida, demonstrando que a extinção de uma única espécie desencadeia desequilíbrios em cascata cuja magnitude e cujos prejuízos são imprevisíveis para a estabilidade global (Boff, 2022). Assim, a proteção integral da biodiversidade deixa de ser uma opção filantrópica e passa a ser reconhecida como condição sine qua non para a perpetuação da vida na Terra (Leff, 2020).

A articulação entre a ética ambiental e a prática científica revela, por fim, que a ciência contemporânea tem redescuberto a importância de paradigmas holísticos que compreendem a Terra como um superorganismo vivo e autorregulado, em consonância com a hipótese de Gaia e com as teorias sistêmicas (Capra & Luisi, 2014). Essa guinada metodológica e conceitual afasta a ciência de reducionismos cartesianos que isolavam os fenômenos naturais para manipulá-los instrumentalmente, favorecendo modelos analíticos interdisciplinares e transdisciplinares (Jacobi & Sinisgalli, 2020). A integração entre saberes tradicionais, ecologia profunda e rigor científico consolida um arcabouço teórico robusto capaz de fundamentar políticas de sustentabilidade verdadeiramente transformadoras e duradouras (Boff, 2022; Mello et al., 2021).

Em síntese, os resultados da pesquisa bibliográfica demonstram que o ecocentrismo constitui o referencial teórico mais coerente e necessário para enfrentar a gravidade da crise socioambiental do século XXI, superando as armadilhas conceituais do antropocentrismo utilitarista (Leff, 2020; Acserald, 2021). A consolidação da sustentabilidade socioambiental exige a reformulação integrada dos marcos jurídicos, das práticas educativas, das estratégias de conservação da biodiversidade e dos modelos de desenvolvimento econômico, assegurando que o respeito à integridade da vida e dos ecossistemas prevaleça sobre a sanha mercantil de exploração predatória (Milaré, 2021; Boff, 2022).

A transição analítica do antropocentrismo para o ecocentrismo revela-se um movimento epistemológico, ético e normativo incontornável para a efetivação da sustentabilidade e a preservação da biodiversidade no século XXI. As discussões sistematizadas demonstram que a superação da visão utilitarista da natureza exige não apenas reformas legislativas e ajustes tecnológicos, mas uma transformação estrutural na práxis humana, na educação ambiental e nos modelos de desenvolvimento vigentes. Conclui-se que o reconhecimento do valor intrínseco dos ecossistemas e de todas as formas de vida consubstancia-se como a premissa mais sólida para garantir a resiliência planetária, a justiça socioambiental e a perpetuação da vida com dignidade para as presentes e futuras gerações.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88389

4 CONCLUSÃO

Esta pesquisa cumpriu seu propósito central ao analisar a transição do paradigma antropocêntrico para o ecocentrismo, investigando suas implicações teóricas e normativas para a proteção da biodiversidade e a consolidação da sustentabilidade contemporânea.

Por meio do percurso metodológico adotado, revelou-se que a crise socioambiental exige a superação definitiva da visão utilitarista da natureza, substituindo-a por uma ética ecológica que reconheça o valor intrínseco de todas as formas de vida e dos ecossistemas planetários.

Os resultados evidenciaram que a efetivação dessa mudança paradigmática esbarra em barreiras estruturais, econômicas e institucionais, destacando a urgência de reformular os marcos jurídicos e as práticas de conservação vigentes.

Ademais, constatou-se que a articulação entre o rigor científico, os saberes tradicionais e a educação ambiental crítica constitui um eixo indispensável para fortalecer a resiliência dos biomas e promover a justiça socioambiental.

Como limitação principal, aponta-se a restrição de natureza estritamente bibliográfica do estudo, que, embora tenha garantido profundidade conceitual, limitou a observação empírica direta das dinâmicas locais de gestão ambiental.

Para perspectivas futuras, sugere-se a realização de pesquisas de campo e abordagens empíricas que examinem a aplicação prática de políticas públicas biocêntricas e o impacto de iniciativas comunitárias na conservação da biodiversidade

REFERÊNCIAS

ACSERALD, H. **Justiça ambiental e construção democrática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2021.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2016.

BOFF, L. **Sustentabilidade**: O planeta em transe - da matriz consumista à matriz eco-espiritual. 4. ed. Petrópolis: Vozes, 2022.

CAPRA, F.; LUISI, P. L. **A visão sistêmica da vida**: Uma concepção unificada e suas implicações sociais, econômicas, políticas e filosóficas. São Paulo: Cultrix, 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

JACOBI, P. R.; SINISGALLI, P. A. Governança ambiental, mudanças climáticas e sustentabilidade nas cidades. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 34, n. 98, p. 55-72, 2020.

LEFF, E. **Ecologia, capital e cultura**: A territorialização da racionalidade ambiental. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2020.

LEOPOLD, A. **A Sand County Almanac, and sketches here and there**. Oxford: Oxford University Press, 1949.

MELLO, A. F.; SOUZA, R. C.; LIMA, P. V. Crise climática e biodiversidade: Desafios para a conservação socioambiental no século XXI. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 8, n. 18, p. 415-428, 2021.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88389

MILARÉ, É. **Direito do ambiente**: A gestão ambiental em foco. 12. ed. São Paulo: Thomson Reuters Brasil, 2021.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 24. ed. São Paulo: Cortez, 2017.

SILVA, M. A.; SANTOS, J. L. Governança ambiental e ecocentrismo: Limites e perspectivas na legislação contemporânea. **Cadernos de Ética e Filosofia Política**, v. 26, n. 1, p. 89-104, 2023.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88389

INSEGURANÇA HÍDRICA EM FAVELAS URBANAS: QUALIDADE DA ÁGUA E PRECARIEDADE DO SANEAMENTO EM MANGUINHOS (RJ)

MORGANNA EUGÊNIA SILVA SANTOS; ELAINE CRISTINA DA SILVA PEREIRA BRITO; HELEN BATISTA SILVA; SAMUEL FLORÊNCIO DANTAS; HUGO MORAIS DE ALCÂNTARA

RESUMO

A insegurança hídrica constitui um problema multidimensional que não se limita à disponibilidade física de água, pois envolve também a regularidade do abastecimento, as condições de acesso, a segurança para o consumo e a adequação da infraestrutura sanitária. Essa perspectiva assume especial relevância em territórios socialmente vulnerabilizados, nos quais a presença formal de redes de distribuição não garante, por si só, fornecimento contínuo e seguro. Diante desse contexto, o estudo teve como objetivo analisar as condições relacionadas à qualidade da água e à infraestrutura de saneamento nas favelas de Manguinhos, Rio de Janeiro, discutindo suas implicações para a insegurança hídrica da população residente. Metodologicamente, trata-se de pesquisa qualitativa, exploratória e descritiva, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica no Portal de Periódicos da CAPES, incluindo a coleção SciELO, complementada por consultas a sites oficiais de periódicos, editoras e repositórios institucionais, com recorte temporal entre 2022 e 2026. A análise foi organizada em três eixos: qualidade e segurança da água para consumo humano; abastecimento e regularidade do acesso; e condições de saneamento e suas implicações socioambientais. A literatura analisada evidenciou elevada ocorrência de amostras de água em desacordo com padrões bacteriológicos e físico-químicos, além de intermitência no abastecimento, ligações hidráulicas precárias, necessidade de armazenamento domiciliar e deficiências no esgotamento sanitário. Também foram identificadas condições de degradação dos corpos hídricos do território, associadas ao lançamento inadequado de esgoto e à recorrência de enchentes. Conclui-se que a cobertura formal da rede não equivale necessariamente à segurança hídrica, uma vez que a efetividade do acesso depende da continuidade do fornecimento, da qualidade da água consumida e das condições em que os serviços de saneamento são prestados.

Palavras-chave: Abastecimento público; Desigualdade socioespacial; Saúde ambiental.

1 INTRODUÇÃO

A insegurança hídrica não se restringe à ausência física de água. Sua compreensão envolve também as condições concretas em que esse recurso chega à população, considerando aspectos como disponibilidade, regularidade do abastecimento, qualidade e segurança para o consumo. Ao analisar indicadores de vigilância da água para consumo humano, Mata *et al.* (2024) demonstram que problemas relacionados ao abastecimento, ao armazenamento e aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos podem coexistir mesmo em contextos nos quais há oferta de água, comprometendo a segurança do acesso. Nessa perspectiva, a existência de infraestrutura ou de uma fonte de abastecimento, isoladamente, não é suficiente para caracterizar uma situação de segurança hídrica.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88398

Essa distinção assume particular importância nos espaços urbanos marcados por desigualdades socioespaciais. Nas favelas, o acesso à água está relacionado não apenas à presença da rede de distribuição, mas também à continuidade do serviço e às condições da infraestrutura que conduz e armazena a água até o consumo. Pierobon e Fernandes (2023), ao discutirem a experiência cotidiana de moradores de favelas e ocupações no Rio de Janeiro, evidenciam que a água integra práticas domésticas e relações de cuidado afetadas pelas condições desiguais de acesso à infraestrutura urbana.

A diferença entre cobertura formal e acesso efetivo também aparece nos indicadores de abastecimento. Ao analisarem o município do Rio de Janeiro, Silva *et al.* (2023) observam que índices de atendimento próximos à universalização não incorporam necessariamente problemas associados à frequência e à regularidade do fornecimento. Desse modo, a contabilização de um domicílio como atendido pela rede não permite concluir, por si só, que seus moradores disponham de água continuamente e em condições adequadas. Essa limitação é especialmente relevante na análise das favelas, onde a precariedade da infraestrutura pode coexistir com a presença formal dos serviços de saneamento. A questão também se relaciona à efetivação do direito à água nesses territórios, em que desigualdades espaciais condicionam as formas pelas quais a população acessa um serviço essencial (Tostes, 2022).

Entre os territórios nos quais essas contradições se manifestam encontra-se Manguinhos, no município do Rio de Janeiro. A região apresenta uma trajetória urbana marcada pela permanência de vulnerabilidades socioambientais, mesmo após intervenções e investimentos em urbanização, circunstância que levou Domingues e Cavallazzi (2023) a discutir Manguinhos a partir da relação entre saúde urbana, condições habitacionais e direito à cidade. No campo do saneamento, Handam *et al.* (2024) registram problemas relacionados ao lançamento de esgoto sem tratamento, às condições do abastecimento e às enchentes, além da proximidade entre redes precárias de água e esgoto. O estudo também reúne evidências de comprometimento da qualidade da água utilizada para consumo humano nas comunidades do território, evidenciando a dimensão sanitária da insegurança hídrica associada às deficiências de saneamento.

A realidade de Manguinhos permite, portanto, examinar a insegurança hídrica a partir da articulação entre abastecimento, qualidade da água e condições de saneamento, sem reduzi-la à disponibilidade quantitativa do recurso. Diante disso, o estudo orienta-se pela seguinte questão: como as condições de abastecimento, qualidade da água e saneamento se relacionam à insegurança hídrica nas favelas de Manguinhos, RJ? Com base nessa problemática, objetivou-se analisar as condições relacionadas à qualidade da água e à infraestrutura de saneamento nas favelas de Manguinhos, RJ, e discutir suas implicações para a insegurança hídrica da população residente.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica. O recorte territorial concentra-se nas favelas de Manguinhos, no município do Rio de Janeiro, considerando a insegurança hídrica a partir de dimensões relacionadas à qualidade da água para consumo humano, à regularidade do abastecimento e às condições de saneamento. A abordagem qualitativa foi adotada por possibilitar a interpretação articulada das evidências encontradas na literatura, sem restringir a análise à descrição isolada de indicadores ou dados quantitativos.

A busca bibliográfica foi realizada no Portal de Periódicos da CAPES, incluindo a coleção SciELO disponibilizada por meio do Portal, e complementada por consultas diretas aos sites oficiais de periódicos, editoras e repositórios institucionais, especialmente para a localização de publicações relacionadas ao território de Manguinhos, RJ. Adotou-se o recorte temporal de 2022 a 2026. Foram utilizados os seguintes termos de busca, em português e

DOI: 10.51189/vii-coninters/88398

inglês: “Manguinhos”, “qualidade da água”, “saneamento”, “abastecimento de água”, “insegurança hídrica”, “water quality”, “sanitation”, “water supply” e “water insecurity”, combinados pelos operadores booleanos AND e OR. A utilização dos termos nos dois idiomas buscou ampliar a recuperação de estudos pertinentes ao tema, inclusive publicações brasileiras indexadas com títulos, resumos ou palavras-chave em língua inglesa.

Foram considerados elegíveis estudos publicados no período definido que apresentassem relação direta com Manguinhos ou fornecessem elementos teóricos e empíricos relevantes para a compreensão da qualidade da água, do abastecimento, do saneamento e da insegurança hídrica em favelas urbanas. Excluíram-se publicações duplicadas, trabalhos situados fora do recorte temporal estabelecido e estudos sem relação substantiva com os eixos da pesquisa. Após a seleção, o material foi submetido à análise qualitativa, com organização dos achados em três categorias temáticas: qualidade e segurança da água para consumo humano; abastecimento e regularidade do acesso; e condições de saneamento e suas implicações socioambientais. Essa organização orientou a interpretação e a comparação das evidências apresentadas na seção de Resultados e Discussão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura analisada permitiu identificar que a insegurança hídrica em Manguinhos não pode ser explicada apenas pela presença ou ausência de água nos domicílios. Os achados mais consistentes para o território dizem respeito à qualidade da água destinada ao consumo humano e às condições da infraestrutura sanitária que podem comprometer essa qualidade. Handam *et al.* (2024), ao sistematizarem pesquisas desenvolvidas nas favelas de Manguinhos, RJ, apresentam resultados de amostras coletadas em 123 residências, abrangendo água proveniente de torneiras, filtros e água envasada. Ao todo, foram analisadas 231 amostras para parâmetros bacteriológicos, das quais 134 também integraram a avaliação físico-química.

Os resultados apresentados pelos autores revelam um quadro expressivo de inadequação. Entre as 134 amostras coletadas diretamente das torneiras, 92, correspondentes a 69%, ultrapassaram os limites bacteriológicos de potabilidade considerados no estudo. Nas amostras provenientes de filtros e de água envasada, 71 das 97 analisadas, ou 73%, também apresentaram resultados fora dos padrões adotados. A avaliação físico-química mostrou, ainda, que 85% das amostras de torneira apresentaram pH ácido; quando os parâmetros bacteriológicos e físico-químicos foram considerados conjuntamente, apenas 10% das 134 amostras avaliadas atenderam aos padrões utilizados pelos autores. Esses resultados evidenciam que a presença de água no domicílio, por si só, não assegura condições adequadas para o consumo.

Esse aspecto amplia a compreensão da insegurança hídrica, pois desloca a análise de uma perspectiva centrada exclusivamente na quantidade disponível para outra que incorpora a segurança e a qualidade da água efetivamente acessada pela população. Mata *et al*. (2024) ressaltam que a insegurança hídrica envolve insuficiências de acesso físico, social ou econômico a quantidades seguras e suficientes de água, mostrando que disponibilidade e qualidade constituem dimensões relacionadas do problema. Nesse sentido, os resultados encontrados em Manguinhos, RJ, tornam-se particularmente relevantes: a existência de abastecimento não elimina a insegurança quando a água utilizada no cotidiano apresenta resultados incompatíveis com os padrões adotados para o consumo seguro.

As condições do abastecimento também ajudam a compreender como a qualidade da água pode ser comprometida entre a rede de distribuição e o ponto de consumo. No território estudado, Handam *et al*. (2024) descrevem a existência de ligações hidráulicas informais, proximidade entre tubulações de água e redes inadequadas de esgoto e problemas associados ao armazenamento domiciliar. O estudo discute ainda que, em situações de intermitência, a redução da pressão nas tubulações danificadas ou instaladas de forma precária pode favorecer

a entrada de contaminantes presentes no solo, ampliando os riscos de deterioração da água antes de sua utilização pelos moradores.

Essa distinção entre atendimento formal e acesso efetivamente seguro encontra correspondência em estudos sobre o município do Rio de Janeiro. Silva *et al.* (2023), ao analisarem o acesso ao abastecimento de água nos diferentes blocos regionais de saneamento da cidade, identificaram maior vulnerabilidade nos bairros com menor acesso à água tratada. Os autores também chamam atenção para o fato de que indicadores elevados de atendimento não eliminam deficiências concretas no fornecimento, o que limita interpretações baseadas exclusivamente em percentuais de cobertura. Assim, para a análise de Manguinhos, a conexão do domicílio à rede deve ser compreendida como uma dimensão do acesso, e não como evidência suficiente de segurança hídrica.

As implicações da irregularidade do abastecimento ultrapassam a infraestrutura e alcançam as práticas cotidianas de obtenção, armazenamento e utilização da água. Pierobon e Fernandes (2023), a partir de pesquisas realizadas em favelas e ocupações urbanas do Rio de Janeiro, demonstram que as dificuldades de acesso introduzem adaptações nas rotinas domésticas e transferem aos moradores parte do trabalho necessário para administrar um serviço que deveria ser fornecido de forma adequada e contínua. Em Manguinhos, RJ, essa discussão ganha concretude diante da necessidade de armazenamento da água e dos riscos de contaminação associados a reservatórios, filtros e instalações domiciliares inadequadas. O problema, portanto, não deve ser reduzido a comportamentos individuais dos moradores, uma vez que essas práticas também respondem às limitações estruturais do abastecimento.

O terceiro eixo identificado na literatura diz respeito às condições de saneamento do território e à sua relação com o ambiente hídrico. Handam *et al.* (2024) descrevem o lançamento de esgoto sem tratamento em ruas, calçadas e corpos d'água, além da presença de resíduos sólidos e da recorrência de enchentes, situações que ampliam o contato da população com ambientes contaminados. A permanência desses problemas também é registrada por Domingues e Cavallazzi (2023), que apontam o saneamento e as enchentes entre as questões que continuam mobilizando as comunidades de Manguinhos, RJ. Dessa forma, a precariedade sanitária não aparece apenas como um déficit técnico de infraestrutura, mas como problema territorial persistente, diretamente relacionado às condições de vida e à saúde urbana.

Os resultados referentes aos corpos hídricos do entorno reforçam essa interpretação, embora devam ser distinguidos daqueles obtidos para a água destinada ao consumo humano. Nas análises realizadas nos rios Faria-Timbó, Jacaré e Canal do Cunha, todos os pontos avaliados foram classificados como impróprios segundo os parâmetros utilizados no estudo. A concentração média de *Escherichia coli* nas amostras de água dos rios foi 3.800 vezes superior ao valor de referência adotado para balneabilidade, e 71% das amostras submetidas à investigação parasitológica apresentaram contaminação. Esses dados não significam que a água dos rios seja aquela distribuída diretamente para consumo nos domicílios; revelam, contudo, a intensidade da degradação sanitária do ambiente no qual as comunidades estão inseridas e os efeitos do lançamento inadequado de esgoto sobre os recursos hídricos locais.

A associação entre saneamento inadequado e riscos à saúde encontra respaldo em literatura recente. Cruz *et al.* (2025), em revisão integrativa que selecionou 38 estudos, identificaram predominantemente evidências de que melhorias no acesso à água potável, na infraestrutura sanitária e na prestação dos serviços de saneamento estão relacionadas à redução da ocorrência de doenças. Os próprios autores ponderam, entretanto, que os desfechos de saúde também dependem de fatores socioculturais, o que recomenda evitar relações causais simplificadas. No caso de Manguinhos, RJ, essa cautela é necessária: os resultados disponíveis permitem reconhecer exposição a condições sanitárias adversas e riscos associados à água contaminada, mas não autorizam atribuir isoladamente ao saneamento todos os agravos observados no território.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88398

Em conjunto, as evidências permitem compreender a insegurança hídrica em Manguinhos como um fenômeno configurado pela articulação entre qualidade da água, regularidade do abastecimento e condições de saneamento. A contaminação das amostras domiciliares, as condições de distribuição e armazenamento e a degradação dos corpos hídricos reforçam a necessidade de avaliar também a continuidade e a segurança do acesso. Nesse sentido, a principal contribuição da análise consiste em evidenciar que indicadores de cobertura da rede, quando considerados isoladamente, podem ocultar dimensões relevantes da insegurança hídrica relacionadas à qualidade da água e à regularidade do serviço.

Como limite interpretativo, os resultados dependem da disponibilidade de estudos recentes sobre Manguinhos e incluem evidências sistematizadas por publicações atuais a partir de investigações realizadas em períodos anteriores. Ainda assim, os achados convergem com estudos recentes do estado do Rio de Janeiro, nos quais problemas de qualidade e prestação dos serviços foram associados ao agravamento da insegurança hídrica no nível domiciliar (Quintslr; Arouca, 2024).

4 CONCLUSÃO

A análise realizada permitiu identificar que a insegurança hídrica nas favelas de Manguinhos, RJ, não se limita à disponibilidade de água nos domicílios, mas se manifesta na articulação entre o comprometimento da qualidade da água, as irregularidades no abastecimento e as limitações da infraestrutura de saneamento. As evidências examinadas apontam a ocorrência de inadequações bacteriológicas e físico-químicas, além de situações de intermitência, precariedade das redes de distribuição e necessidade de armazenamento domiciliar. Em conjunto, esses fatores demonstram que o acesso à água precisa ser avaliado também quanto à continuidade e à segurança do consumo, e não apenas pela existência formal do serviço.

Os resultados reforçam que a cobertura da rede de abastecimento, isoladamente, não constitui indicador suficiente de segurança hídrica, pois a continuidade do fornecimento, as condições da infraestrutura e a qualidade da água interferem na efetividade do acesso. A precariedade do esgotamento sanitário e a degradação dos corpos hídricos inserem essa problemática em um contexto sanitário e territorial mais amplo.

Como limitação, a pesquisa fundamenta-se em revisão bibliográfica delimitada ao período de 2022 a 2026 e depende, portanto, da disponibilidade de estudos recentes voltados especificamente para Manguinhos, RJ. Além disso, parte das publicações atuais sistematiza resultados produzidos em investigações anteriores, o que recomenda cautela na interpretação dos achados como representação integral das condições presentes do território. Diante disso, mostra-se pertinente ampliar a produção de estudos empíricos e o monitoramento atualizado da qualidade da água, da regularidade do abastecimento e das condições de saneamento nas favelas de Manguinhos, RJ, de modo a acompanhar a persistência, a redução ou a transformação dos problemas identificados.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), por meio do Convênio CAPES/UNESP nº 951420/2023. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua, pelo apoio técnico-científico aportado até o momento.

Agradeço à Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ-PB) pela concessão da bolsa de mestrado e pelo apoio à realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

CRUZ, Wilians Montefusco da; MOREIRA, José Genivaldo do Vale; MONTEFUSCO, Carolina de Lima Accorsi; PASSOS, Kleyton Góes. Saneamento básico inadequado e condições de saúde relacionadas: uma revisão integrativa. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 35, n. 2, e350236, 2025. DOI: https://doi.org/10.1590/S0103-73312025350236pt. Disponível em: https://www.scielo.br/j/physis/a/F6qc7VLP78y5YQSPhdj5NGk/?lang=pt. Acesso em: 16 ago. 2026.

DOMINGUES, Luís Carlos Soares Madeira; CAVALLAZZI, Rosângela Lunardelli. Saúde urbana, direito à cidade e as comunidades de Manguinhos no Rio de Janeiro. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 30, supl. 2, e2023063, 2023. DOI: https://doi.org/10.1590/S0104-59702023000100063. Disponível em: https://www.scielo.br/j/hcsm/a/gz5nBS3ysYCMNVvccGJnbSC/?lang=pt. Acesso em: 15 ago. 2026.

HANDAM, Natasha Berendonk; SOTERO-MARTINS, Adriana; SALLES, Maria José; SANTOS, José Augusto Albuquerque dos. Qualidade sanitária de água para consumo humano, e de rios em favelas no Território de Manguinhos, Rio de Janeiro, RJ. In: **Saneamento**. Belo Horizonte: Editora Poisson, 2024. p. 8-22. ISBN 978-65-5866-385-0. DOI: https://doi.org/10.36229/978-65-5866-385-0.CAP.01. Disponível em: https://editorapoisson.com.br/I-0379/capitulo/1/. Acesso em: 12 ago. 2026.

MATA, Mayline Menezes da; SANTANA, André Bento Chaves; MARTINS, Flavio Pinheiro; MEDEIROS, Maria Angélica Tavares de. Qualidade e acesso à água para consumo humano: um olhar sobre o estado do Amazonas, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 29, n. 8, e05442023, ago. 2024. DOI: https://doi.org/10.1590/1413-81232024298.05442023. Disponível em: https://www.scielo.br/j/csc/a/cJrpFf33YyDf58Q6c9mVBnC/?lang=pt. Acesso em: 10 ago. 2026.

PIEROBON, Camila; FERNANDES, Camila. Cuidar do outro, cuidar da água: gênero e raça na produção da cidade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 37, n. 107, p. 25-44, 2023. DOI: https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2023.37107.003. Disponível em: https://revistas.usp.br/eav/article/view/219481. Acesso em: 17 ago. 2026.

QUINTSLR, Suyá; AROUCA, Maria Clara Gonçalves. Desestatização dos serviços de saneamento no estado do Rio de Janeiro: avaliação dos primeiros meses de operação das novas concessionárias ou "estamos com saudades da CEDAE". **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 16, e20230387, 2024. DOI: https://doi.org/10.1590/2175-3369.016.e20230387. Disponível em: https://www.scielo.br/j/urbe/a/y96qH6Y5W9XGMbM8zmrLRPJ/?lang=pt. Acesso em: 15 ago. 2026.

SILVA, Caroline Eloi Oliveira da; SOTERO-MARTINS, Adriana; PERTEL, Monica; OLIVEIRA, Maria de Lourdes Aguiar; ALVES, Marcelo Ribeiro; SANTOS JUNIOR, Norberto dos. A incidência de COVID-19 e o acesso ao abastecimento de água no município do Rio de Janeiro. **Interfaces Científicas – Saúde e Ambiente**, Aracaju, v. 9, n. 2, p. 335-352, 2023. DOI: https://doi.org/10.17564/2316-3798.2023v9n2p335-352. Disponível em: https://periodicos.set.edu.br/saude/article/view/11481. Acesso em: 15 ago. 2026.

TOSTES, Eduardo Chow De Martino. O direito à água e as favelas: uma análise do caso da privatização do saneamento básico no Rio de Janeiro. **Revista Direito e Contexto**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 1-32, 2022. DOI: https://doi.org/10.17655/rdct.2022.e0001. Disponível em: https://www.revistadireitoecontexto.com.br/index.php/rdct/article/view/o-direito-a-agua-e-as-favelas-Eduardo-Chow-De-Martino-Tostes. Acesso em: 10 ago. 2026.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

DESAFIOS E PERSPECTIVAS SOB O PRINCÍPIO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL ATRAVÉS DOS IMPACTOS AMBIENTAIS DOS DATA CENTERS NO BRASIL

LETICIA FERREIRA LEITE BASILIO; NATHALIA BIANCA RIBEIRO AMORIM; LUAN RIBSON SENA ROMARIZ; ISADORA ALVES MARQUES; YAN DE CASTRO; MARCELO HENRIQUE DOS SANTOS; PATRICIA DE ALBUQUERQUE SOBREIRA

Introdução: A expansão dos data centers no Brasil, impulsionada pela computação em nuvem, streaming e inteligência artificial, ultrapassa a esfera tecnológica e suscita questões ambientais e jurídicas. Embora estratégicos para o desenvolvimento digital, esses empreendimentos demandam elevada quantidade de água e energia, além de gerarem resíduos e emissões. **Metodologia:** O estudo caracteriza-se como revisão bibliográfica e documental, de abordagem qualitativa, fundamentada em documentos técnicos, relatórios de pesquisa e legislação ambiental brasileira, com foco em publicações entre 2021 e 2026. **Objetivo:** Analisar os principais impactos ambientais da expansão dos data centers no Brasil, sob a perspectiva do princípio do Desenvolvimento Sustentável, considerando também a necessidade de prevenção e regulação. **Resultados:** Os principais impactos concentram-se no consumo hídrico e energético, na geração de resíduos eletrônicos e nas emissões de CO_2. O resfriamento dos servidores pode demandar milhões de litros de água diariamente, agravando a pressão sobre recursos hídricos. O elevado consumo energético também representa desafio, especialmente em razão das condições climáticas brasileiras. Soma-se a isso a instalação de empreendimentos em regiões com água, energia e terrenos mais baratos, podendo gerar impactos sobre comunidades locais. Nesse contexto, o princípio do Desenvolvimento Sustentável orienta a conciliação entre expansão tecnológica e preservação ambiental, mediante medidas como uso de fontes renováveis, sistemas eficientes de resfriamento, redução da pegada de carbono e destinação adequada de equipamentos eletrônicos. **Conclusão:** Conclui-se que a consolidação do Brasil como polo tecnológico exige um marco regulatório capaz de compatibilizar inovação e proteção ambiental. A expansão dos data centers deve observar os limites dos recursos naturais, especialmente hídricos e energéticos, assegurando que o desenvolvimento tecnológico não resulte em passivos ambientais para a sociedade e para as futuras gerações.

Palavras-chave: **CONSUMO HÍDRICO; DATA CENTERS; DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88451

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

O PRINCÍPIO DA PREVENÇÃO NA PROTEÇÃO AMBIENTAL DIANTE DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS EXTREMAS

KEVENN MÜLLER TEIXEIRA DA SILVA; JAMILLY DE JESUS SANTOS; MARIA ELIZABETH RIBEIRO DE FRANÇA; THIAGO VALENTINO LARANGOTI; VICTOR HUGO LIMA; FILYPE RODRIGUES GAMA; PATRÍCIA DE ALBUQUERQUE SOBREIRA

Introdução: O princípio da prevenção constitui um dos fundamentos do Direito Ambiental e orienta a atuação do Poder Público e da sociedade diante de riscos ambientais conhecidos ou previsíveis. Sua finalidade é evitar ou reduzir a ocorrência de danos, priorizando medidas antecipadas em vez de ações exclusivamente posteriores à concretização do prejuízo. Nesse contexto, as recentes mudanças climáticas extremos demonstram a necessidade de políticas públicas voltadas à prevenção de desastres ambientais e à proteção da população. **Objetivo:** Analisar a importância do princípio da prevenção na gestão dos riscos ambientais, utilizando como exemplo as fortes chuvas ocorridas em Juiz de Fora, Minas Gerais, em fevereiro de 2026. **Metodologia:** Foi realizada análise bibliográfica e documental, com base no princípio da prevenção e em informações divulgadas pelo Jornal da Unesp acerca do desastre ocorrido em Juiz de Fora. A notícia relata que as chuvas provocaram 64 mortes na Zona da Mata mineira e que o município registrou volume de precipitação muito superior à média histórica para o mês. **Resultados:** O caso demonstra que a prevenção exige planejamento urbano, monitoramento meteorológico, sistemas eficientes de alerta, planos de evacuação e investimentos em infraestrutura. A ocupação de encostas, margens de rios e áreas com baixo escoamento aumenta a exposição da população aos riscos. Medidas como restauração florestal, proteção de encostas, ampliação das áreas verdes, melhoria dos sistemas de drenagem e retirada de famílias de áreas de risco são exemplos de ações preventivas apontadas por especialistas. **Conclusão:** O desastre de Juiz de Fora evidencia que a prevenção ambiental deve ser permanente e integrada às políticas de planejamento urbano. Embora não seja possível impedir a ocorrência de fenômenos naturais extremos, é possível reduzir significativamente seus impactos por meio de medidas antecipadas. Assim, a efetivação do princípio da prevenção representa instrumento essencial para a proteção do meio ambiente, da vida e da segurança da população.

Palavras-chave: **DIREITO AMBIENTAL; MUDANÇAS CLIMÁTICAS EXTREMOS; PRINCÍPIO DA PREVENÇÃO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88452

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ESTRATÉGIAS DE GESTÃO AMBIENTAL PARA O USO SUSTENTÁVEL DE ÁGUA E ENERGIA EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO

ADANILTON RABELO DE ANDRADE; RODRIGO DE SOUZA FERREIRA; CAROLINI FEIJÓ DUTRA; FLÁVIA VASQUES; ERIKA SOARES ROCHA

Introdução: A sustentabilidade em instituições públicas de ensino requer integração entre gestão administrativa, educação ambiental e uso racional dos recursos naturais. Nesse contexto, instituições de educação profissional e tecnológica podem desenvolver práticas sustentáveis na gestão e na formação de cidadãos ambientalmente conscientes. O uso eficiente de água e energia elétrica contribui para redução de desperdícios, impactos ambientais e custos operacionais, além de estimular mudanças de comportamento na comunidade acadêmica. **Objetivo:** Investigar o consumo e a gestão de água e energia elétrica no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas (IFAM) – Campus Manacapuru, bem como desenvolver estratégias para o uso racional desses recursos e o fortalecimento de práticas de gestão escolar sustentável. **Metodologia:** Realizou-se um estudo de caso, envolvendo levantamento bibliográfico e documental, diagnóstico da infraestrutura, análise de documentos institucionais de 2022 e 2023, contas de energia, calendários acadêmicos, projetos arquitetônicos, boletins meteorológicos e registros administrativos. Foram realizadas observações in loco, registros dos equipamentos e entrevistas com responsáveis pela gestão dos recursos. O diagnóstico caracterizou os sistemas de abastecimento de água e gerenciamento energético, identificando o perfil de consumo e sua relação com a utilização dos ambientes escolares. Observou-se associação entre o aumento do consumo de energia e a maior presença de professores e alunos nos dias letivos, além de diferença significativa entre a demanda contratada e a registrada. Verificou-se potencial para redução da demanda contratada de 110 kW para 70 kW, com diminuição de custos e melhoria da eficiência energética. **Resultados:** Os resultados também evidenciaram a necessidade de educação ambiental permanente, monitoramento do consumo e protocolos institucionais para o uso racional de água e energia. **Conclusão:** A integração entre gestão ambiental, educação e tecnologia apresenta potencial para reduzir desperdícios, custos e impactos ambientais. Estratégias alinhadas à A3P, à Agenda 2030 e às diretrizes institucionais podem fortalecer a tomada de decisões, ampliar o envolvimento da comunidade acadêmica e consolidar práticas sustentáveis nas instituições de ensino.

Palavras-chave: **EDUCAÇÃO AMBIENTAL; GESTÃO AMBIENTAL; SUSTENTABILIDADE**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88455

POTENTIAL OF RED ALGAE (Rhodophyta) AS AN ALTERNATIVE TO CHEMICAL ANTHELMINTICS: A REVIEW

RYLLARE CRISTINA SILVA COSTA; THAYANNE THYSSYANNE DE SOUZA SOARES COSTA; CARLOS EMANUEL DA SILVA LIMA; MARIA EDUARDA LOPES FERREIRA; KAREN VIDAL SANTOS; LARISSA FERNANDA LIMA ALVES; ANA CARLA DIÓGENES SUASSUNA BEZERRA

ABSTRACT

The use of chemical anthelmintics to control endoparasites has raised concerns about their indiscriminate use, which favors the development of parasitic resistance and can cause environmental impacts resulting from the presence of residues in the environment and in the meat consumed. In this context, the search for sustainable alternatives has sparked interest in organisms capable of producing bioactive compounds, such as seaweed. The present work aimed to carry out a literature review on the potential of Rhodophyta marine algae as sources of bioactive compounds with antiparasitic activity against endoparasites. A descriptive literature review was carried out, the survey was conducted in the ScienceDirect, PubMed, Scopus and Web of Science databases, considering primary articles published between 2016 and 2026. Five articles were identified that presented relevant information to answer the research question. The algae species *Laurencia dendroidea, Gigartina skottsbergii* and *Palmaria palmata* were evaluated for their antiparasitic activity against endoparasites. In total, seven parasitic targets were identified, of which four were protozoa (57.1%), two nematodes (28.6%) and one flatworm (14.3%). The activity varied depending on the species of algae, the parasite, its stage of development and the extraction method used, and the species evaluated showed potential as sources of antiparasitic bioactive compounds. Although, chemical characterization, toxicity and in vivo evaluation studies are still needed to determine its viability as a sustainable strategy for controlling endoparasitosis.

Keywords: Seaweed; Alternative control, Antiparasitic activity.

1 INTRODUCTION

The management of endoparasitosis is conventionally carried out using chemical anthelmintics (Ambaw *et al*., 2025). However, indiscriminate use favors and accelerates the development of parasite resistance (Persichilli *et al.*, 2025), compromising infection control (Vosála *et al*., 2025). Furthermore, there is concern about the impact of using these medicines, as they can reach the environment through inadequate disposal and through the excretion of their residues and metabolites after biotransformation processes in the animal organism (Beynon, 2012).

Depending on their characteristics, these compounds can remain biologically active (Lagos *et al.*, 2022). In this context, especially in grazing animals, these active fractions, present in feces and urine, can accumulate in the environment and affect non-target organisms, as well as exert selective pressure on free-living parasitic populations (Prchal *et al.*, 2016). For this reason, sustainable and less toxic strategies have been investigated to be used to control these infections.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88464

Within this context, marine algae are notable as organisms capable of synthesizing bioactive compounds with diverse properties, including antiparasitic activity (Sakti *et al*., 2023). Given this background, the aim of the present study was to conduct a literature review on the potential of marine algae belonging to the phylum Rhodophyta as sources of bioactive compounds with antiparasitic activity, focusing on endoparasites.

2 MATERIAL AND METHODS

The present study is a descriptive literature review, conducted based on the following research question: "What evidence available in the literature demonstrates the antiparasitic activity of marine algae belonging to the phylum Rhodophyta against endoparasites?".

The bibliographic survey was carried out in the Science Direct, PubMed, Scopus and Web of Science databases, using descriptors associated with the topic, including *"antiparasitic activity", "anthelmintic activity", "marine algae"* and *"red algae", "endoparasites"*, combined using Boolean operators. A ten-year time frame was established, considering primary articles published between 2016 and 2026. No restrictions were established regarding the language of publication.

Primary articles available in full text that investigated the antiparasitic activity of species belonging to the phylum Rhodophyta against endoparasites were included. Studies on microalgae or species belonging to other groups of algae, such as Phaeophyta and Chlorophyta, were not included. Furthermore, studies of other natures, such as annals of scientific events and reviews, conferences or summaries, chapters or books, course conclusion works, dissertations or theses were not considered.

3 RESULTS AND DISCUSSION

A total of 5 articles were included in this review, involving four species of algae from the Rhodhophyta phylum, namely: *Rissoella verrucosa, Palmaria palmata, Laurencia dendroidea, Girgatina skottsbergii.* The antiparasitic activity of the included studies was evaluated against seven target parasites, 57.1% (n=4) protozoa, 28.6% (n=2) nematodes and 14.3% (n=1) flatworms.

Table 1 - Species of red algae (Rhodophyta) with antiparasitic activities reported in the literature, according to type of extraction, biological target and experimental results.

Specie	Origin	Biological target	Extract type	Results	Author
Rissoella verrucosa	Algeria	*Trypanosoma brucei*	Ethyl acetate	IC50 11,0 µg mL $^{-1}$	Ghania *et al*. (2017)
Palmaria palmata	Denmark	*Ascaris suum*	Hexane	Mortality 91,9 ± 7,9 of L3 (1 mg mL^{-1})	Bonde *et al*. (2021)
			Dichloromethane: methanol	Mortality of 16,0 ± 12,0 of L3 (1 mg mL^{-1})	
			Methanol:water	Mortality of 21,9 ± 6,2 of L3 (1 mg mL^{-1})	
		Teladorsagia circumcincta	Hexane	Mortality of 97,9 ± 3,2 of L1 (1 mg mL^{-1})	

DOI: 10.51189/vii-coninters/88464

			Dichloromethane: methanol	Mortality of 2,9% ± 5,0 L1 (1 mg mL⁻¹)	
			Methanol:water	Mortality of 44,0% ± 29,3 L1 (1 mg mL⁻¹)	
Laurencia dendroidea	Brazil	*Schistosoma mansoni*	Dichloromethane	Mortality of 100% adults (50 µg mL⁻¹) and cercariae (25 µg mL⁻¹)	Santos *et al*. (2022)
	Saudi Arabia	*Trypanosoma* *Leishmania*	Ethanol	IC50 17,32 ± 1,0 µg mL⁻¹ IC50 17,48 ± 0,9 µg mL⁻¹	Amina *et al*. (2023)
Girgatina skottsbergii	Chile	*Trichomonas vaginalis*	Methanol	IC50 50 µg mL−1 for GFG and GFT; 25 µg mL−1 for GFC.	Barbosa *et al*. (2023)

Caption: L1: First stage larvae; L3: Third stage larvae; GFG: gametophid stage; GFT: tetrasporophpidic; GFC: cystocarpic.

Seaweeds are multicellular organisms of high ecological relevance, which contribute to the maintenance of marine ecosystems (Machado; Oliveira, 2024). Algae belonging to the phylum Rhodophyta (red algae) constitute the most diverse group, which also reflects their chemical diversity (Guiry, Guiry, 2025). These organisms have a wide range of nutrients, such as proteins, lipids, vitamins, minerals and carbohydrates (Salehi *et al*., 2019). Furthermore, algae synthesize secondary metabolites such as flavonoids, alkaloids, saponins, tannins, phenolic acids, triterpenes (Sobuj *et al*., 2021).

In the survey carried out, studies were identified that demonstrated antiparasitic activity of different species of Rhodophyta against protozoa and helminths (Table 1). Among the protozoa evaluated, Santos *et al*. (2022) investigated the antiparasitic potential of the dichloromethane fraction of the extract of the alga *Laurencia dendroidea* of Brazilian origin, against blood forms of *Trypanosoma brucei*. The authors observed 100% mortality of adult parasites and cercariae after exposure to the extract at concentrations of 50 and 25 µg mL−1, respectively (Table 1).

The same algal species was investigated by Amina *et al*. (2023), however, from Saudi Arabia. The ethanolic extract showed activity against promastigote forms of *Leishmania amazonensis* and epimastigote forms of *Trypanosoma cruzi*, with IC50 values of 17.48 µg mL−1 and 17.32 µg mL−1, respectively (Table 1). The activity observed in the two studies involving *L. dendroidea* demonstrates that the same species of algae can present activity against different protozoa. However, there is no way to compare them as they use different extraction methods and target parasites. Such differences confirm that geographic, climatic issues and the ways of extracting bioactive compounds influence biological activity (Sobuj *et al*., 2021; El-Tabakh *et al*., 2023).

Barbosa *et al*. (2023) also observed antiparasitic activity when evaluating the methanolic extract of *Gigartina skottsbergii*, from Chile, against different stages of *Trichomonas vaginalis*. IC50 values of 50 µg mL−1 were observed for the gametophid and tetrasporoppid stages and 25 µg mL−1 against the cystocarpic stage (Table 1). The differences in IC50 values at different stages of the parasite suggest that its sensitivity may vary according

to its stage of development, although trials to determine the mechanisms behind these differences are necessary.

In addition to activity against protozoa, evidence against helminths was identified. Bonde *et al*. (2021) verified different fractions of the alga *Palmaria palmata* against *Ascaris suum* and *Teladorsagia circumcincta*. The hexane fraction showed the best results, promoting mortality of 91.9 ± 7.9 in third-stage larvae of *A. suum* and 97.9 ± 3.2 in first-stage larvae of *T. circumcincta* (Table 1). This result is relevant to the theme of this work, since this nematode is associated with endoparasites in small ruminants, reinforcing the interest of algae belonging to this group as a source of compounds of veterinary interest.

In the period analyzed (2016-2026), among the studies that met the criteria, *Palmaria palmata* was the only species of red algae to be investigated for anthelmintic activity against endoparasites of veterinary interest. Although research has investigated the potential of brown (Taki *et al*., 2020; Miclon *et al*., 2023) and green (Sakti *et al*., 2025) algae in this period.

4 CONCLUSION

The studies analyzed demonstrate that marine algae belonging to the Rhodophyta phylum have potential as a source of bioactive compounds with antiparasitic activity against different endoparasites, including protozoa and helminths. The predominance of *in vitro* studies indicates the need to advance this research into *in vivo* studies, as compounds within the animal organism can react differently. These investigations may contribute to the viability of algae as alternative sustainable control strategies against endoparasites.

REFERENCES

AMBAW, Y. G. *et al*. Therapeutic efficacy of common anthelmintics used in the control of gastrointestinal nematodes in naturally infected sheep in Bishoftu, Central Ethiopia. **Veterinary and Animal Science**, v. 9, n. 29, 100476, 2025. https://doi.org/10.1016/j.vas.2025.100476.

AMINA, M. *et al*. Advanced polymeric metal/metal oxide bionanocomposite using seaweed *Laurencia dendroidea* extract for antiprotozoal, anticancer, and photocatalytic applications. **Peerj**, v. 11, 15004, 2023. http://dx.doi.org/10.7717/peerj.15004.

BARBOSA, T. N. *et al*. Bioprospection of the trichomonacidal activity of lipid extracts derived from marine macroalgae *Gigartina skottsbergii*. **Plos One**, v. 18, n. 5, 0285426, 2023. http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0285426.

BEYNON, S. A. Potential environmental consequences of administration of anthelmintics to sheep. **Veterinary Parasitology**, v. 189, n. 1, p. 113-124, 2012. https://doi.org/10.1016/j.vetpar.2012.03.040.

BONDE, C. S. *et al*. Bio-Guided Fractionation and Molecular Networking Reveal Fatty Acids to Be Principal Anti-Parasitic Compounds in Nordic Seaweeds. **Frontiers In Pharmacology**, v. 12, 674520, 2021. http://dx.doi.org/10.3389/fphar.2021.674520.

EL-TABAKH, M. A. M. *et al*. UPLC/ESI/MS profiling of red algae *Galaxaura rugosa* extracts and its activity against malaria mosquito vector, *Anopheles pharoensis*, with reference to *Danio rerio* and *Daphnia magna* as bioindicators. **Malaria Journal**, v. 22, n. 1, 368, 2023. http://dx.doi.org/10.1186/s12936-023-04795-w.

GHANIA, A. *et al*. Antimicrobial and antiparasitic activities of three algae from the Northwest coast of Algeria. **Natural Product Research**, v. 33, n. 5, 742-745 p., 2017. http://dx.doi.org/10.1080/14786419.2017.1405403.

GUIRY, M. D; GUIRY, G. M. 2026. AlgaeBase. Publicação eletrônica mundial, Universidade de Galway. https://www.algaebase.org; consultado em 30 de julho de 2026.

LAGOS, S. *et al*. Bioaugmentation of animal feces as a mean to mitigate environmental contamination with anthelmintic benzimidazoles. **Journal Of Hazardous Materials**, v. 419, 126439, 2021. http://dx.doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126439.

MACHADO, J. P. G.; OLIVEIRA, V. P. The distribution of seaweed forms and foundational assumptions in seaweed biology. **Scientific Reports**, v. 14, n. 1, p. 22407, 2024.

MICLON, M. *et al*. The brown alga *Bifurcaria bifurcata* presents an anthelmintic activity on all developmental stages of the parasitic nematode *Heligmosomoides polygyrus bakeri*. **Pathogens**, v. 12, n. 4, p. 540, 2023. https://doi.org/10.3390/pathogens12040540.

PERSICHILLI, C. *et al*. A case-control genome-wide association study of estimated breeding values for resistance to gastrointestinal nematodes in two local dairy sheep breeds. **Animal**, v. 19, n. 2, 101403, 2025. https://doi.org/10.1016/j.animal.2024.101403.

PRCHAL, L. *et al*. Albendazole in environment: faecal concentrations in lambs and impact on lower development stages of helminths and seed germination. **Environmental Science And Pollution Research**, v. 23, n. 13, 13015-13022 p., 2016. https://doi.org/10.1007/s11356-0166472-0.

SAKTI, A. A. *et al*. *In vitro* anthelmintic activity of *Chaetomorpha vieillardii* ethanolic extract against adult worm motility and egg-hatching of *Haemonchus contortus* from sheep. **Veterinary Integrative Sciences**, v. 22, n. 2, 475-487 p., 2023. https://doi.org/10.12982/VIS.2024.031.

SAKTI, A. A. *et al*. *In vivo* assessment of *Chaetomorpha vieillardii* ethanolic extract as a natural anthelmintic in sheep. **Small Ruminant Research**, p. 107643, 2025. https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2025.107643.

SALEHI, B. *et al*. Current Trends on Seaweeds: looking at chemical composition, phytopharmacology, and cosmetic applications. **Molecules**, v. 24, n. 22, 4182, 2019. http://dx.doi.org/10.3390/molecules24224182.

SANTOS, G. S. *et al*. Algal-Derived Halogenated Sesquiterpenes from *Laurencia dendroidea* as Lead Compounds in Schistosomiasis Environmental Control. **Marine Drugs**, v. 20, n. 2, 111, 2022. http://dx.doi.org/10.3390/md20020111.

SOBUJ, M. K. A. *et al*. Effect of solvents on bioactive compounds and antioxidant activity of Padina tetrastromatica and *Gracilaria tenuistipitata* seaweeds collected from Bangladesh. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, 19082, 2021. https://doi.org/10.1038/s41598-021-98461-3.

TAKI, A. C. *et al*. Natural compounds from the marine brown alga *Caulocystis cephalornithos* with potent *in vitro*-activity against the parasitic nematode *Haemonchus contortus*. **Pathogens**, v. 9, n. 7, p. 550, 2020. https://doi.org/10.3390/pathogens9070550.

VOSÁLA, O. *et al*. Biotransformation of anthelmintics in nematodes in relation to drug resistance. **International Journal for Parasitology:** Drugs and Drug Resistance, v. 27, 100579, 2025. https://doi.org/10.1016/j.ijpddr.2025.100579.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

OS PROGRAMAS MUNICIPAIS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL (PROMEAS) DA REGIÃO HIDROGRÁFICA II - GUANDU (RJ) COMO INSTRUMENTOS DE GOVERNANÇA PARTICIPATIVA E GESTÃO TERRITORIAL

JULIANA DE ARAUJO BORGES; MARTA LUCIA AZEVEDO FERREIRA

Introdução: A Região Hidrográfica II/Guandu/RJ ocupa posição estratégica no abastecimento hídrico do estado do Rio de Janeiro, abrangendo 13 municípios fluminenses da Baixada Fluminense e do Médio Paraíba. A gestão participativa de recursos hídricos instituída pela Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Nº 9.433/1997) pressupõe a articulação entre poder público, usuários e sociedade civil. Nesse contexto, os Programas Municipais de Educação Ambiental (ProMEAs) emergem como instrumentos de descentralização da Política Nacional de Educação Ambiental (Lei Nº 9.795/1999) e da Política Estadual de Educação Ambiental do Rio de Janeiro (Lei Nº 3.325/1999), permitindo que diretrizes gerais sejam adaptadas a realidades locais. **Objetivo:** Analisar a elaboração e implementação dos ProMEAs na Região Hidrográfica II/Guandu-RJ, buscando compreender o seu papel como instrumento de governança participativa e de gestão territorial para a Educação Ambiental com foco em recursos hídricos. **Relato de Caso:** Entre 2022 e 2024 o Comitê Guandu-RJ em parceria com a Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e a Myr Projetos Sustentáveis coordenou a elaboração participativa dos ProMEAs nos 13 municípios da bacia. O processo envolveu capacitações introdutórias, seminário temático, oficinas participativas de diagnóstico e prognóstico, consulta pública e audiência pública. Os programas foram estruturados em eixos que contemplam conservação ambiental, redução de desigualdades, planejamento sustentável e valorização de comunidades tradicionais, alinhando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) que compõem a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável proposta pela ONU em 2015, especialmente o ODS 4, ODS 6, ODS 11 e ODS 13. A iniciativa prepara o território para a futura implementação do Plano de Educação Ambiental da Região Hidrográfica II (PEA Guandu) atualmente em estruturação. **Conclusão:** Os ProMEAs da Região Hidrográfica II/Guandu-RJ constituem um desdobramento consistente das políticas nacionais e estaduais de Educação Ambiental em escala municipal, fortalecendo a governança participativa dos recursos hídricos no estado do Rio de Janeiro. O processo participativo de elaboração e a formalização normativa dos programas conferem legitimidade institucional e potencial de continuidade às ações de Educação Ambiental nesta bacia hidrográfica, contribuindo para a construção de uma cultura ambiental cidadã e para a gestão sustentável das águas no território fluminense.

Palavras-chave: **EDUCAÇÃO AMBIENTAL; GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS; GOVERNANÇA PARTICIPATIVA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88469

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

A IMPLEMENTAÇÃO DA ODS 2 NO BRASIL: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA SOBRE GESTÃO SUSTENTÁVEL E SEGURANÇA ALIMENTAR (2015-2026)

KAILA SCHMDIT MENDES; ANA JÚLIA VOLZ DA SILVA; AMANDA KONZGEN DOMINGUES

Introdução: O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 2 (ODS 2) visa erradicar a fome, alcançar a segurança alimentar e promover a agricultura sustentável até 2030. No Brasil, a concretização dessas metas perpassa por transformações na gestão pública e privada, enfrentamento ao desperdício na cadeia de suprimentos e valorização dos pequenos produtores. Apesar do histórico de programas sociais relevantes, o país vivenciou instabilidades governamentais e impactos socioeconômicos recentes que afetaram a garantia desse direito. **Objetivo:** Mapear e analisar a produção científica brasileira sobre o ODS 2 publicada entre 2015 e 2026, identificando as principais estratégias de gestão, políticas públicas, tendências temáticas e lacunas acadêmicas para o alcance da sustentabilidade alimentar no contexto nacional. **Metodologia:** Realizou-se uma revisão sistemática da literatura baseada no protocolo PRISMA 2020, com buscas efetuadas na base Web of Science. O corpus final reuniu 27 artigos científicos submetidos ao mapeamento bibliométrico pelo software VOSviewer, para análise de redes de palavras-chave, coautoria e acoplamento bibliográfico e à análise de conteúdo categorial. **Resultados:** Identificaram-se dois picos produtivos, em 2015 e 2024, associados ao lançamento da Agenda 2030 e à retomada de estratégias estatais, como o Plano Brasil Sem Fome. O mapeamento estruturou quatro correntes teóricas: cidadania alimentar, desenvolvimento local, aplicação territorial das metas globais e regulação de novas tecnologias. Ficou demonstrado que programas de compras públicas (PAA e PNAE) atuam como articuladores da gestão de suprimentos e da economia circular. Como gargalos, destacaram-se entraves burocráticos, vulnerabilidades climáticas regionais e a coexistência entre insegurança alimentar e obesidade. **Conclusão:** A implementação do ODS 2 no Brasil fundamenta-se na dimensão distributiva e no fortalecimento da agricultura familiar e das políticas públicas, superando a visão restrita ao aumento da produtividade agrícola. O avanço da Agenda 2030 exige a transição de ações assistencialistas pontuais para uma governança alimentar e ambiental integrada e contínua.

Palavras-chave: **AGRICULTURA FAMILIAR; ECONOMIA CIRCULAR; SOBERANIA ALIMENTAR**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88472

AVALIAÇÃO DA COBRANÇA PELO USO DA ÁGUA NO BRASIL: UMA ANÁLISE REALIZADA A PARTIR DA MATRIZ SWOT BASEADA NA LEI Nº 9.433/1997

HELEN BATISTA SILVA; ELAINE CRISTINA DA SILVA PEREIRA BRITO; MORGANNA EUGÊNIA SILVA SANTOS; SAMUEL FLORÊNCIO DANTAS; DANIEL AUGUSTO DE MOURA PEREIRA

RESUMO

A cobrança pelo uso da água, prevista na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei nº 9.433/1997, é um dos principais instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, por reunir dimensões econômicas, ambientais e institucionais voltadas à gestão integrada em bacias hidrográficas. Contudo, sua implementação mostra distanciamentos entre o desenho normativo e a prática, especialmente diante de limitações na arrecadação, fragilidades nos sistemas de informação e capacidade administrativa desigual. Nesse contexto, este o estudo teve como objetivo avaliar em que medida a cobrança pelo uso da água tem contribuído para o fortalecimento da governança das águas no Brasil. Para tanto, aplicou-se a matriz S.W.O.T, e ferramenta S.W.O.T-D.M.S disponibilizado por Pereira *et al.* (2023), com critérios de avaliação, cálculo do índice *Decision Making Score* e métodos de tomada de decisão multicritério, para identificar os aspectos internos e externos que impactam o uso efetivo desse instrumento, priorizando as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças que influenciam seu desempenho e sua coerência com os princípios da Política Nacional de Recursos Hídricos instituída pela Lei nº 9.433/1997. A pesquisa caracteriza-se como aplicada, de natureza descritiva e exploratória, baseada em dados secundários provenientes de legislação, relatórios técnicos e literatura científica. Os resultados mostram que a cobrança dispõe de base legal sólida e potencial para induzir o uso racional da água, mas enfrenta desafios relacionados à baixa expressividade financeira, à fragmentação de informações e à participação assimétrica nos comitês de bacia. Também foram identificadas oportunidades de integração com instrumentos de planejamento e de incorporação de critérios de justiça ambiental, em contraste com ameaças associadas às desigualdades territoriais e aos efeitos das mudanças climáticas. Portanto, conclui-se que o fortalecimento contínuo da governança participativa a qualificação dos sistemas de informação, a transparência na aplicação dos recursos e a articulação com os demais instrumentos da PNRH são elementos essenciais para ampliar a efetividade da cobrança como instrumento de gestão hídrica no país.

Palavras-chave: Instrumento de gestão hídrica; Efetividade; Planejamento hídrico.

1 INTRODUÇÃO

A cobrança pelo uso da água, instituída pela Lei nº 9.433/1997, constitui um dos elementos mais discutidos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), por combinar dimensões econômicas, ambientais e institucionais em um único instrumento (Brasil, 1997). Embora o marco legal tenha materializado os princípios da gestão participativa, da descentralização e da valorização da água como bem público dotado de valor econômico, a realidade de sua implementação mostra obstáculos que desafiam o plano normativo (Pasqualetto; Faria, 2025).

DOI: 10.51189/vii-coninters/88478

Segundo Villar e Granziera (2020), a cobrança é um instrumento cuja aplicação depende de propostas dos Comitês de Bacias, entende-se que sua implementação ainda limitada está ligada ao baixo número de comitês criados. É importante ressaltar, que a lei das águas estabelecer, em seu art. 22, que os recursos da cobrança devem ser aplicados, prioritariamente, na bacia hidrográfica em que foram gerados. Isso justifica-se porque cabe ao Comitê de Bacia decidir, em um primeiro momento sobre a aplicação da cobrança, e definir os planos de aplicação dos recursos arrecadados. Contudo, observa-se uma prática diversa dessa vinculação, o que gera insegurança jurídica aos usuários pagadores e compromete a implementação da PNRH (ANA, 2020).

Nessa perspectiva, o avanço na implementação da cobrança tem ocorrido de forma lenta, ao passo que o conhecimento atual sobre os recursos hídricos ainda se mostra insuficiente. Estudos demonstram que, em diversas bacias hidrográficas, a arrecadação é inferior ao potencial estimado, os critérios de cálculo variam entre comitês e as receitas nem sempre retornam de forma tempestiva ou proporcional às ações de gestão, o que evidência o distanciamento entre o projeto original desse instrumento e os resultados efetivos alcançados pelos usuários e gestores (Kuele *et al*., 2024).

Diante desse cenário, o estudo buscou compreender em que medida a cobrança pelo uso da água tem operado, na prática, como instrumento capaz de promover a eficiência, fortalecer a gestão integrada e assegurar recursos para o planejamento e a execução das ações de recuperação e conservação dos corpos hídricos. Com base nessa problemática, objetivou-se avaliar em que medida a cobrança pelo uso da água tem contribuído para o fortalecimento da governança das águas no Brasil, mediante a aplicando o método S.W.O.T-DMS, a fim de identificar os aspectos internos e externos que impactam o uso efetivo desse instrumento. Para tanto, foram priorizadas as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças que influenciam seu desempenho e sua consonância com os princípios da Política Nacional de Recursos Hídricos instituída pela Lei nº 9.433/1997.

A justificativa do estudo está na relevância crescente do instrumento frente à intensificação dos conflitos pelo uso da água, ao agravamento dos eventos climáticos extremos e à necessidade de financiamento estável e transparente para ações de gestão e revitalização de bacias hidrográficas. Nesse sentido, a cobrança tem potencial para induzir comportamentos mais eficientes entre os usuários, internalizar custos ambientais e fortalecer a tomada de decisão nos comitês de bacia.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa caracteriza-se como aplicada de caráter exploratório e descritiva. Em relação aos procedimentos técnicos, trata-se de uma pesquisa documental e bibliográfica, com abordagem quantitativa de decisão multicritério, complementada por análise qualitativa da literatura especializada. A pesquisa documental foi desenvolvida a partir da coleta de dados secundários provenientes de legislações (Lei nº 9.433/1997), relatórios da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2020 e 2023), documentos de organismos internacionais e literatura científica recente sobre cobrança, governança e instrumentos econômicos na política hídrica.

A leitura comparativa das fontes permitiu identificar fatores relacionados às forças, fraquezas, oportunidades e ameaças da cobrança pelo uso da água. Esses fatores foram organizados em uma matriz SWOT – ferramenta que, segundo Puyt *et al*., (2023), é de autoria de Robert Franklin Stewart, e codificados como F, FR, O e A, correspondentes às forças, fraquezas (ambiente interno), oportunidades e ameaças (ambiente externo) (Marinho *et al*., 2019).

A priorização foi realizada por meio do método S.W.O.T.-D.M.S. (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats – Decision Making System), estruturado por Pereira *et al*.,

(2023). A adaptação consistiu na substituição das alternativas empresariais originais por fatores relacionados à cobrança pelo uso da água, mantendo-se a estrutura matemática, os critérios de avaliação e a lógica decisória do método.

A pesquisadora, na condição de decisora, atribuiu escores em uma escala de 1 a 7, aos fatores, segundo os critérios de custo, impacto no processo e alcance estratégico. As valorações foram fundamentadas nas evidências documentais levantadas. Dados relativos à arrecadação inferior ao potencial estimado, às lacunas nos sistemas de informação, às limitações administrativas, às assimetrias de participação e à demora no retorno dos recursos às bacias subsidiaram a avaliação dos fatores relacionados à efetividade da cobrança. Assim, os escores resultaram de julgamento técnico respaldado pelas fontes analisadas. Após o preenchimento das matrizes, a planilha S.W.O.T.-D.M.S., desenvolvida em Excel com programação VBA e disponibilizada pelos autores do método, realizou o tratamento numérico dos dados. O procedimento incluiu a ordenação dos critérios, o cálculo dos pesos pelo método Rank Order Centroid (ROC), a atribuição dos escores e o cálculo do índice Decision Making Score (D.M.S.) para cada fator. Por fim, os fatores foram ranqueados internamente nos quadrantes de forças, fraquezas, oportunidades e ameaças.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do método S.W.O.T.-D.M.S. permitiu priorizar os fatores internos e externos que influenciam a cobrança pelo uso da água no âmbito da Política Nacional de Recursos Hídricos. A análise considerou os critérios de custo, impacto no processo e alcance estratégico, com cálculo do índice Decision Making Score (D.M.S.) para o ranqueamento dos fatores em cada quadrante.

Entre as forças, destacou-se F1 – Base legal consolidada da PNRH e da Lei nº 9.433/1997, com D.M.S.=0,1909. Esse resultado evidencia que a cobrança possui fundamento jurídico para reconhecer o valor econômico da água, induzir o uso racional do recurso e gerar recursos para programas e ações nas bacias hidrográficas. Também se sobressaem o arranjo institucional do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e o potencial da cobrança para internalizar custos ambientais. Assim, a legislação e a estrutura de governança constituem condições favoráveis à operacionalização do instrumento, conforme os princípios definidos pela Lei nº 9.433/1997 (Brasil, 1997)

Entretanto, a principal fraqueza identificada foi FR2 – Arrecadação aquém do potencial e valores de cobrança pouco significativos, com D.M.S.= 0,1773. Esse resultado indica que a existência de uma base legal consolidada não garante, isoladamente, a efetividade prática da cobrança. Valores reduzidos, dificuldades de fiscalização, retorno lento dos recursos às bacias, lacunas nos sistemas de informação e limitações administrativas dos comitês e agências de bacia reduzem a capacidade do instrumento de financiar ações de conservação, saneamento e revitalização hídrica (ANA, 2023). Desse modo, permanece uma distância entre o desenho normativo da cobrança e sua capacidade concreta de produzir resultados na gestão das águas.

No ambiente externo, a oportunidade prioritária foi O3 – Integração da cobrança com planos de bacia, enquadramento e outorga, com D.M.S.=0,1815. A articulação entre esses instrumentos pode aproximar arrecadação, planejamento, fiscalização e conservação, evitando que a cobrança se restrinja a uma função meramente financeira. A valorização do direito humano à água e a incorporação de critérios de justiça ambiental também se destacam como possibilidades de aperfeiçoamento, especialmente para considerar vulnerabilidades sociais, territoriais e diferentes tipos de usuários (Heller, 2022; Santos *et al*., 2024).

A ameaça mais relevante foi A4 – Desigualdades regionais e sociais no acesso à água potencialmente agravadas pela cobrança, com D.M.S.=0,1750. Esse resultado demonstra que a aplicação do instrumento requer diferenciação entre usuários, transparência e proteção de grupos vulnerabilizados. Pressões de setores econômicos por valores reduzidos, expansão de

DOI: 10.51189/vii-coninters/88478

atividades intensivas em água, mercantilização do recurso e agravamento de eventos climáticos extremos podem limitar a efetividade da cobrança e ampliar conflitos pelo acesso à água (Ampolini *et al*., 2024; Santos *et al*., 2024).

De forma complementar, o ranqueamento também evidenciou a relevância do arranjo institucional da gestão hídrica, das lacunas de informação, da baixa capacidade administrativa, da participação assimétrica nos comitês, das pressões econômicas e dos riscos climáticos. Embora esses fatores não tenham ocupado a primeira posição em seus respectivos quadrantes, eles reforçam que a efetividade da cobrança depende de condições institucionais, técnicas, financeiras e sociais que ultrapassam a simples definição de valores a serem cobrados.

O Quadro sumariza o balanço multicritério gerado, oferecendo um painel sintético das variáveis que governam a efetividade da cobrança.

FORÇAS (STRENGTHS)	FRAQUEZAS (WEAKNESSES)
F1 – Base legal consolidada da PNRH (Lei nº 9.433/1997) (D.M.S.=0.1909)	FR2 – Arrecadação inferior ao potencial; valores defasados (D.M.S.=0.1773)
F2 – Arranjo institucional sólido (ANA e SNGRH) (D.M.S.=0.1822)	FR1 – Informações hídricas fragmentadas e com lacunas (D.M.S.=0.1739)
F4 – Potencial indutor do uso racional (extrafiscalidade) (D.M.S.=0.1620)	FR4 – Baixa capacidade gerencial de agências e comitês (D.M.S.=0.1739)
F6 – Alinhamento global com a Agenda 2030 (ODS 6) (D.M.S.=0.1579)	FR6 – Desarticulação entre cobrança, uso do solo e clima (D.M.S.=0.1616)
F3 – Participação social via comitês e conselhos (D.M.S.=0.1550)	FR5 – Assimetria e baixa representatividade de grupos vulneráveis (D.M.S.=0.1583)
F5 – Casos exitosos em bacias federais (ex: São Francisco) (D.M.S.=0.1520)	FR3 – Retorno lento e opaco dos recursos arrecadados (D.M.S.=0.1549)
OPORTUNIDADES (OPPORTUNITIES)	**AMEAÇAS (THREATS)**
O3 – Integração técnica com planos, enquadramento e outorgas (D.M.S.=0.1815)	A4 – Aprofundamento das desigualdades regionais e sociais de acesso (D.M.S.=0.1750)
O1 – Consagração da água e saneamento como direitos humanos (D.M.S.=0.1785)	A1 – Pressões setoriais para redução/adiamento da cobrança (D.M.S.=0.1701)
O6 – Inserção mandatória de critérios de justiça ambiental (D.M.S.=0.1785)	A2 – Mercantilização do recurso e captura de esferas decisórias (D.M.S.=0.1701)
O2 – Clamor da sociedade diante das crises e conflitos hídricos (D.M.S.=0.1624)	A3 – Expansão agrícola/industrial sem contrapartida financeira equânime (D.M.S.=0.1701)
O4 – Replicação de governanças em bacias ativas (D.M.S.=0.1528)	A6 – Escalada letal dos eventos climáticos e escassez em zonas críticas (D.M.S.=0.1701)
O5 – Uso de tecnologia digital para monitoramento e medição exata (D.M.S.=0.1463)	A5 – Volatilidade orçamentária e instabilidade de órgãos gestores (D.M.S.=0.1447)

Fonte: Autoria própria (2026), com base na ferramenta de Pereira *et al*. (2023).

4 CONCLUSÃO

A conclusões deve ser elaborada, em frases curtas, claras e conexas, com base nos A análise realizada por meio do método S.W.O.T.-D.M.S. evidenciou, com rigor metodológico, que a cobrança pelo uso da água, no âmbito da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) apresenta relevante maturidade jurídico-institucional. Além disso, os resultados demonstraram que o instrumento dispõe de base legal consolidada e de potencial para induzir o uso racional da água e financiar ações nas bacias hidrográficas. Entretanto, o diagnóstico revelou severos entraves operacionais: arrecadação inferior ao potencial estimado, lacunas nos sistemas de informação, limitações administrativas e a participação assimétrica nos espaços de gestão, fatores que restringem sua efetividade prática.

A integração da cobrança com os planos de bacia, o enquadramento dos corpos d'água e a outorga configura-se como uma oportunidade estratégica para fortalecer a gestão integrada dos recursos hídricos. Contudo, sua implementação deve incorporar transparência, critérios de justiça hídrica e atenção às desigualdades sociais e territoriais, de modo a evitar efeitos regressivos sobre grupos vulnerabilizados.

Conclui-se que a cobrança pode contribuir para a governança das águas, desde que seja articulada aos demais instrumentos da PNRH e acompanhada pelo fortalecimento técnico, institucional e financeiro dos órgãos gestores, dos comitês e das agências de bacia. Diante desse cenário, recomenda-se o desenvolvimento de estudos empíricos, fundamentados em dados primários, que avaliem quantitativamente os impactos da cobrança em diferentes recortes territoriais, especialmente em âmbitos estaduais.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), por meio do Convênio CAPES/UNESP nº 951420/2023. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua, pelo apoio técnico-científico aportado até o momento.

A autora agradece também à Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, pelo incentivo à qualificação e capacitação de seus servidores.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). ***Direito de águas à luz da governança: Curso Direito de Águas à Luz da Governança***. Brasília, DF: ANA, 2020.

AMPOLINI, G.; WINCKLER, S.; RENK, A. Gestão de recursos hídricos no Brasil: desafios e oportunidades na implementação da Agenda 2030 da ONU. ***Desenvolvimento em Questão***, Ijuí, v. 22, n. 60, e15995, 2024. http://dx.doi.org/10.21527/2237-6453.2024.60.15995. Disponivel em: https://www.revistas.unijui.edu.br/desenvolvimentoemquestao/pt_BR/article/view/15995/8176. Acesso em: 05 jun. 2026.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. ***Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: informe anual 2023***. Brasília, DF: ANA, 2023. Disponível em: https://biblioteca.ana.gov.br/sophia_web/acervo/detalhe/101813. Acesso em: 08 jun. 2026.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990***. Diário Oficial da União***, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm. Acesso em: 17 jun. 2026.

HELLER, L. ***Os direitos humanos à água e ao saneamento***. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2022.

KUELE, Paola Marques; DALCIN, Ana Paula; MARQUES, Guilherme Fernandes. Subsídios para a cobrança e a outorga considerando critérios econômicos e internalização dos custos de poluição da água***. Revista de Gestão de Água da América Latina***, Porto Alegre, v. 21, N.2024, 2024. DOI: https://doi.org/10.21168/rega.v21e11. Disponível em: https://www.abrh.org.br/OJS/index.php/REGA/article/view/901. Acesso em: 13 jul 2026.

MARINHO, Erica Zocatelli; TRANCOSO, Maico Piassaroli; SILVA NETO, Romeu; HORA, Henrique Rego Monteiro da. Análise estratégica de um porto do estado do Rio de Janeiro: aplicação da matriz SWOT. ***Revista Mundo Livre***, Campos dos Goytacazes, v. 5, n. 2, p. 21-39, ago./dez. 2019. Disponível em: https://periodicos.uff.br/mundolivre/article/view/40342. Acesso em: 14 jul. 2026.

SANTOS DE OLIVEIRA, Luiz Ricardo; DE OLIVEIRA AGUIAR NETTO, Antenor; GUALBERTO JÚNIOR, José; LUCAS, Ariovaldo. Cobrança pelo uso dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio São Francisco no decênio 2011 a 2020. **Scientia Plena**, *[S. l.]*, v. 20, n. 8, 2024. DOI: 10.14808/sci.plena.2024.089912. Disponível em: https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/8043. Acesso em: 14 jul. 2026.

PASQUALETTO, Antônio; FARIA, Karla Maria Silva. ***Governança de recursos hídricos: a cobrança da água do Rio Paranaíba***. Belém: RFB, p. 121, 2025. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/396177290_GOVERNANCA_DE_RECURSOS_HIDRICOS_A_COBRANCA_DA_AGUA_DO_RIO_PARANAIBA.A. Acesso em: 15 jul. 2026.

PEREIRA, Daniel Augusto de Moura; DINIZ, Bruno Pereira; ARAÚJO, Guilherme Nascimento; ARAÚJO, Alexandre Chaves; SILVA, Mateus José de Siqueira; NETO, João Cavalcanti; ARAÚJO, Jordan Matheus Barbosa; TOMAZ, Pedro Paulo Mendes; SANTOS, Marcos dos. Development of strategic planning of a financial education company in Brazil: an approach based on the new Multicriteria Decision Analysis Method S.W.O.T-D.M.S. Procedia Computer Science, v. 221, p. 681–688, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.08.038. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050923007962?via%3Dihub. Acesso em: 16 jul. 2026.

PUYT, Richard Willem; LIE, Finn Birger; WILDEROM, Celeste Pauline Martine. The origins of SWOT analysis: a historical investigation. ***Long Range Planning***, v. 56, 2023, artigo 102304. DOI: https://doi.org/10.1016/j.lrp.2023.102304.Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0024630123000110. Acesso em: 17 jul. 2026.

VILLAR, Pilar Carolina; GRANZIERA, Maria Luiza Machado. ***Direito de águas à luz da governança***. Brasília, DF: Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico, 2020.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

BALANÇO DE MASSA DO METANO EM UM REATOR UASB EM ESCALA PILOTO INTEGRADO A UMA CÂMARA DE DESSORÇÃO: POTENCIAL PARA RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA DO BIOGÁS E MITIGAÇÃO DE EMISSÕES DE GEE

ESTELA FERNANDES GONÇALVES; SABRINA LUIZA DE ANDRADE; EDGAR AFONSO LAMOUNIER NETO; ISABELA FERREIRA BATISTA; LUCAS PACHECO MARTINS; CLÁUDIO LEITE DE SOUZA

Introdução: Os gases de efeito estufa (GEE), como o metano (CH_4), contribuem para o aquecimento global. O CH_4 apresenta potencial de aquecimento global cerca de 27 a 30 vezes superior ao do CO_2, em horizonte de 100 anos. Reatores anaeróbios de fluxo ascendente e manta de lodo (UASB) são amplamente utilizados no tratamento de esgotos domésticos no Brasil, devido à baixa demanda energética e à produção de biogás. Entretanto, parcela do CH_4 produzido permanece dissolvida no efluente, representando perda energética e fonte de emissões de GEE. Câmaras de dessorção (CD) podem favorecer a transferência desse CH_4 para a fase gasosa, permitindo recuperação e recirculação ao UASB. **Objetivo:** Avaliar o balanço de massa do CH_4 em sistema composto por reator UASB integrado a uma câmara de dessorção, tratando esgoto. **Metodologia:** Foram quantificados os fluxos de CH_4 nas correntes líquidas e gasosas do sistema UASB–CD, considerando uma fase de referência e uma fase com microaeração por recirculação do gás residual da CD ao UASB. Determinaram-se as contribuições relativas do CH_4 recuperado no biogás, do CH_4 presente no gás residual, do CH_4 dissolvido remanescente no efluente e da fração não contabilizada. **Resultados:** Na fase de referência, 349,38 g CH_4/d, equivalentes a 54,90% do total, foram quantificados no biogás, enquanto 287,02 g/d, ou 45,10%, permaneceram associados à fase líquida. Com microaeração, esses valores aumentaram para 847,36 g/d no biogás, correspondentes a 63,66%, e 483,78 g/d na fase líquida, equivalentes a 36,34%. Assim, a participação do CH_4 no biogás aumentou 8,76 pontos percentuais, com redução equivalente da fração dissolvida. A recirculação do gás residual contribuiu com 4,27% do CH_4 presente no biogás. Além disso, a remoção do CH_4 dissolvido na CD aumentou de 44,12% para 57,06%, acréscimo de 12,94 pontos percentuais. **Conclusão:** A integração UASB–CD com recirculação do gás residual favoreceu a transferência do CH_4 da fase líquida para a gasosa, ampliando sua recuperação no biogás e reduzindo a fração dissolvida com potencial de emissão de GEE. Os resultados indicam potencial para aumentar o aproveitamento energético do metano e contribuir para a mitigação de emissões de GEE em sistemas anaeróbios.

Palavras-chave: **MUDANÇAS CLIMÁTICAS; ECONOMIA CIRCULAR; TRATAMENTO DE ESGOTO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88483

PEDAGOGIA DE EMERGÊNCIAS: UMA REVISÃO NARRATIVA

DANIELA MARIA WEBER; SUZANA FELDENS SCHWERTNER

RESUMO

Este estudo considera uma revisão narrativa de literatura (Soares, 2025) acerca da Pedagogia de Emergências, a partir de buscas em plataformas *on-line* como Scielo e Google Acadêmico, cujos resultados apresentassem, no título, o termo "Pedagogia de Emergências". A partir dos resultados, foram selecionados dez textos que foram lidos na integralidade. O estudo teve como objetivo conhecer a origem e as etapas de aplicabilidade da Pedagogia de Emergências, bem como possibilidades de utilização da mesma. A partir do estudo das publicações sobre o tema, tornou-se possível identificar um número maior de publicações envolvendo o método e as inundações que atingiram o Rio Grande do Sul em 2023 e 2024. As leituras indicam quatro etapas durante as vivências nos contextos emergenciais, a partir da proposta Waldorf, que inspira a Pedagogia de Emergências desde sua origem. As intervenções iniciam com momentos artísticos, por meio de oficinas de desenho ou pintura. Seguem com momentos dirigidos de desenhos com formas prévias e oficinas de trabalhos manuais. Numa terceira etapa são desenvolvidas atividades que movimentam o corpo, priorizando brincadeiras e jogos coletivos. A quarta e última fase considera a formação e o direcionamento dos profissionais envolvidos, que seguirão com o acompanhamento nos meses seguintes. A oferta de espaços para escuta livre e atenta, o (re)estabelecimento de rotina, bem como o reforço positivo para o coletivo e para a autoconfiança, são pontos fortes do método como coadjuvante no estabelecimento emocional dos envolvidos, contribuindo para o bem-estar e para a sustentabilidade social. Ao conhecer as etapas do método, é possível identificar outros contextos em que o mesmo pode ser bem aplicado, como em situações envolvendo violência urbana ou doméstica. Também é possível observar que ainda faltam momentos de formação para as Emergências, principalmente na formação inicial de professores.

Palavras-chave: Acolhimento; Educação; Resiliência.

1 INTRODUÇÃO

Quando situações adversas acontecem, sejam de ordem climática como inundações, incêndios, furacões ou terremotos por exemplo, ou de ação antrópica, como as relacionadas à violência, a Pedagogia de Emergências surge como uma possibilidade de suporte. Visa olhar para além do socorro imediato às questões de ordem física e econômica: busca um atendimento ao que é além do visível e, talvez, até indizível num primeiro momento. Busca inicialmente, atender crianças e adolescentes em seus (novos) contextos, (re)estabelecendo rotinas, buscando traços de uma normalidade conhecida para o (novo) contexto em que se encontram. Para Oliveira (2023, p. 100) trata-se de uma tentativa de "[...] diluição de traumas para que não adoeçam no futuro", isso, através da arte, do lúdico, do envolvimento com o que é mais rotineiro para a infância e adolescência: o encontro com o outro.

Este estudo se justifica por ampliar o olhar sobre o tema, bem como por evidenciar o ainda limitado acesso ao exercício do mesmo, focado em maior parte para os eventos climáticos, embora tenhamos em nosso país diversas situações em que a Pedagogia poderia ser aplicada,

DOI: 10.51189/vii-coninters/88486

como bem expõe Silva (2026) ao apresentar seu estudo envolvendo crianças em ambientes associados à drogadição que podem se beneficiar da Pedagogia de Emergências. Convém destacar que as mudanças climáticas já são realidade e, de acordo com a UNICEF (2025, texto *on-line*), "[...] as crises climáticas deverão tornar-se mais generalizadas entre 2050 e 2059, com oito vezes mais crianças expostas a ondas de calor extremas e três vezes mais expostas a cheias fluviais extremas", cabendo aos governos a organização de sistemas tanto de proteção e adaptação física, quanto de preparação de corpo técnico para atuar nessas situações. Isto é, a necessidade de uma Pedagogia de Emergências atuante já é realidade e por isso, o anseio em ampliar a discussão sobre o tema.

Como objetivos, este trabalho pretende apresentar, a partir de uma revisão bibliográfica, o conceito "Pedagogia de Emergências" e ampliar o estudo da mesma em espaços de formação, visando uma maior presença futura em situações de calamidades causadas por eventos extremos ou por situações geradas a partir de contextos de violência, como a violência urbana ou doméstica. Na sequência, apresenta-se o método de pesquisa e os materiais pesquisados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo se faz através de uma abordagem qualitativa (Duarte, 2002) de revisão narrativa (Soares, 2025). A escolha por esta estratégia se fez pelo interesse em conhecer mais sobre o objeto de estudo, a Pedagogia de Emergências, entendendo, assim como Soares (2025, p. 987) de que se trata "[...] mais do que um levantamento de dados, a revisão é um ato reflexivo de análise e síntese, que organiza o saber de forma a torná-lo compreensível e significativo dentro de um determinado campo teórico". A busca, realizada entre os meses de julho e agosto de 2026, se fez a partir de títulos de artigos, Trabalhos de Conclusão de Curso, Dissertações e Teses no contexto brasileiro, que contivessem o nome "Pedagogia de Emergências" nas plataformas Google Acadêmico e Scielo. Foram descartados os textos que tratavam de temas relacionados às emergências médicas ou que estavam associados ao conceito da Sociologia das Ausências e Emergências, criado por Boaventura de Sousa Santos, referindo-se ao que é esquecido, negligenciado ou, então, ao que passa a ser estudado em determinado campo de conhecimento (Gomes, 2017). A partir dos resultados encontrados nas buscas, foram selecionados dez textos, tendo como referência temporal o período de 2016 a 2025, uma década a partir do ano de criação da Associação de Pedagogia de Emergência no Brasil. Os textos selecionados na primeira etapa foram lidos e estudados na íntegra, buscando características que indicassem como a Pedagogia de Emergências é aplicada, o que permitiu a elaboração da terceira etapa, que é a construção de uma narrativa descritiva. Os textos selecionados também propiciaram a indicação de leituras complementares, inclusive das páginas das referidas associações, com ilustrações e demais complementos visuais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As inundações que acometeram o estado do Rio Grande do Sul em 2023 e 2024 trouxeram muitos ensinamentos e permitiram a ampliação do estudo em diversas áreas, seja nas questões relacionadas à previsão do tempo, às comunicações ou ao funcionamento de sistemas de saúde, segurança ou educação durante situações extremas. Entre as questões que se ampliaram, especialmente no contexto educacional, estão as discussões acerca da Pedagogia de Emergências. A partir dos textos selecionados, observa-se uma maior produção acadêmica envolvendo as áreas da Educação e da Psicologia. Sobre a distribuição geográfica, os materiais lidos são das regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil, sendo a ênfase nas mudanças climáticas para as produções sulistas, enquanto que as demais regiões produziram sobre outras situações, como as relacionadas à violência. Sobre quem produziu, é possível identificar escritas em parceria para produção de artigos e apresentações em eventos, enquanto as escritas individuais se revelaram como Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC).

DOI: 10.51189/vii-coninters/88486

Sobre a Pedagogia de Emergências, trata-se de uma abordagem que se apresenta ainda relativamente nova e pouco utilizada no Brasil, principalmente na região Sul, e que diz respeito à forma como são assessoradas comunidades e pessoas que passam por traumas ou conflitos diversos, causados diretamente por ações da natureza ou antrópicas.

Esta Pedagogia surgiu em 2006, "[...] criada pelo professor alemão Bernd Ruf, utilizando os princípios da pedagogia Waldorf que defende a utilização de recursos artísticos e de expressão corporal para lidar com situações extremas" (Silva; Lira, 2024, p. 3). Com as inundações e a forma repentina com que muitas cidades foram atingidas, os traumas sofridos foram ampliados, principalmente considerando o envolvimento de crianças que, além de terem suas cidades atingidas, muitas viram a perda de suas casas, suas escolas e outros tantos espaços de referência seus e de seus familiares.

No Brasil, em 2016, foi criada uma associação a partir dos estudos e ações da Pedagogia, a Associação da Pedagogia de Emergência (Oliveira, 2023), que visa dar assistência imediata e suporte em situações de crise. É a partir desta associação que várias das ações realizadas no Brasil nos últimos anos se basearam. Em 2019, fundou-se a Pedagogia de Emergência Sem Fronteiras, na Alemanha, com a colaboração de representantes de diversos países, visando à ampliação das formações e dos atendimentos (Associação da Pedagogia de Emergência no Brasil, *on-line*).

Ao avançar no estudo dos textos selecionados sobre a Pedagogia de Emergências, foi possível identificar estratégias de aplicação e observações importantes a serem consideradas pelos envolvidos e que serão aqui descritas. As oficinas são as principais ações citadas, que devem ser organizadas para perdurarem, in loco, entre 3 e 15 dias (Silva; Lira, 2024; Oliveira, 2023) e seguem uma sequência. Conforme se observou nos textos explorados, os encontros são divididos em quatro momentos: a) oficinas artísticas, que podem envolver pinturas mais livres com lápis de cor, giz de cera ou tinta; b) desenho com formas ou outros trabalhos manuais; c) atividades envolvendo o corpo como brincadeiras e jogos; d) formação com os profissionais envolvidos. Essas estratégias seguem um ordenamento proposital, uma vez que a primeira ação tem o objetivo de regular a respiração e trazer um relaxamento inicial. A segunda permite um ordenamento do pensamento, uma vez que direciona o momento criativo para uma atividade específica, seja a criação de um objeto concreto ou um desenho específico. Neste fazer, temos a ênfase nas qualidades individuais, no encorajamento e no incentivo a seguir tentando.

No terceiro momento, a atividade passa a ser coletiva, em que a interação e o fazer-com passam a ser o fio condutor, visando à retomada da confiança e das relações em parceria. Podem ser realizadas oficinas com ritmos corporais, pequenas corridas ou circuitos; até mesmo caminhadas em grupo são possíveis. Nesta etapa, também podem ser incluídos jogos e brincadeiras que envolvam a concentração e a ativação da memória, que tendem a ser afetadas pela ocorrência do trauma e mudança de rotina.

O último momento envolve a formação com os adultos envolvidos, orientando-os sobre como agir e como seguir nos períodos vindouros (Ferreira, 2024). Por considerar o período de atendimento de emergência ser o de semanas imediatamente após o ocorrido, mas saber que os desencadeamentos e o trabalho de reconsiderar o ocorrido segue nas semanas seguintes, é importante que professores e demais membros da comunidade tenham formação apropriada. Ferreira (2024) destaca o adoecimento relacionado, de professores e demais adultos envolvidos, justamente devido ao assessoramento intensivo que promovem. O autor alerta que

> Aqueles que aplicam a Pedagogia de Emergência, seja de forma voluntária ou involuntária, estão sujeitos a diversas pressões, como desorientação, medo, falta de informação e equipamento, além de sensação de sobrecarga. Essas vivências chocantes resultam em alta pressão emocional, o que pode desencadear sentimento de insegurança, estresse e depressão entre os professores (Ferreira, 2024, p.11).

Por isso, a importância do que se identifica como quarta etapa, a de formação para adultos que continuarão o acompanhamento.

Em todas as etapas, as atividades em grupo são indicadas, cabendo aos mentores a observação dos envolvidos. A identificação de quem está mais apático, visivelmente inseguro, inquieto ou até mais violento pode ser um indicativo de quem está, naquele momento, mais vulnerável. Ferreira (2024, p. 10) destaca que "[...] é necessário estar atento para que a criança não utilize essas atividades como uma oportunidade para reviver seu trauma, como se estivesse participando de um jogo traumático." Essas observações corroboram a importância do acompanhamento atento por parte dos adultos que interagem com as crianças após situações que possam ser traumáticas.

Outro ponto relevante observado é a organização do espaço em que se encontram, tanto para as atividades artísticas e pedagógicas quanto para as do dia, como alimentação, sono e higiene. Estar em um espaço ordenado contribui para a retomada do ritmo de vida, principalmente ao se considerar o respeito aos horários que o grupo possuía em relação à sua rotina anterior.

Reorganizar o dia com atenção aos horários de dormir-acordar, realizar as refeições, estudar e brincar é colaborativo para a estabilização emocional. A oferta de alimentos frescos, com preparo e oferta cuidadosa ao servir, se torna outro momento de fortalecimento, podendo ser inclusive associada a uma prática de oficina, em que, por exemplo, as crianças auxiliam a organizar a mesa, preparando o grupo para o momento de socialização. Convidar as crianças para participarem do planejamento de uma determinada ação também é colocá-las em movimento ativo, como, por exemplo, planejar as brincadeiras do dia seguinte ou de uma comemoração de aniversário.

Oliveira (2023) destaca que, sempre antes de iniciar qualquer intervenção, é necessário reunir o grupo de proponentes e alinhar as estratégias e os cuidados necessários ao público-alvo. Da mesma forma, após as oficinas, é importante um novo encontro de alinhamento para avaliação e ajustes que se fazem necessários.

Os momentos de relaxamento são muito bem-vindos durante todas as etapas, podendo ocorrer por meio de respiração ordenada, contação de história ou relaxamento físico, deitando o corpo ao chão após uma atividade. Também se destaca o quanto o estímulo positivo e o encorajamento para aquilo que a criança sabe fazer, bem como seus pontos positivos, são importantes para a reconstrução emocional que se está almejando. Adiante, apresentam-se as considerações finais a partir das leituras realizadas.

4 CONCLUSÃO

A partir das leituras feitas nos textos selecionados, é possível identificar que as atividades propostas pela lógica da Pedagogia de Emergências devolvem rotina e ritmo às crianças, o que justamente é mais afetado em situações extremas. Uma experiência com previsibilidade, mesmo que através da liberdade do brincar ou de uma atividade artística, permite a recomposição de cenários anteriores ao ocorrido, favorecendo a retomada de sentimentos de segurança e estabilidade. Também são observados momentos de respiro-descanso para os responsáveis diretos pelas crianças, por exemplo, quando estão em abrigos, o que também é muito profícuo numa situação de maior tensão. A Pedagogia de Emergências também preconiza a escuta atenta e livre, como oportunidade para ouvir quem precisa conversar sobre o ocorrido. Destaca-se que não se provoca uma conversa sobre o trauma, e sim se permite que a criança possa se expressar e, através disso, processar o ocorrido e suas aprendizagens. Essas observações são recorrentes nos textos lidos para esta exploração.

Ao finalizar, observa-se que este trabalho atende ao objetivo de apresentar uma revisão narrativa a partir de estudos já realizados sobre o conceito de Pedagogia de Emergências, visando ampliar o conhecimento sobre o tema a partir da identificação e sistematização de suas

etapas de aplicabilidade. Em relação às limitações e futuras perspectivas, é relevante destacar o crescente número de trabalhos a partir do vivido com as inundações no estado do Rio Grande do Sul durante os anos de 2023 e 2024. Cabe reforçar que a Pedagogia de Emergências merece ser ainda mais conhecida e estudada, como reforçam também Fraporti; Rocha; Isse (2023), para que possa ser aplicada em outros contextos tão impactantes quanto aqueles relacionados ao clima, além de ser levada para o nível de formação inicial de professores, qual seja, para a graduação em Pedagogia e demais licenciaturas. Pensar sustentabilidade dos sistemas educacionais e sociais, a partir da lógica da escuta, do acolhimento e do reconhecimento do outro, é um caminho profícuo para a construção de espaços mais resilientes para a humanidade.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO DA PEDAGOGIA DE EMERGÊNCIA NO BRASIL. **Pedagogia de Emergência, página inicial**. *On-line*. Disponível em: https://pedagogiadeemergencia.org/. Acesso em: 03 ago. 2026.

DUARTE, Rosália. Pesquisa Qualitativa: Reflexões sobre o trabalho de campo. **Cadernos de Pesquisa**, n. 115, p. 135-154, mar. 2002.

EMERGÊNCIA, Pedagogia de. **Método Pedagogia de Emergência**. Guia de Intervenção Pedagógica. Disponível em: <https://www.fraterinternacional.org/wp-content/uploads/2020/05/metodo-pedagogia-emergencia.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2026.

FERREIRA, Felipe Adalberto de Moura. **Ensino-aprendizagem, formação docente, pedagogia da emergência: uma revisão bibliográfica sobre luto e trauma na infância**. Trabalho de Conclusão de Curso (Pedagogia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 26 f. 2024.

FRAPORTI, Eduarda; ROCHA, Ricardo da Silva, ISSE, Silvane Fensterseifer. Pedagogia de Emergência em uma aula de Educação Física: Acolhimento e escuta de estudantes diretamente atingidos pelas cheias do Rio Taquari. In.: **IX Encontro Nacional de Licenciaturas**. 2023, Lajeado. Anais [...]. Lajeado: UNIVATES. ISSN 2526-3234.

GARCIA LUCIO, Beatriz. **Educadores que abraçam tempestades:** Práticas pedagógicas e o papel terapêutico da educação em contexto de mudanças climáticas. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Pedagogia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Educação, Porto Alegre, 59 f. 2025.

GOMES, Ana Laudelina Ferreira. A sociologia das ausências e das emergências em sala de aula. **Cronos**: Revista da Pós-Graduação em Ciências Sociais, Natal, v. 18, n. 2, p. 155-164, jul./dez. 2017.

OLIVEIRA, William Fernando Boudakian de. Pedagogia de Emergência no Vale do Taquari/RS**. Revista CEDEPEM**, Pelotas, RS, v. 3, n. 3, p. 98-107, ago./dez. 2023.

SILVA, Bárbara Alves da. **Educar em meio ao silêncio:** a atuação do professor diante do sofrimento emocional de crianças frente à drogadição no contexto familiar à luz da Pedagogia das Emergências. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Pedagogia) - Universidade Federal de Alagoas, Centro de Educação, Maceió, 25 f. 2026.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88486

SILVA, Cintia Aparecida Nascimento; LIRA, Mirtes Ribeiro de. Atuação do pedagogo – Diálogos entre Pedagogia de Emergência com a Pedagogia Waldorf. **Revista Epistemologia e Práxis Educativa - EPEduc**, Teresina, v. 7, n. 2, p. 1-18, 2024.

SOARES, Ana Karine de Araújo. Revisões da Literatura: Diferenças, Métodos e Aplicações. **Brazilian Journal of Implantology and Health** Sciences, Macapá, v. 7, p. 982-1005, nov. 2025.

UNICEF. Quase 250 milhões de crianças e adolescentes tiveram os estudos interrompidos por crises climáticas em 2024, alerta UNICEF. 23 de janeiro de 2025. Disponível em: https://www.unicef.org/brazil/comunicados-de-imprensa/quase-250-milhoes-de-criancas-e-adolescentes-tiveram-os-estudos-interrompidos-por-crises-climaticas-em-2024-alerta-UNICEF. Acesso em: 14 mai. 2025.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88486

INOCULAÇÃO COM BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO VEGETAL ATENUA OS EFEITOS DO DÉFICIT HÍDRICO DA SOJA

GERSON CALTO GULELA; NORDINO FRANCISCO MUQUIVATIHE; GUILHERME AUGUSTO BOES SACKSER; FERNANDO MATEUS GERLING; ANDERSON ÍTALO DALLA SANTA; VANDEIR FRANCISCO GUIMARÃES

RESUMO

A soja é uma das principais culturas de importância econômica mundial. O déficit hídrico é um dos principais fatores ambientais que levam a perdas de produtividade na cultura. Apesar do potencial das bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCV) na redução dos efeitos deletérios do déficit hídrico, ainda são limitadas as informações comparativas sobre a sua eficiência, seus efeitos integrados sobre o estado hídrico da planta, o crescimento e os componentes de produção da soja. Sabe-se que a inoculação de BPCV, em combinação com um manejo cultural adequado, pode minimizar os efeitos causados pelo déficit. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos da inoculação com BPCV sobre as respostas fisiológicas, o crescimento e os componentes de produção da soja submetida ao déficit hídrico. Foi conduzido um ensaio em vasos, em delineamento de blocos ao acaso, com seis tratamentos e cinco repetições. As plantas de soja foram submetidas a duas condições hídricas distintas, conforme os seguintes tratamentos: T1- controle irrigado com *Bradyrhizobium japonicum*; T2- controle com déficit hídrico e com *B. japonicum*; T3- coinoculação com déficit hídrico (*B. japonicum* + *Azospirillum brasilense*; T4- coinoculação com déficit hídrico (*B. japonicum* + *Bacillus aryabhattai*; T5- coinoculação com déficit hídrico (*B. japonicum* + mix de *B. aryabhattai, B. haynensii* e *B. circulans*); e T6- coinoculação com déficit hídrico (*B. japonicum* + *Pseudomonas fluorescens*). Foram avaliados os teores relativos de clorofila, teor relativo de água, umidade gravimétrica do solo, dano membranar, volume das raízes, massa seca das folhas, de raiz, de caule, de estruturas reprodutivas, área foliar, número de vagens por planta, número de grãos por planta, massa de 100 grãos e produtividade por planta. Os dados foram submetidos à análise de variância e testes de comparação de médias. Os resultados evidenciaram que a inoculação com BPCV contribuiu para a manutenção do estado hídrico das plantas, preservação da atividade fisiológica e melhoria de características biométricas e produtivas, especialmente sob condição de déficit hídrico. Conclui-se que a utilização de BPCV representa uma estratégia promissora para atenuar os efeitos deletérios e aumentar a tolerância da soja ao déficit hídrico, favorecendo a sustentabilidade dos sistemas produtivos.

Palavras-chave: *Azospirillum brasilense*; estado hídrico; integridade de membranas.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é uma das culturas de maior importância econômica, impulsionadora do desenvolvimento do setor agrícola no mundo, por ser de múltiplo uso e elevado valor nutricional. O déficit hídrico é o principal fator climático limitante, responsável por perdas de produtividade nas regiões produtoras do Brasil. Em média, as perdas são de 1.373 kg/ha, ocasionadas diretamente por períodos de estiagem ou irrigação ineficiente (Sentelhas *et al*., 2015). O déficit hídrico nos estádios de floração e enchimento de grãos na cultura da soja, tem provocado abortamento de flores e vagens jovens, reduzindo em 45,22% a produtividade (Brandalizze, 2017). Ele promove uma série de respostas integradas nas plantas, envolvendo modificações morfológicas, fisiológicas e bioquímicas voltadas à manutenção do equilíbrio

DOI: 10.51189/vii-coninters/88488

hídrico e da integridade celular. Entre as diversas respostas fisiológicas, destacam-se redução do teor relativo de água (TRA) e da turgescência celular, associadas ao fechamento estomático (Flexas *et al*., 2004). Dentre as estratégias para mitigar os efeitos negativos do déficit hídrico na soja, tem-se utilizado a inoculação com BPCV. Apesar dos avanços no uso de BPCV na soja, ainda há lacunas quanto à sua eficácia na redução dos efeitos do déficit hídrico, especialmente pela predominância de estudos focados em crescimento ou produtividade de forma isolada. São escassas abordagens integradas que relacionem respostas fisiológicas ao desempenho agronômico, bem como comparações entre diferentes grupos bacterianos, estratégias de coinoculação e respostas de distintos genótipos de soja. Além disso, ainda há muito que ser compreendido nessa área, como as complexas interações ecológicas que ocorrem entre microrganismo, planta e solo (Silva *et al*., 2022). Ainda não está claramente estabelecido como diferentes BPCV influenciam as respostas morfofisiológicas da soja sob déficit hídrico.

Diante da importância de reduzir os efeitos deletérios do déficit hídrico, o presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da inoculação com BPCV sobre as respostas fisiológicas, o crescimento e os componentes de produção da soja submetida ao déficit hídrico.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período entre outubro de 2025 a fevereiro de 2026, na Estação Experimental de Horticultura e Controle Biológico Professor Mario César Lopes, pertencente ao Núcleo de Estações Experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), Campus de Marechal Cândido Rondon, Paraná. Os dados meteorológicos para a caracterização das condições ambientais durante o período experimental foram obtidos na Estação Meteorológica da Fazenda Experimental Dr. Antônio Carlos dos Santos Pessoa, na linha Guará, pertencente à Unioeste. O delineamento de blocos ao acaso, com cinco repetições e seis tratamentos, foi aplicado ao experimento. As plantas de soja foram submetidas a duas condições hídricas distintas, conforme os seguintes tratamentos: T1- controle irrigado com *Bradyrhizobium japonicum*; T2- controle com déficit hídrico e com *B. japonicum*; T3- coinoculação com déficit hídrico (*B. japonicum* + *Azospirillum brasilense*; T4- coinoculação com déficit hídrico (*B. japonicum* + *Bacillus aryabhattai*; T5- coinoculação com déficit hídrico (*B. japonicum* + mix de *B. aryabhattai*, *B. haynensii* e *B. circulans*); e T6- coinoculação com déficit hídrico (*B. japonicum* + *Pseudomonas fluorescens*). A unidade experimental foi constituída por um vaso de polietileno com capacidade de 22,0 L, contendo duas plantas. A cultivar de soja utilizada foi a Pioneer 95R10, do grupo de maturação 6.1, considerado tardio. A inoculação foi realizada nas sementes (100 mL 50 kg^{-1}), semeadas a 3 cm de profundidade, mantendo-se duas plantas por vaso após o desbaste em V_2. As plantas foram submetidas ao déficit hídrico no estádio R_3, com suspensão total da irrigação nos vasos destinados a este tratamento. Foram conduzidas avaliações diárias das variáveis fisiológicas, visando monitorar as modificações promovidas pela restrição hídrica e a resposta das plantas após a reidratação, conforme metodologia amplamente empregada em estudos de estresse hídrico (Flexas *et al*., 2004). O TRA foi determinado por meio da coleta de seis discos foliares, os quais foram imediatamente pesados para obtenção da massa fresca (MF). Foram acondicionados em placas de Petri contendo água destilada por um período de 5 horas, sendo posteriormente pesados para determinação da massa túrgida (MT). As amostras foram submetidas à secagem em estufa de circulação de ar forçado, à temperatura de 65 °C, até atingirem massa constante, para obtenção da massa seca (MS). O cálculo do teor relativo de água foi realizado utilizando a seguinte equação: $TRA = [(MF - MS) / (MT - MS)] \times 100$ (Barrs, 1962). A umidade gravimétrica do solo (UG) foi obtida com auxílio de um medidor digital indireto de umidade, modelo MPM-160-B, onde foram feitas duas coletas de dados através da inserção das hastes do equipamento no solo contido no vaso e posteriormente determinou-se a média. A tolerância protoplasmática foi determinada a partir da coleta de dez discos foliares, os quais foram submetidos à tríplice

lavagem com água deionizada, com o objetivo de remover impurezas e minimizar interferências decorrentes do extravasamento celular. Posteriormente, os discos foram acondicionados em tubos de centrífuga do tipo Falcon contendo 20,0 mL de água deionizada e mantidos em repouso por 24 horas para posterior mensuração da condutividade elétrica inicial (CL), com auxílio do condutivímetro. Em seguida, os tubos foram submetidos à temperatura de 100 °C por 2 horas, em banho-maria, visando à ruptura total das membranas celulares, sendo posteriormente realizada a medição da condutividade elétrica total (CT). A liberação eletrolítica (LE), utilizada como indicador inversamente proporcional à tolerância protoplasmática, foi calculada conforme a seguinte equação LE=(CL/CT)×100 (Vasquez -Tello *et al*., 1990). O índice SPAD foi determinado por meio de um clorofilômetro portátil SPAD-502 Plus (Konica Minolta, Japão). As leituras foram realizadas no folíolo central do trifólio completamente expandido do terço médio das plantas, evitando-se a nervura central. As avaliações ocorreram entre 8h00 e 11h00, sendo obtidas cinco leituras por planta e utilizada a média como valor representativo de cada unidade experimental. O índice SPAD foi empregado como estimativa indireta do teor de clorofila foliar e da integridade do aparato fotossintético das plantas submetidas aos diferentes tratamentos e condições hídricas (Hoel *et al*., 1998).

As análises biométricas foram realizadas a partir da coleta de duas plantas por vaso, subdivididas em limbo foliar, sistema radicular e caule. A área foliar foi determinada com o auxílio do medidor de área foliar LI-3100C (LI-COR, Lincoln, NE, EUA). O sistema radicular foi lavado em água corrente para remoção de partículas de solo, e seu volume foi determinado pelo método de deslocamento de água em proveta graduada (Böhm, 1979). Em seguida, as frações foliar, caule + pecíolo e radicular foram acondicionadas em sacos de papel kraft e submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até atingirem massa constante. Posteriormente, as amostras foram pesadas em balança de precisão para obtenção da massa seca de cada fração. A área foliar específica foi calculada pela razão entre a área foliar e a massa seca das folhas (Benincasa, 2003).

Os componentes de produção foram determinados por meio da contagem do número de vagens com quatro, três, dois e um grão, obtendo-se o número total de vagens por planta e o número médio de grãos por vagem. As vagens foram debulhadas manualmente, e os grãos limpos para remoção de impurezas. Na sequência, os grãos foram pesados em balança de precisão para determinação da produção por planta, e a massa de 100 grãos foi obtida pela média aritmética entre a massa total da amostra e o número de grãos correspondente.

Os dados foram submetidos à ANOVA e, quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Adicionalmente, realizou-se a Análise de Componentes Principais (ACP) para identificar associações entre as variáveis. As análises foram realizadas no software R.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A indução do déficit hídrico foi realizada por meio da suspensão parcial da irrigação entre os dias 3 e 7 de janeiro de 2027**.** Durante esse período, foram conduzidas avaliações diárias das variáveis fisiológicas, visando monitorar as modificações promovidas pela restrição hídrica e a resposta das plantas após a reidratação, conforme metodologia amplamente empregada em estudos de estresse hídrico (Flexas *et al*., 2004).

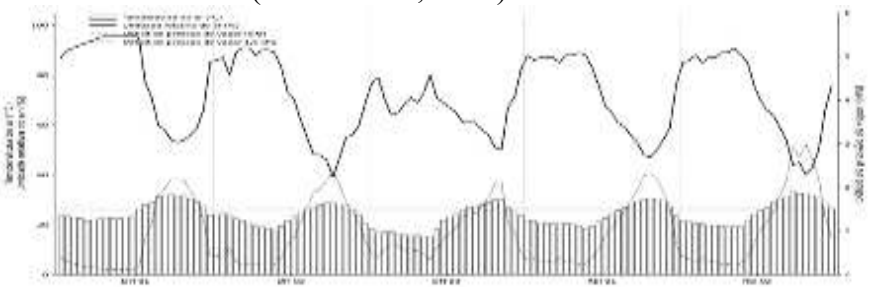


Figura 1. Dinâmica das condições meteorológicas durante o período de imposição do déficit hídrico no estádio de início de formação de vagens (R_3). Dados de temperatura do ar, umidade relativa e déficit de pressão de vapor.

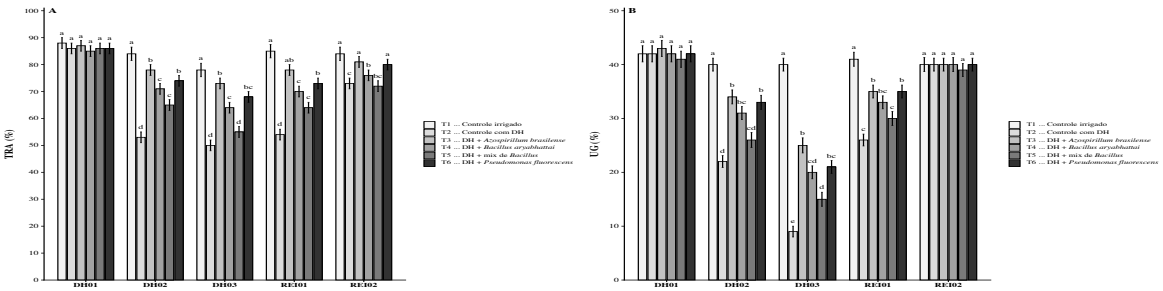
As condições meteorológicas durante o período de déficit hídrico indicaram um comportamento diurno típico das variáveis meteorológicas, com incremento da temperatura do ar associado à redução da umidade relativa, resultando no aumento do déficit de pressão de vapor (DPV). Durante o período de déficit hídrico (DH01, DH02 e DH03), o DPV frequentemente excedeu o valor crítico de 1,5 kPa (Sinclair *et al*, 2015). No período de reidratação (REI01 e REI02), verificou-se redução parcial do DPV em determinados intervalos, contudo, ainda foram registrados picos elevados, indicando que a atmosfera permaneceu com elevada demanda evaporativa mesmo após a reidratação. Essas condições podem ter intensificado o déficit hídrico, contribuindo para respostas de algumas variáveis como TRA, perda de turgescência celular e fechamento estomático (Flexas *et al*., 2004).

Teor relativo de água e Umidade gravimétrica

O TRA foi influenciado pela progressão do déficit hídrico e pela inoculação com BPCV ao longo do período experimental (Figura 2. A). No primeiro dia de déficit hídrico (DH01), não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos ($p \geq 0,05$), evidenciando que a suspensão inicial da irrigação não promoveu alterações do estado hídrico das plantas. Posteriormente registrou-se avanço do déficit hídrico, com diferenças significativas entre os tratamentos a partir do DH02. O tratamento sob déficit hídrico inoculado apenas com *Bradyrhizobium japonicum* (T2) apresentou menores valores de TRA durante o período de déficit hídrico, enquanto as plantas inoculadas com *Azospirillum brasilense* (T3) e *Pseudomonas fluorescens* (T6) mantiveram maior hidratação foliar, indicando maior tolerância. Após a reidratação (REI01), observou-se recuperação gradual do TRA em todos os tratamentos, sendo T3 e T6 os que apresentaram recuperação mais eficiente e valores semelhantes ao controle irrigado (T1). Esses resultados indicam que a coinoculação com BPCV favorece a manutenção do estado hídrico das plantas e desta forma contribui para maior tolerância da soja ao déficit hídrico. Esses resultados corroboram o conceito proposto (Barrs *et al*., 1962), que relata que o TRA é um indicador sensível do estado hídrico das plantas, destacando que a coinoculação com BPCV contribui para a manutenção da turgescência celular e aumenta a tolerância da soja ao déficit hídrico.

A Umidade gravimétrica do solo (UG) não diferiu entre os tratamentos no DH01, o que indica condições hídricas iniciais uniformes (Figura 2. B). A partir de DH02, observou-se uma redução significativa dos tratamentos sob déficit, sendo T1, o que apresentou maior valor, enquanto o T2 registrou os menores valores. Diferentemente, os tratamentos inoculados com *A. brasilense* (T3) e *P. fluorescens* (T6) mantiveram maiores valores durante o período de déficit hídrico, sugerindo melhor conservação da UG, possivelmente em decorrência do estímulo ao crescimento radicular e da manutenção do estado hídrico (Vurukonda *et al*., 2016).

Após a reidratação, a UG foi restabelecida em todos os tratamentos, alcançando valores próximos de 40% em REI02, sem diferenças significativas, mostrando o restabelecimento da disponibilidade hídrica e a eficiência da reidratação.



DOI: 10.51189/vii-coninters/88488

Figura 2. Teor relativo de água (TRA, %) e umidade gravimétrica do solo (θg, g g^{-1}) em plantas de soja da cultivar Pioneer 95R10 inoculadas com bactérias promotoras de crescimento vegetal sob déficit hídrico no estádio R_3 (início da formação de vagens). O experimento foi conduzido em Marechal Cândido Rondon, PR, durante o ciclo agrícola 2025/2026. DH01, DH02 e DH03 correspondem ao primeiro, segundo e terceiro dias de déficit hídrico, respectivamente, enquanto REI01 e REI02 representam o primeiro e o segundo dias após a reidratação.

Resposta das variáveis biométricas e produtivas da soja ao déficit hídrico

A inoculação com BPCV modificou significativamente o desempenho morfofisiológico das plantas de soja sob condições de déficit hídrico (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios do volume da raiz (VR), área foliar (AF), massa seca de caule (MSC), massa seca de folhas (MSF), massa seca da raiz (MSR), Massa seca de estruturas reprodutivas (MSER), teor relativo de clorofila (SPAD) e Dano membranar (DM) de plantas de soja em função da inoculação de bactérias promotoras de crescimento vegetal e submetidas ao déficit hídrico no estádio fenológico R_3. Marechal C. Rondon – PR, 2025/2026

Tratamentos	VR	AF	MSC	MSF	MSR	MSER	SPAD	DM
	cm^3 $planta^{-1}$	dm^2 $planta^{-1}$	----------g $planta^{-1}$----------				índice	%
T1	107 d	49,01 a	50,16 a	28,43 a	19,40 c	14,41 a	45,28 a	22,81 e
T2	120 d	12,96 c	30,61 d	12,50 d	22,94 bc	3,32 c	36,56 c	61,55 a
T3	275 a	43,37 a	44,42 ab	25,16 ab	52,56 a	10,74 ab	41,94 ab	32,44 d
T4	164 bc	18,86 c	35,75 cd	17,62 cd	29,24 bc	5,18 bc	40,52 abc	45,60 c
T5	138 cd	20,95 bc	32,21 d	12,15 d	26,90 bc	3,55 c	39,68 bc	55,82 b
T6	196 b	38,05 ab	39,96 bc	22,07 bc	35,61 b	7,50 bc	41,86 ab	40,53 c
Media Geral	166,66	30,53	38,85	19,66	31,11	7,45	40,97	43,13
CV%	13,19	31,13	8,68	14,52	22,55	39,82	6,43	6,52

Observou-se que T3 apresentou desempenho superior entre os tratamentos, destacando-se pelo maior VR (275 cm^3 $planta^{-1}$) e maior MSR (52,56 g $planta^{-1}$), indicando maior capacidade de absorção de água no solo, confirmando que a inoculação influenciou o desenvolvimento do sistema radicular, que é um importante mecanismo de adaptação à deficiência hídrica (Vurukonda *et al*., 2016).

O T1 e T3 destacaram-se com maiores médias de AF, MSC e MSF, enquanto T2 apresentou os menores valores, indicando uma resposta pouco satisfatória em relação ao déficit hídrico. A manutenção da AF, MSC e MSF, em T3 sugere maior manutenção da atividade fotossintética, reduzindo os efeitos negativos do déficit hídrico (Taiz *et a*l., 2017).

A MSER expressou maiores resultados em T1, sem diferir de T3, sugere maior preservação das estruturas reprodutivas, o déficit hídrico na fase reprodutiva pode comprometer o desenvolvimento de flores e vagens e aumentar o aborto dessas estruturas (Liu., *et al* 2003).

O dano membranar (DM), o inverso da tolerância protoplasmática, foi significativamente influenciado pelos tratamentos ($p \leq 0,05$). O T2 apresentou maior porcentagem enquanto T1 registrou o menor valor, justificado pelo fato da não restrição hídrica. Entre os tratamentos submetidos ao déficit hídrico, T3 apresentou menor dano membranar, evidenciando maior preservação da integridade das membranas celulares. Este indicador está diretamente relacionado à conservação do estado hídrico e da turgescência celular, refletindo maior capacidade de tolerância ao déficit hídrico (Barrs *et al.,* 1962).

A manutenção de maiores valores de SPAD nos tratamentos inoculados, especialmente em T3, indica maior preservação dos pigmentos fotossintéticos durante o déficit hídrico, possivelmente em decorrência da melhora do estado hídrico, da absorção de nutrientes e da atividade antioxidante promovida pelas bactérias. Esses resultados corroboram os de Ahmed et al. (2011), que relataram redução do índice SPAD em soja sob déficit hídrico, associada à redução do teor de clorofila, do nitrogênio foliar e da produtividade, evidenciando que o índice SPAD é um importante indicador do estado fisiológico da cultura.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88488

Tabela 02. Médias de número de vagens por planta (NVP), grãos por planta (NGP), massa de 100 grãos (MCG) e produção de grãos (PROD) das plantas de soja em função da inoculação de bactérias promotoras de crescimento vegetal e submetida ao déficit hídrico no estádio fenológico R3. Marechal C. Rondon – PR, 2025 / 2026

Tratamentos	NVP	NGP	MCG	PROD
			g	g planta^{-1}
T1	132,8 a	314,00 a	13,30 d	61,58 a
T2	58,4 d	165,81d	16,53 a	25,10 e
T3	111,8 ab	270,01ab	13,90 cd	51,16 ab
T4	92,41 bc	221,42 bcd	15,05b	39,78 cd
T5	73,00 cd	185,42 cd	15,37 b	33,24 de
T6	100,41 b	248,22bc	14,35 bc	45,02 bc
Medias Gerais	94,81	234,13	14,75	42,64
CV (%)	11,66	13,87	3,50	12,39

Os componentes de produção da soja foram significativamente influenciados pelos tratamentos ($p \leq 0,05$). O T1 registrou as maiores médias para NVP (132,8), NGP (314,0) e PROD (61,58 g planta^{-1}), não diferindo estatisticamente de T3, que apresentou desempenho semelhante mesmo sob déficit hídrico. O T2 apresentou os menores valores das variáveis avaliadas, apontando maior sensibilidade ao déficit hídrico.

O maior NVP e NGP, T1 e T3 resultou em maior PROD, uma vez que esses componentes são os principais determinantes do rendimento da soja (Egli, 2017). Em condições de déficit hídrico, a redução da disponibilidade de água compromete a fotossíntese, favorecendo o abortamento de flores e vagens, reduzindo a formação de sementes e, consequentemente, a produtividade (Taiz *et al*., 2017; Sinclair, 2011).

O T2 apresentou a maior massa de cem grãos (MCG = 16,53 g), resultado atribuído ao efeito de compensação fisiológica, no qual a redução no número de sementes por planta favorece maior disponibilidade de fotoassimilados por grão. Contudo, esse incremento na MCG não foi suficiente para compensar a redução observada nos demais componentes de produção, resultando em menor produtividade nesse tratamento (Board et al.,2011).

O T3 apresentou elevada PROD, sugerindo que a inoculação com BPCV tenha contribuido para a manutenção dos componentes reprodutivos e do rendimento sob déficit hídrico possivelmente em decorrência do maior desenvolvimento do sistema radicular, que favoreceu a absorção de água e nutrientes, contribuindo para a manutenção do desempenho fisiológico das plantas sob condições de déficit hídrico (Vurukonda *et al*., 2016). Os coeficientes de variação variaram de 3,50% a 13,87%, apresentaram boa precisão experimental e elevada confiabilidade dos resultados (Pimentel-Gomes, 2009).

4 CONCLUSÃO

A inoculação com bactérias promotoras de crescimento vegetal atenuou os efeitos deletérios do déficit hídrico, resultando em melhorias nas variáveis fisiológicas, no desenvolvimento biométrico e nos componentes de produção da cultura. A coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* (T3) destacou-se entre os tratamentos avaliados, promovendo maior desenvolvimento do sistema radicular, preservação do estado hídrico e da integridade das membranas celulares, além de manter a produtividade em níveis estatisticamente semelhantes aos do tratamento irrigado. Esses resultados reforçam o potencial da inoculação como estratégia para mitigar os impactos do déficit hídrico sobre a soja, contribuindo para a estabilidade produtiva da cultura em situações de restrição hídrica cada vez mais frequentes e para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88488

REFERÊNCIAS

AHMED, S. U. Effects of soil water deficit on leaf nitrogen, chlorophylls and SPAD chlorophyll meter reading on growth stages of soybean. *Bangladesh Journal of Botany*, Dhaka, v. 40, n. 2, p. 171–175, 2011.

BARRS, H. D.; WEATHERLEY, P. E. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. *Australian Journal of Biological Sciences*, Melbourne, v. 15, p. 413–428, 1962.

BENINCASA, M. M. P. *Análise de crescimento de plantas: noções básicas*. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003.

BÖHM, W. *Methods of studying root systems*. Berlin: Springer-Verlag, 1979.

BRANDALIZZE, V. Realidade e perspectivas de mercado e comercialização da soja no Brasil e no mundo. In: FANCELLI, A. L. *Soja: condicionantes de alta produtividade*. Piracicaba: USP/ESALQ/LPV, 2017. p. 1–29.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Regras para análise de sementes*. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 399 p.

EGLI, D. B. *Soybean yield physiology: principles and processes of yield production*. Wallingford: CABI, 2017.

LIU, F.; ANDERSEN, M. N.; JENSEN, C. R. Loss of pod set caused by drought stress is associated with water status and ABA content of reproductive structures in soybean. *Functional Plant Biology*, v. 30, n. 3, p. 271–280, 2003

FLEXAS, J. et al. Diffusive and metabolic limitations to photosynthesis under drought and salinity in C3 plants. *Plant Biology*, v. 6, n. 1, p. 269–279, 2004.

HOEL, B. O.; SOLHAUG, K. A. Effect of irradiance on chlorophyll estimation with the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. *Annals of Botany*, Oxford, v. 82, n. 3, p. 389–392, 1998.

PIMENTEL-GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. 15. ed. Piracicaba: FEALQ, 2009.

SENTELHAS, P. C. et al. The soybean yield gap in Brazil: magnitude, causes and possible solutions for sustainable production. *The Journal of Agricultural Science*, v. 153, n. 8, p. 1394–1411, 2015.

SILVA, A. P. da et al. Mecanismos de promoção de crescimento vegetal por bactérias endofíticas. *Iniciação Científica CESUMAR*, Maringá, v. 24, n. 1, e10776, 2022.

SINCLAIR, T. R. et al. Leaf expansion of soybean subjected to high and low atmospheric vapour pressure deficits. *Journal of Experimental Botany*, v. 66, n. 7, p. 1845–1850, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. A.; MURPHY, A. *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

VASQUEZ-TELLO, A. et al. Electrolyte and Pi leakages and soluble sugar content as physiological tests for screening resistance to water stress in *Phaseolus* and *Vigna* species. *Journal of Experimental Botany*, v. 41, p. 827–832, 1990.

VURUKONDA, S. S. K. P.; VARDHARAJULA, S.; SHRIVASTAVA, M.; SKZ, A. Enhancement of drought stress tolerance in crops by plant growth promoting rhizobacteria. *Microbiological Research*, Amsterdam, v. 184, p. 13–24, 2016.

ECONOMIA POLÍTICA DA TRANSIÇÃO ECOLÓGICA COMO DESTRUIÇÃO CRIADORA: QUEM GANHA E QUEM PERDE NA REORGANIZAÇÃO VERDE DO CAPITALISMO?

MARINA BREDA

RESUMO

A crise climática vem acelerando investimentos, políticas industriais e disputas por tecnologias, energia e minerais estratégicos, convertendo a transição ecológica em vetor de reorganização do capitalismo contemporâneo. Este estudo analisa essa transformação como processo de destruição criadora, deslocando a questão da substituição tecnológica para sua economia política: quem captura os ganhos da criação e quem absorve os custos da destruição? Adota-se abordagem qualitativa, de caráter teórico-conceitual, baseada em revisão bibliográfica e documental. A análise articula a tradição schumpeteriana e neo-schumpeteriana, especialmente Schumpeter, Dosi e Perez, às contribuições de Polanyi sobre desorganização e proteção social, de Furtado e Marini sobre desenvolvimento periférico, de Antunes sobre reestruturação do trabalho e da literatura de transição justa, com destaque para Newell e Mulvaney, Stevis e Felli e a Organização Internacional do Trabalho. Os resultados indicam que a transição ecológica amplia oportunidades de inovação, investimento e criação de empregos, mas não contém mecanismo automático de distribuição de seus benefícios. A apropriabilidade tecnológica, o controle do financiamento e das cadeias produtivas e a posição ocupada na divisão internacional do trabalho condicionam quem se beneficia das novas fronteiras verdes, enquanto desindustrialização localizada, reconversão ocupacional, precarização e pressões extrativas podem concentrar seus custos sobre trabalhadores, comunidades e economias periféricas. No Brasil, essa ambiguidade aparece no contraste entre o potencial de adensamento tecnológico e geração de trabalho qualificado e o risco de reproduzir especialização primário-exportadora e relações laborais desprotegidas. Conclui-se que a transição ecológica deve ser compreendida como disputa distributiva e institucional, e não apenas como mudança técnica: a destruição só se torna socialmente criadora quando políticas industriais, proteção social, qualificação e participação dos trabalhadores condicionam a inovação à redução das desigualdades e à ampliação do trabalho decente.

Palavras-chave: Trabalho decente; Justiça distributiva; Desenvolvimento Periférico.

1 INTRODUÇÃO

A crise climática deixou de constituir apenas uma restrição ambiental ao desenvolvimento para tornar-se um dos vetores de reorganização produtiva, tecnológica e geopolítica do capitalismo contemporâneo. A descarbonização das matrizes energéticas, a eletrificação dos transportes, a expansão das energias renováveis, a digitalização de sistemas produtivos e a crescente demanda por minerais estratégicos mobilizam investimentos, políticas industriais e novas disputas pelo controle de tecnologias e cadeias de valor. Nesse sentido, a transição ecológica não representa simplesmente a substituição de fontes fósseis

por fontes renováveis, mas uma transformação potencialmente mais ampla dos padrões de produção, acumulação e concorrência.

Essa transformação aproxima-se do processo denominado por Schumpeter (1961) de destruição criadora: a dinâmica pela qual a inovação simultaneamente desestrutura atividades, empresas e tecnologias estabelecidas e inaugura novas possibilidades de acumulação. Entretanto, reconhecer o caráter criador da mudança tecnológica não permite supor que seus benefícios sejam automaticamente distribuídos pela sociedade. A própria dinâmica concorrencial da inovação envolve assimetrias: Dosi (1982) demonstra que cumulatividade tecnológica, oportunidade e apropriabilidade fazem com que firmas e economias partam de posições distintas diante de novos paradigmas e trajetórias tecnológicas. A inovação produz oportunidades, mas também vantagens cumulativas e capacidade desigual de captura das rendas associadas à mudança técnica.

Perez (2002; 2016) amplia essa discussão ao demonstrar que grandes transformações tecnológicas somente se convertem em períodos de prosperidade amplamente difundida quando mudanças na base técnica são acompanhadas por transformações institucionais capazes de orientar investimentos e socializar seus benefícios. A possibilidade de uma direção "verde" para o desenvolvimento, portanto, não decorre automaticamente da difusão de tecnologias ambientalmente sustentáveis. Ela depende da forma pela qual Estados, mercados e instituições moldam a direção da inovação e distribuem seus ganhos.

É precisamente nesse ponto que a destruição criadora deixa de ser apenas uma categoria da economia da inovação e se transforma em problema de economia política. Se, para Schumpeter, a questão central está na dinâmica pela qual o capitalismo destrói estruturas antigas e cria novas, Polanyi (2000) permite perguntar o que ocorre com a sociedade quando transformações orientadas pelo mercado desorganizam formas de produção, proteção e reprodução social. A criação econômica pode coexistir com destruição social quando os custos da mudança são externalizados sobre trabalhadores, famílias e territórios.

Essa tensão torna-se ainda mais relevante em economias periféricas. Furtado (1974) demonstrou que modernização tecnológica e desenvolvimento social não são processos equivalentes, podendo setores altamente modernos coexistir com estruturas persistentes de desigualdade. Marini (2011), por sua vez, situa essas desigualdades na própria inserção dependente das economias latino-americanas na divisão internacional do trabalho. Aplicadas à transição ecológica, essas contribuições permitem questionar se a reorganização verde abre possibilidades de transformação estrutural ou se pode produzir uma nova especialização periférica baseada na exportação de energia, minerais e recursos naturais necessários à descarbonização das economias centrais.

A relevância deste estudo reside, assim, em deslocar o debate da pergunta sobre quanto emprego, investimento ou crescimento a economia verde pode gerar para uma pergunta anterior e distributiva: quais agentes controlam as novas tecnologias e cadeias produtivas, quais grupos se apropriam dos ganhos da criação e quais trabalhadores e territórios absorvem os custos da destruição? Essa abordagem aproxima economia da inovação, economia política do desenvolvimento e estudos do trabalho, permitindo analisar a transição ecológica não como processo tecnicamente predeterminado, mas como campo de disputa sobre poder, propriedade, trabalho e desenvolvimento.

Diante disso, questiona-se ainda: como a transição ecológica, podendo ser compreendida como processo contemporâneo de destruição criadora, redistribui ganhos, custos e poder entre empresas, Estados, territórios e trabalhadores, particularmente em economias periféricas como a brasileira? Parte-se da hipótese de que a transição ecológica abre novas fronteiras de inovação, acumulação e emprego, mas sua capacidade criadora é socialmente assimétrica: empresas e economias que controlam tecnologia, financiamento e

cadeias estratégicas tendem a capturar parcela superior dos ganhos, enquanto trabalhadores e territórios periféricos podem absorver desproporcionalmente os custos da reconversão produtiva, da precarização e da expansão extrativa. Desse modo, o objetivo geral do estudo é analisar a transição ecológica como processo de destruição criadora a partir de uma perspectiva de economia política, identificando as condições que determinam a distribuição social e internacional de seus ganhos e custos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa possui abordagem qualitativa e caráter teórico-conceitual, utilizando revisão bibliográfica narrativa e análise documental. Em lugar de organizar a literatura por escolas ou autores isoladamente, o referencial foi selecionado segundo funções analíticas complementares em torno do problema investigado.

Schumpeter (1961), Dosi (1982) e Perez (2002; 2016) fundamentam a análise da inovação, das trajetórias tecnológicas e das transformações tecnoeconômicas. Polanyi (2000) introduz a dimensão da proteção e da desorganização social associadas a grandes mudanças econômicas. Furtado (1974) e Marini (2011) são mobilizados para analisar as assimetrias da mudança técnica no capitalismo periférico, enquanto Antunes (2018), Newell e Mulvaney (2013), Stevis e Felli (2015) e a Organização Internacional do Trabalho (2015; 2018) permitem examinar seus efeitos sobre emprego, direitos, proteção social e participação dos trabalhadores. Martínez-Alier (2002) amplia a dimensão distributiva para os conflitos socioambientais e territoriais relacionados às novas fronteiras de extração.

A análise documental incorpora relatórios e diretrizes de organismos internacionais e documentos da política brasileira de transformação ecológica, com atenção especial ao Plano de Transformação Ecológica. O material foi interpretado a partir de quatro dimensões articuladas: apropriação dos ganhos tecnológicos; posição nas cadeias produtivas e na divisão internacional do trabalho; qualidade e distribuição dos empregos criados e destruídos; e distribuição territorial dos custos socioambientais. O objetivo não é mensurar causalmente esses efeitos, mas construir um quadro analítico capaz de identificar as relações de poder que condicionam a transformação ecológica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Destruição criadora: inovação para quem?

A contribuição de Schumpeter (1961) permite compreender por que a transição ecológica possui caráter estrutural. A concorrência capitalista não ocorre apenas mediante preços, mas pela introdução de novos produtos, processos e formas organizacionais capazes de deslocar tecnologias e empresas anteriormente dominantes. A descarbonização potencializa esse mecanismo ao alterar simultaneamente fontes energéticas, infraestrutura, mobilidade, processos industriais e padrões de investimento.

O próprio caráter concorrencial da inovação, contudo, afasta qualquer interpretação socialmente neutra da destruição criadora. Em Dosi (1982), a mudança técnica percorre trajetórias marcadas por cumulatividade e apropriabilidade: empresas que acumularam conhecimentos, ativos, patentes, capacidade financeira e inserção em redes de inovação possuem condições distintas para responder às novas oportunidades tecnológicas. A "criação", portanto, não emerge sobre um terreno econômico homogêneo. Ela redistribui posições competitivas e pode reforçar assimetrias preexistentes.

Perez (2002; 2016) possibilita levar esse argumento da firma para a transformação institucional. Revoluções tecnológicas abrem períodos de grande reorganização econômica, mas a difusão social de seus benefícios depende da construção de arranjos institucionais

capazes de orientar o investimento para determinados objetivos coletivos. A direção verde atribuída à mudança tecnológica contemporânea é, nesse sentido, uma possibilidade histórica, e não um resultado automático da inovação. A mesma base tecnológica pode ser organizada sob padrões de concentração financeira e desigualdade ou orientada para expansão do investimento produtivo, emprego e bem-estar.

Essa leitura aproxima Perez de Polanyi (2000). Embora partam de tradições distintas, ambos permitem compreender que grandes mudanças econômicas exigem reorganizações institucionais. Em Polanyi, a expansão de relações de mercado sem mecanismos correspondentes de proteção tende a produzir desorganização social e movimentos de autoproteção da sociedade. Aplicada à transição ecológica, essa perspectiva evidencia uma ambiguidade fundamental: tecnologias ambientalmente superiores podem gerar resultados socialmente regressivos quando sua expansão implica desemprego localizado, perda de direitos, privatização de ganhos ou transferência dos custos da mudança para grupos com menor poder econômico e político.

A questão decisiva deixa, portanto, de ser se a transição ecológica produz destruição criadora – pois a substituição de tecnologias e atividades já indica esse movimento – e passa a ser quais instituições transformam criação econômica em criação social.

3.2 Criação para o centro, destruição para a periferia? A dimensão distributiva da transição

A economia política da transição ecológica torna-se mais evidente quando as assimetrias tecnológicas são observadas internacionalmente. A descarbonização expande mercados ligados a equipamentos renováveis, baterias, veículos elétricos, serviços ambientais e tecnologias industriais de baixo carbono. Entretanto, a apropriação do valor criado depende do controle de conhecimento, financiamento, propriedade intelectual, capacidade industrial e posições estratégicas nas cadeias globais.

É nesse ponto que a contribuição latino-americana modifica a leitura schumpeteriana. Furtado (1974) demonstrou que incorporação de progresso técnico não equivale necessariamente à transformação das estruturas sociais que reproduzem o subdesenvolvimento. É possível modernizar segmentos produtivos preservando heterogeneidade estrutural e concentração de renda. Marini (2011) radicaliza esse problema ao mostrar que a inserção periférica na economia mundial é marcada por relações assimétricas de apropriação do valor e pela superexploração do trabalho.

A transição ecológica pode, portanto, produzir uma contradição particular: enquanto economias centrais avançam sobre segmentos intensivos em conhecimento, tecnologia e financiamento, economias periféricas podem especializar-se no fornecimento dos recursos materiais necessários à nova base técnica. A substituição dos combustíveis fósseis por tecnologias renováveis não elimina a materialidade da produção capitalista. Baterias, redes elétricas, turbinas eólicas e sistemas fotovoltaicos ampliam a demanda por lítio, cobre, níquel, terras raras e outros minerais, abrindo novas fronteiras de extração.

Martínez-Alier (2002) permite ampliar a noção de distribuição para além da renda e do emprego. Os conflitos ecológico-distributivos mostram que os custos do desenvolvimento também recaem sobre acesso à terra, água, recursos naturais, modos de vida e capacidade das populações de participar das decisões que afetam seus territórios. Dessa perspectiva, perguntar "quem perde?" na destruição criadora significa incluir trabalhadores diretamente deslocados pela mudança tecnológica, mas também comunidades situadas nas novas fronteiras materiais da economia verde.

O Brasil ocupa posição particularmente ambígua nessa transformação. De um lado, sua matriz energética, disponibilidade de recursos naturais, base industrial e capacidade

científica podem sustentar estratégias de adensamento produtivo e tecnológico. O Plano de Transformação Ecológica explicita objetivos relacionados à neoindustrialização, à geração de empregos qualificados e à distribuição mais ampla dos ganhos econômicos. De outro, essas potencialidades convivem com uma estrutura histórica de elevada desigualdade, informalidade e especialização exportadora.

Nesse sentido, a transição ecológica pode representar tanto oportunidade de transformação estrutural quanto atualização "verde" de padrões de dependência. A diferença entre essas trajetórias não está inscrita na tecnologia utilizada, mas nas instituições que determinam onde se localizam as etapas de maior valor agregado, quem controla o financiamento, quais contrapartidas sociais são exigidas dos investimentos e como os ganhos de produtividade são distribuídos.

3.4 Quem paga a destruição? Trabalho, proteção social e transição justa

A dimensão do trabalho torna particularmente visível a inadequação de avaliar a transição ecológica apenas pelo saldo líquido de empregos. Estimativas da Organização Internacional do Trabalho indicam que políticas de sustentabilidade podem criar milhões de novas ocupações ao mesmo tempo em que eliminam postos vinculados a atividades ambientalmente intensivas (Organização Internacional do Trabalho, 2018). A existência de saldo agregado positivo, entretanto, não significa que o trabalhador que perde sua ocupação seja o mesmo que ocupará o novo emprego, nem que empregos destruídos e criados estejam localizados no mesmo território, exijam as mesmas qualificações ou ofereçam condições equivalentes de remuneração e proteção.

Essa distinção é central porque um emprego "verde" não é, necessariamente, trabalho decente. Antunes (2018) demonstra que processos contemporâneos de reestruturação produtiva frequentemente combinam avanço tecnológico com terceirização, flexibilização e formas mais instáveis de contratação. Nada impede que essas características sejam reproduzidas em setores ambientalmente sustentáveis. Assim, avaliar apenas a quantidade de empregos criados pode ocultar deterioração da qualidade do trabalho e distribuição desigual dos riscos da reconversão produtiva.

A noção de transição justa emerge precisamente como contestação desse automatismo. Newell e Mulvaney (2013) mostram que a passagem para uma economia de baixo carbono envolve conflitos distributivos e procedimentais: não importa apenas quem recebe compensação depois que as decisões são tomadas, mas quem participa da definição dos caminhos da própria transição. Stevis e Felli (2015), ao recuperarem a trajetória sindical do conceito, evidenciam que a transição justa pode assumir desde uma interpretação restrita – baseada em compensação e requalificação dos trabalhadores afetados – até perspectivas mais abrangentes que disputam a própria direção social da transformação econômica.

Essa diferença é decisiva. Se a transição justa entrar apenas depois da política industrial, energética ou financeira, como mecanismo de compensação dos "perdedores", a distribuição desigual dos ganhos já estará em grande medida estabelecida. Uma interpretação mais substantiva exige incorporar previamente critérios de trabalho decente, qualificação profissional, proteção social e diálogo social às decisões de investimento e às políticas de inovação. As diretrizes da Organização Internacional do Trabalho reforçam justamente a necessidade de articular políticas ambientais a emprego, direitos no trabalho, proteção social e participação de trabalhadores e empregadores (Organização Internacional do Trabalho, 2015).

A destruição criadora revela, assim, sua natureza profundamente política. A mesma transição pode produzir novas fronteiras de acumulação para grandes empresas, oportunidades para trabalhadores altamente qualificados e expansão industrial em

determinados territórios e, simultaneamente, desemprego localizado, precarização, deslocamento de comunidades e apropriação privada de investimentos apoiados por recursos públicos. Não existe contradição lógica entre esses resultados: eles podem constituir faces simultâneas do mesmo processo.

Por isso, a pergunta "quem ganha e quem perde?" não pretende dividir a sociedade de forma estática entre beneficiados e prejudicados, mas identificar os mecanismos pelos quais ganhos, riscos e capacidade decisória são distribuídos. Sob essa perspectiva, uma transição ecológica é socialmente justa não simplesmente quando cria mais empregos do que destrói, mas quando transforma as relações de poder que determinam que empregos são criados, onde são criados, para quem, em quais condições e quem participa dessas decisões.

4 CONCLUSÃO

A análise indica que compreender a transição ecológica como destruição criadora permite reconhecer sua capacidade de desorganizar tecnologias, setores e posições competitivas estabelecidas e, simultaneamente, abrir novas possibilidades de inovação e acumulação. Entretanto, a articulação entre Schumpeter, Dosi e Perez e as contribuições de Polanyi, Furtado, Marini e da literatura do trabalho evidencia que não existe correspondência necessária entre criação econômica e progresso social.

A principal conclusão do estudo é que a questão distributiva não constitui efeito secundário da transição, mas parte constitutiva de sua economia política. O controle das capacidades tecnológicas e financeiras condiciona a apropriação dos ganhos; a posição ocupada nas cadeias globais condiciona a distribuição internacional do valor; e as instituições do mercado de trabalho condicionam quem absorve os custos da reconversão produtiva. Em economias periféricas, soma-se o risco de que a descarbonização das economias centrais aprofunde novas formas de especialização extrativa e dependência tecnológica.

Assim, a transição ecológica pode ser simultaneamente criadora e destrutiva para grupos sociais distintos. Seu caráter "verde" não garante, por si só, seu caráter inclusivo. A destruição torna-se socialmente criadora quando políticas industriais e tecnológicas são articuladas a proteção social, trabalho decente, qualificação e participação dos trabalhadores e comunidades na definição dos caminhos da mudança.

Como limitação, o estudo apresenta caráter teórico-conceitual e documental, não mensurando empiricamente a distribuição dos ganhos e custos da transformação ecológica no Brasil. Como continuidade, propõe-se investigar os instrumentos do Plano de Transformação Ecológica e do financiamento climático brasileiro a partir dessa matriz distributiva, examinando quem recebe os recursos, quais capacidades produtivas são fortalecidas, que empregos são efetivamente criados e quais mecanismos garantem que trabalhadores e territórios participem da apropriação dos benefícios da transição.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, Ricardo. **O privilégio da servidão: o novo proletariado de serviços na era digital**. São Paulo: Boitempo, 2018.

DOSI, Giovanni. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research Policy**, Amsterdam, v. 11, n. 3, p. 147-162, 1982.

FURTADO, Celso. **O mito do desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

MARINI, Ruy Mauro. Dialética da dependência. In: TRASPADINI, Roberta; STÉDILE, João Pedro (org.). **Ruy Mauro Marini: vida e obra**. 2. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2011. p. 133-183.

MARTÍNEZ-ALIER, Joan. **The environmentalism of the poor: a study of ecological conflicts and valuation**. Cheltenham: Edward Elgar, 2002.

NEWELL, Peter; MULVANEY, Dustin. The political economy of the 'just transition'. **The Geographical Journal**, v. 179, n. 2, p. 132-140, 2013. DOI: 10.1111/geoj.12008.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. **Guidelines for a just transition towards environmentally sustainable economies and societies for all**. Genebra: OIT, 2015.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO. **World Employment and Social Outlook 2018: Greening with Jobs**. Genebra: OIT, 2018.

PEREZ, Carlota. **Technological revolutions and financial capital: the dynamics of bubbles and golden ages**. Cheltenham: Edward Elgar, 2002.

PEREZ, Carlota. Capitalism, technology and a green global golden age: the role of history in helping to shape the future. In: JACOBS, Michael; MAZZUCATO, Mariana (ed.). **Rethinking capitalism: economics and policy for sustainable and inclusive growth**. London: Wiley-Blackwell, 2016. p. 191-217.

POLANYI, Karl. **A grande transformação: as origens da nossa época**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

SCHUMPETER, Joseph A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1961.

STEVIS, Dimitris; FELLI, Romain. Global labour unions and just transition to a green economy. **International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics**, v. 15, n. 1, p. 29-43, 2015. DOI: 10.1007/s10784-014-9266-1.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ÁREAS URBANAS COM RISCO HIDROLÓGICO DE ALAGAMENTO EM LAJES

MARCOS ANTONIO NUNES; FRANCISCO DE ASSIS NASCIMENTO; MATTHAUS DOS SANTOS OLIVEIRA

Introdução: O presente relato de um estudo de caso sobre as áreas urbanas que apresentam histórico de alagamento em Lajes, no Rio Grande do Norte, executado pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Proteção Animal em parceria com a Defesa Civil **Objetivo:** investigar para prevenir sinistros sobre os pontos críticos com risco hidrológico/ambiental de alagamento na cidade de Lajes, no Rio Grande do Norte, visando identificar os pontos críticos para a segurança dos moradores. **Metodologia:** A metodologia empregada consistiu na realização de um levantamento de dados com visitas "*in loco*", onde foram mapeadas 20 áreas suscetíveis a alagamentos. Os observadores identificaram características de risco hidrológico como: o entupimento das bocas de lobo e as edificações em áreas inadequadas. **Resultados:** Os resultados mostraram que, em caso de precipitações superiores a 50 mm, há um elevado risco de inundações, causando o alagamento de residências, a mistura de água de esgoto com a da chuva e potencializando o risco de desabamento em construções antigas. Além disso, as consequências diretas incluem o aumento da incidência de doenças transmitidas por mosquitos, como a dengue, e a proliferação de insetos. **Conslusão:** A conclusão deste relato aponta para necessidade de intervenções urbanas, como a desobstrução das bocas de lobo e o planejamento de drenagens adequadas, que possam mitigar os riscos identificados, planejar ações a favor da gestão de água e prevenção de desastres ambientais na região. Medidas proativas e educativas também são essenciais para sensibilizar a população sobre a importância da preservação e adequada ocupação do solo para garantir a saúde e a segurança dos cidadãos.

Palavras-chave: **ALAGAMENTO; ÁREAS URBANAS; SEGURANÇA DOS MORADORES**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88495

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DE REMOÇÃO DE SURFACTANTES EM ESGOTO DOMÉSTICO EM BATELADA: INFLUÊNCIA DO TIPO DE INÓCULO E ILUMINAÇÃO

OLIVIA CENTURIÃO CHAVES; JOSIANE APARECIDA RODRIGUES SILVA; KAREN MIDORI TAKAHASHI; AMANDA NEGRELI MOYANO DE PÁDUA; MARC ARPAD BONCZ

RESUMO

Os surfactantes, também chamados de tensoativos, são compostos orgânicos amplamente utilizados em produtos de limpeza, higiene pessoal e processos industriais, sendo considerados contaminantes emergentes presentes em águas residuárias. Este estudo avaliou a remoção de surfactantes aniônicos, e catiônicos em esgoto doméstico, em condições de batelada, sob diferentes condições de inóculo e iluminação. Foram avaliadas as condições contendo efluente, microalgas, lodo ativado e consórcio microalgas-lodo, submetidas a ambientes claro e escuro. Os experimentos foram conduzidos em duplicata durante 10 dias de incubação, permitindo avaliar o comportamento dos diferentes grupos de surfactantes sob as condições experimentais estabelecidas. Os resultados mostraram que a remoção dos surfactantes dependeu fortemente da condição operacional adotada. Para os surfactantes aniônicos, a maior eficiência de remoção ocorreu nos reatores com lodo (EL), atingindo 72%, corroborando a relevância da degradação bacteriana no processo. Nos sistemas contendo microalgas, as eficiências foram menores, variando entre 44 e 48%, possivelmente devido ao aumento do pH e à competição metabólica. Os surfactantes não iônicos apresentaram remoção quase completa (≥98%) nas condições E, EA e EL, enquanto os consórcios microalgas-lodo apresentaram menores eficiências, com 92% sem controle de pH e 76% com controle de pH por CO_2. Já os surfactantes catiônicos apresentaram elevadas remoções em todas as condições avaliadas, variando entre 81 e 90%, associadas à adsorção em biomassa e EPS. Dessa forma, os resultados indicam que a simbiose microalgas-bactérias é uma alternativa promissora para a remoção de surfactantes, embora variáveis como pH, luz e proporção de biomassa precisem ser otimizadas para potencializar o processo.

Palavras-chave: contaminantes emergentes; microalgas-bactérias; tratamento de efluentes.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico e o aumento da população têm intensificado os desafios ambientais, entre os quais a poluição dos recursos hídricos. O aumento do consumo de produtos de limpeza e higiene tem levado à liberação contínua de surfactantes nos corpos d'água. Estes compostos reduzem a tensão superficial da água e interferem na oxigenação e na fotossíntese de organismos aquáticos (Palmer & Hatley, 2018). As estações de tratamento convencionais removem apenas parcialmente tais contaminantes, o que tem motivado o estudo de abordagens biológicas alternativas.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88508

Os surfactantes podem ser classificados como aniônicos, catiônicos, não iônicos e anfotéricos, sendo os surfactantes aniônicos os mais comumente utilizados (≈ 60%) por serem mais baratos e por suas propriedades detersivas (Siyal *et al*., 2020; Palmer & Hatley, 2018; Pirsaheb *et al*., 2014). Os setores de maior produção de produtos contendo surfactantes são as indústrias de produtos de limpeza (como detergentes e sabões), petróleo e produtos de higiene pessoal (Nitschke & Pastore, 2022).

Esses compostos estão cada vez mais presentes nas atividades diárias e as tecnologias convencionalmente utilizadas na remoção de surfactantes de águas residuais envolvem processos físico-químicos e biológicos, que podem gerar resíduos sólidos perigosos e demandar altos custos operacionais e energéticos (Palmer & Hatley, 2018; Aboulhassan *et al*., 2006). Diante disso, é imprescindível a busca por tecnologias mais eficientes e sustentáveis para a remoção de surfactantes de efluentes domésticos, visto que se trata de uma substância muito presente na vida moderna. Nesse cenário, diversos estudos têm mostrado bons resultados no emprego de microalgas e bactérias para a remoção de compostos orgânicos de águas residuais por possuírem capacidade natural de degradar estes compostos comumente presentes nos efluentes, e por utilizarem os surfactantes como energia através da (co)metabolização (Palmer & Hatley, 2018).

A remoção do surfactante aniônico Linear Alquil Benzeno Sulfonato (LAS), um dos principais componentes dos efluentes domésticos, é altamente comprovada em sistemas de tratamento aeróbio por degradação biológica e por adsorção/absorção (Bonfim *et al*., 2016).

O mecanismo de remoção de LAS foi avaliado em um recente estudo, sendo verificado que a remoção de LAS foi mais eficiente em fotobiorreator de gotejamento algal-bacteriano em comparação a filtro de gotejamento bacteriano e que os microrganismos utilizaram a fotodegradação como mecanismo de remoção, evidenciando a eficiência de sistemas de tratamento onde ocorre a simbiose entre microalgas e bactérias e a presença de luz na degradação de surfactantes (Katam & Bhattacharyya, 2021).

Outro estudo que reforça a aplicação de sistemas simbióticos visando maior eficiência, avaliou a influência do tipo de inóculo e dos parâmetros operacionais na remoção de surfactante aniônico em esgoto sintético, conduzido em escala laboratorial, e constatou que o melhor resultado foi obtido na condição cultivada com microalgas e bactérias e adição de ar atmosférico com remoção de 96 ± 1% (Farias *et al*., 2024).

Apesar do crescente desenvolvimento de pesquisas na área, ainda há lacunas significativas na literatura em relação à influência do tipo de inóculo e aos mecanismos subjacentes ao processo de remoção, além de uma investigação mais aprofundada da biomassa resultante no processo de tratamento. Portanto, este estudo visa preencher essa lacuna, assim contribuindo para o avanço na busca por tecnologias mais viáveis economicamente e mais sustentáveis.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O esgoto doméstico utilizado foi proveniente de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) em Campo Grande/MS, previamente tratado em reator UASB. Foram empregados diferentes inóculos: microalgas adaptadas ao esgoto, lodo ativado aeróbio e consórcios microalgas-lodo; onde as condições testadas foram: E (apenas efluente), EA (efluente + microalgas), EL (efluente + lodo), EAL (efluente + microalgas + lodo), EAL com controle de pH por adição de CO_2 e EAL-Dark (condição sem iluminação).

Os experimentos foram conduzidos em reatores de vidro com 400 mL de volume útil (Figura 1), em sala climatizada a 30 ± 2 °C, sob iluminação artificial LED; a aeração foi garantida por agitação contínua a 150 rpm e incluiu o monitoramento diário de pH, oxigênio dissolvido, temperatura, turbidez e concentração residual de surfactantes.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88508

Figura 1: Reatores de vidro.

Os reatores operaram em batelada e foram monitorados por 10 dias consecutivos, sendo avaliadas as remoções de surfactantes aniônicos, catiônicos e não iônicos em cada condição. Todas as análises de monitoramento foram feitas de acordo com a metodologia do Standard Methods (APHA, 2017).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstraram que o tipo de inóculo e as condições operacionais influenciaram a eficiência de remoção dos surfactantes. Para os aniônicos, observou-se maior eficiência nos reatores com lodo ativado (EL), com remoção média próxima de 72%, o que é compatível com estudos que relataram remoções entre 80% e 99% em sistemas de lodo ativado (León *et al*., 2006; Bonfim *et al*., 2016). Essa tendência sugere que a biodegradação bacteriana foi um dos principais mecanismos, embora não se possa descartar a participação de adsorção na biomassa.

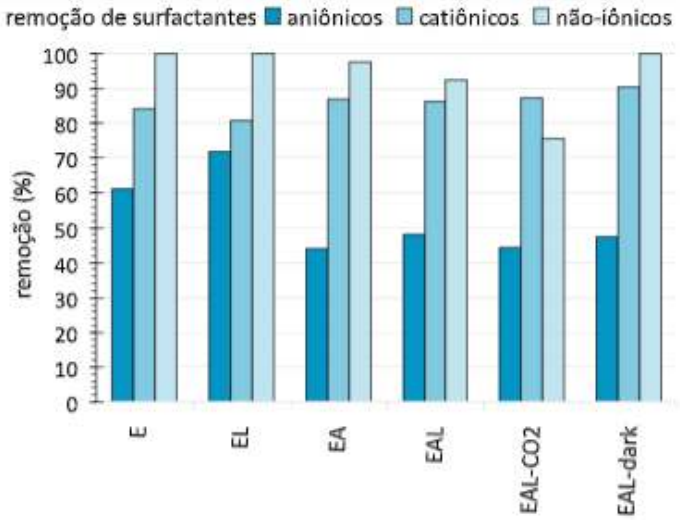


Figura 2: Eficiência da remoção dos surfactantes em cada condição.

Nos sistemas com microalgas (EA e EAL), a eficiência foi menor (44 - 48%), possivelmente devido à elevação do pH e à competição metabólica, conforme também descrito por Oruganti *et al*. (2022). Os surfactantes não iônicos apresentaram remoção quase total (≥98%) nas condições E, EA e EL, mas menor nos consórcios EAL, o que indica que o pH e a

DOI: 10.51189/vii-coninters/88508

luz influenciaram a biodisponibilidade desses compostos (Kruszelnicka *et al*., 2019; Palmer & Hatley, 2018). Os surfactantes catiônicos apresentaram remoções entre 81% e 90%, possivelmente relacionadas à adsorção em biomassa e EPS, comportamento relatado Bergero *et al*. (2018). Em síntese, os resultados sugerem que o sistema simbiótico microalgas-bactérias é promissor, mas requer otimização de pH, iluminação e proporção de biomassa para alcançar máxima eficiência (Katam & Bhattacharyya, 2021).

4 CONCLUSÃO

A eficiência de remoção de surfactantes em esgoto doméstico tratado em batelada depende do tipo de inóculo e das condições ambientais. Os reatores com lodo ativado apresentaram melhor desempenho para surfactantes aniônicos, sugerindo predominância de biodegradação bacteriana, possivelmente complementada por adsorção. Os não iônicos e catiônicos apresentaram remoções elevadas, e o consórcio microalgas-bactérias mostrou potencial, embora requeira ajustes operacionais. Estudos futuros devem incluir a quantificação do surfactante retido na biomassa e a identificação de produtos intermediários de degradação para comprovar os mecanismos envolvidos.

REFERÊNCIAS

ABOULHASSAN, M. A.; SOUABI, S.; YAACOUBI, A.; BAUDU, M. Removal of surfactant from industrial wastewaters by coagulation flocculation process. **International Journal of Environmental Science and Technology**, v. 3, n. 4, p. 327–332, 2006.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA**). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 23. ed. Washington, 2017.
BERGERO, M. F. *et al*. Adsorption–desorption behavior of cationic surfactants on activated sludge. **Environmental Technology**, v. 39, n. 5, p. 595–604, 2018.

BONFIM, J. H. *et al*. Remoção de alquilbenzeno linear sulfonato em esgoto doméstico tratado em reator UASB e lagoa de polimento. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 2, p. 397–406, 2016.

FARIAS, S. L. *et al*. Intermittent mixing in high rate algal ponds: implications for surfactant and pathogen removal. In: **IWA CONFERENCE ON SMALL WATER AND WASTEWATER SYSTEMS (SWWS) AND IWA CONFERENCE ON RESOURCE ORIENTED SANITATION (ROS)**, 17; 9, Curitiba, 2024.

KATAM, K.; BHATTACHARYYA, D. Improving the performance of activated sludge process with integrated algal biofilm for domestic wastewater treatment. **Bioresource Technology Reports**, v. 13, p. 100618, 2021.

KRUSZELNICKA, I. *et al*. Evaluation of surfactant removal efficiency in selected domestic wastewater treatment plants in Poland. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 26, p. 28265–28274, 2019.

LEÓN, V. M. *et al*. Removal of LAS and their degradation intermediates at low temperatures during activated sludge treatment. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 25, n. 11, p. 2861–2868, 2006.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88508

NITSCHKE, M.; PASTORE, G. M. Production and properties of a surfactant obtained from *Bacillus subtilis* grown on cassava wastewater. **Bioresource Technology**, v. 97, p. 336–341, 2022.

ORUGANTI, R. K. *et al*. A comprehensive review on the use of algal–bacterial systems for wastewater treatment. **Science of the Total Environment**, v. 806, p. 150952, 2022.

PALMER, M.; HATLEY, H. The role of surfactants in wastewater treatment: impact, removal and future techniques – a critical review. **Water Research**, v. 147, p. 60–72, 2018.

PIRSAHEB, M.; DARGAHI, A.; ZINATIZADEH, A. A. Comparison between extended aeration sludge and conventional activated sludge treatment for removal of linear alkylbenzene sulfonates (case study: Kermanshah and Paveh WWTP). **Desalination and Water Treatment**, v. 52, n. 25–27, 2014.

SIYAL, A. A. *et al*. A review on recent developments in the adsorption of surfactants from wastewater. **Journal of Environmental Management**, v. 254, 2020.

PROJETO REFLORESCER EM PINHAIS: ARBORIZAÇÃO URBANA, EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CONTRIBUIÇÕES PARA A SUSTENTABILIDADE

LILIANE AZEREDO DIAS; THAMIRIS RENATA MARTINY; JULIANA ZENETTI RIBEIRO; MICHELI MIRANDA DA SILVA; PAULA SABRINA BRIME

RESUMO

A arborização urbana constitui importante componente da infraestrutura verde e pode contribuir para a melhoria da qualidade ambiental, conservação da biodiversidade, regulação microclimática e enfrentamento das mudanças climáticas. Nesse contexto, o Projeto Reflorescer, desenvolvido pela Prefeitura Municipal de Pinhais (PR) desde 2017, promove ações de plantio de árvores em praças, unidades de ensino, margens de rios, vias públicas e demais áreas de interesse ambiental, articulando, em diferentes momentos, ações de educação ambiental e participação comunitária. O presente estudo teve como objetivo analisar a trajetória e os resultados do Projeto Reflorescer entre 2017 e abril de 2025, destacando suas contribuições para a arborização urbana, a educação ambiental e a sustentabilidade climática. Trata-se de uma pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa e quantitativa, com caráter descritivo, desenvolvida por meio de estudo de caso, análise documental e levantamento bibliográfico. Foram analisados registros institucionais da Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Pinhais referentes ao número anual de árvores plantadas, às estratégias de implantação e às ações de mobilização e educação ambiental. No período analisado, foram registradas 7.951 árvores plantadas, com oscilações anuais e expansão das ações para diferentes espaços públicos. Os resultados evidenciam a continuidade do projeto e sua ampliação para unidades de ensino, margens de rios, praças e outras áreas ambientalmente relevantes. Os plantios em unidades escolares apresentam potencial educativo ao possibilitar experiências concretas de observação, cuidado e acompanhamento dos processos ecológicos, fortalecendo o vínculo entre estudantes, território e natureza. A arborização também apresenta potencial de contribuição para a mitigação climática por meio do armazenamento e sequestro de carbono. Como cenário teórico de referência, os 7.951 plantios corresponderiam potencialmente a aproximadamente 159,82 toneladas de CO_2 por ano, ressalvando-se que esse valor não representa mensuração efetiva do carbono removido pelo projeto. Conclui-se que o Projeto Reflorescer constitui uma experiência relevante de política pública municipal, integrando arborização urbana, educação ambiental, participação social e sustentabilidade, com potencial para contribuir para a construção de espaços urbanos mais resilientes.

Palavras-chave: Infraestrutura verde; Participação social; Sequestro de carbono.

1 INTRODUÇÃO

O processo de urbanização tem produzido profundas transformações nas relações entre sociedade e natureza, caracterizadas pela substituição de áreas vegetadas por superfícies construídas, impermeabilização do solo, fragmentação de habitats e alterações no microclima

urbano. Nesse contexto, a arborização urbana assume papel estratégico na construção de cidades mais resilientes, constituindo importante componente da infraestrutura verde e contribuindo para a regulação microclimática, interceptação das águas pluviais, melhoria da qualidade do ar, conservação da biodiversidade, formação de espaços de convivência e armazenamento e sequestro de carbono (MILLER; HAUER; WERNER, 2015).

A expansão da cobertura arbórea também apresenta relevância diante da crise climática, uma vez que as árvores podem atuar como reservatórios e sumidouros de carbono, embora sua contribuição dependa de fatores como espécie, porte, idade, condições ambientais, manejo e sobrevivência dos indivíduos (NOWAK; CRANE, 2002; McPHERSON, 2014). Dessa forma, políticas públicas de arborização podem contribuir não apenas para a melhoria das condições ambientais urbanas, mas também para estratégias de adaptação e mitigação das mudanças climáticas.

Além da dimensão ambiental, a arborização urbana pode assumir função educativa e social, especialmente quando integrada a espaços escolares e ações de participação comunitária. A Política Nacional de Educação Ambiental estabelece a educação ambiental como processo de construção de valores, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas à conservação ambiental (BRASIL, 1999). Nessa perspectiva, experiências concretas de plantio e acompanhamento de árvores podem aproximar estudantes e comunidade das questões socioambientais, fortalecendo vínculos com o território e estimulando a participação social (JACOBI, 2003; LAYRARGUES; LIMA, 2014).

Em Pinhais, Paraná, o Projeto Reflorescer foi criado em 2017 como iniciativa municipal de arborização, inicialmente com plantios em praças e unidades de ensino e, posteriormente, ampliado para margens de rios, áreas públicas, vias urbanas e ações de mobilização e educação ambiental. A continuidade e ampliação da iniciativa permitem analisar a arborização não apenas como ação de plantio, mas como estratégia de infraestrutura verde articulada à educação ambiental e à sustentabilidade urbana.

Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar a trajetória e os resultados do Projeto Reflorescer no município de Pinhais (PR), entre 2017 e abril de 2025, destacando suas contribuições para a arborização urbana, a educação ambiental, a participação social e o enfrentamento da crise climática, bem como discutir seu potencial como política pública integrada de sustentabilidade urbana.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo caracteriza-se como pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa e quantitativa, com caráter descritivo, desenvolvida por meio de estudo de caso do Projeto Reflorescer, iniciativa de arborização urbana da Prefeitura Municipal de Pinhais, Paraná. A adoção do estudo de caso possibilitou analisar a política pública em seu contexto real, considerando sua trajetória, estratégias de implementação e resultados (YIN, 2015).

O recorte temporal compreendeu o período entre 2017 e abril de 2025, abrangendo a implantação e a evolução do Projeto Reflorescer. Foram utilizados como fontes primárias documentos e registros institucionais disponibilizados pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Pinhais, incluindo dados referentes aos plantios realizados, registros históricos do projeto e informações sobre suas estratégias de implantação.

A pesquisa documental contemplou a identificação das diferentes fases do projeto, dos espaços contemplados e das estratégias de participação e educação ambiental. Para a análise quantitativa, foram organizados os registros anuais referentes ao número de árvores plantadas, submetidos à análise estatística descritiva, considerando frequência absoluta, distribuição temporal e variação anual. A análise qualitativa foi realizada mediante interpretação

documental, buscando compreender a evolução das estratégias do projeto e sua relação com arborização urbana, educação ambiental, participação social e sustentabilidade.

Como complemento, realizou-se uma análise prospectiva do potencial de contribuição das árvores plantadas para o sequestro de dióxido de carbono (CO_2). Como não foi realizado inventário arbóreo individualizado contendo informações sobre espécie, diâmetro à altura do peito (DAP), altura, idade, condição fitossanitária e taxa de sobrevivência, os valores obtidos não foram considerados como carbono efetivamente sequestrado pelo Projeto Reflorescer, mas como cenário potencial baseado em parâmetro disponível na literatura.

Para essa estimativa, adotou-se como referência o estudo de McPherson (2014), que projetou, para o programa Million Trees LA, aproximadamente 20,1 kg de CO_2 por árvore plantada por ano ao longo de um horizonte de análise de 40 anos. Considerando os 7.951 plantios registrados pelo Projeto Reflorescer, aplicou-se o cálculo: 7.951 árvores × 20,1 kg CO_2 árvore^{-1} ano^{-1}, resultando em aproximadamente 159,82 toneladas de CO_2 por ano como cenário teórico de referência. Esse valor não representa mensuração efetiva do carbono removido pelas árvores do município, uma vez que o desempenho pode variar conforme porte, sobrevivência, crescimento, espécie e localização dos indivíduos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre 2017 e abril de 2025, foram registradas 7.951 árvores plantadas pelo Projeto Reflorescer. A distribuição anual dos plantios apresentou oscilações ao longo do período, relacionadas às diferentes fases de implantação, expansão e desenvolvimento da iniciativa.

Tabela 1 – Quantidade de árvores plantadas pelo Projeto Reflorescer, 2017–abril de 2025

Ano	**Árvores plantadas**
2017	1.262
2018	524
2019	353
2020	1.385
2021	234
2022	1.091
2023	1.684
2024	992
2025*	426
	Total 7.951

**Nota: dados referentes a janeiro a abril de 2025.*

Fonte: Secretaria Municipal de Meio Ambiente de Pinhais (2025), adaptado pelos autores.

Os registros institucionais demonstram que, em 2017, primeiro ano do projeto, foram plantadas 1.262 árvores, inicialmente com destaque para praças e unidades de ensino. Nos anos seguintes, houve ampliação territorial e diversificação das estratégias, incluindo plantios em margens de rios, outras áreas públicas e ações associadas à educação ambiental e à participação comunitária. Em 2020 foram registradas 1.385 árvores, enquanto 2021

apresentou o menor quantitativo da série, com 234 plantios. Embora esse período coincida com a pandemia de COVID-19, não é possível estabelecer relação causal entre o contexto sanitário e a redução observada, uma vez que essa variável não foi objeto específico da investigação.

A partir de 2022, verificou-se retomada dos plantios em maior escala, com 1.091 árvores naquele ano e 1.684 em 2023, maior quantitativo registrado no período analisado. Em 2024 foram plantadas 992 árvores e, entre janeiro e abril de 2025, registraram-se outros 426 plantios.

A variação anual, entretanto, não deve ser compreendida isoladamente como indicador de sucesso ou insucesso do projeto. Em programas de arborização urbana, além da quantidade de mudas plantadas, fatores como sobrevivência, crescimento, distribuição espacial, adequação das espécies e manutenção são determinantes para a geração de benefícios ambientais ao longo do tempo (McPHERSON, 2014). Assim, os 7.951 plantios constituem importante indicador do alcance da iniciativa, mas não correspondem necessariamente ao número atual de árvores sobreviventes ou adultas.

3.1 Arborização urbana e infraestrutura verde

A expansão dos plantios para praças, unidades escolares, margens de rios, vias públicas e outras áreas de interesse ambiental evidencia a contribuição do Projeto Reflorescer para o fortalecimento da infraestrutura verde municipal. A arborização urbana pode proporcionar benefícios relacionados à regulação microclimática, interceptação das águas pluviais, conservação da biodiversidade, melhoria da paisagem e armazenamento de carbono (MILLER; HAUER; WERNER, 2015). Nowak e Crane (2002) também demonstram que árvores urbanas representam importantes estoques e fluxos de carbono, embora os resultados sejam influenciados pelas características das árvores e pelas condições ambientais.

No contexto do Projeto Reflorescer, a inclusão de margens de rios e outras áreas públicas amplia a dimensão ambiental da iniciativa, permitindo associar a arborização à proteção do solo, recuperação de áreas e ampliação da conectividade entre espaços vegetados. Como limitação, os registros disponíveis não permitem avaliar a taxa de sobrevivência e o desenvolvimento individual das árvores plantadas. A incorporação futura desses indicadores possibilitaria avaliar não apenas o número de plantios realizados, mas também a qualidade e a permanência da arborização estabelecida.

3.2 Educação ambiental e participação social

Os plantios realizados em unidades escolares representam uma das principais possibilidades de integração entre arborização e educação ambiental. A Política Nacional de Educação Ambiental estabelece que a educação ambiental deve estar presente de forma articulada nos diferentes níveis e modalidades do processo educativo (BRASIL, 1999). Nesse sentido, o plantio e o acompanhamento das árvores podem transformar o espaço escolar em ambiente de aprendizagem, permitindo abordar temas como crescimento vegetal, biodiversidade, solo, água, temperatura, sombreamento, carbono e mudanças climáticas.

Essa abordagem aproxima-se da perspectiva de educação ambiental crítica apresentada por Jacobi (2003) e Layrargues e Lima (2014), ao favorecer experiências que ultrapassam a transmissão de informações e estimulam participação, reflexão e construção de vínculos entre sociedade e natureza. O acompanhamento das árvores ao longo do tempo pode favorecer o sentimento de pertencimento e responsabilidade coletiva, transformando-as em recursos pedagógicos permanentes. Atividades como inventários arbóreos, registros de crescimento, observação da fauna e medições de temperatura em áreas com e sem sombra representam

possibilidades de continuidade e aprofundamento das ações educativas vinculadas ao projeto.

3.3 Potencial de contribuição para a mitigação climática

A arborização urbana também apresenta potencial de contribuição para o enfrentamento das mudanças climáticas, uma vez que árvores em crescimento removem CO_2 da atmosfera por meio da fotossíntese e armazenam carbono em sua biomassa. Entretanto, a magnitude desse benefício varia conforme espécie, porte, idade, sobrevivência, condições ambientais e manejo (NOWAK; CRANE, 2002; McPHERSON, 2014).

Aplicando-se exclusivamente como cenário de referência o parâmetro de 20,1 kg de CO_2 por árvore plantada por ano utilizado por McPherson (2014), os 7.951 plantios registrados pelo Projeto Reflorescer corresponderiam potencialmente a aproximadamente 159,82 toneladas de CO_2 por ano. Esse resultado deve ser interpretado com cautela, pois o parâmetro utilizado foi obtido em programa de arborização desenvolvido em Los Angeles e não representa uma mensuração realizada nas árvores de Pinhais.

Portanto, o valor estimado não deve ser interpretado como crédito de carbono, compensação de emissões ou quantidade efetivamente sequestrada pelo Projeto Reflorescer. A ausência de inventário individualizado das árvores, de dados de sobrevivência e de acompanhamento de crescimento constitui uma limitação para essa quantificação. Além disso, avaliações climáticas mais abrangentes devem considerar as emissões associadas à produção, transporte, plantio, irrigação, manutenção e eventual remoção das árvores (McPHERSON; KENDALL, 2014).

Apesar dessas limitações, os resultados demonstram que a continuidade dos plantios apresenta potencial para ampliar progressivamente a infraestrutura verde e os serviços ecossistêmicos urbanos. Associada às ações educativas e à participação comunitária, a arborização promovida pelo Projeto Reflorescer evidencia o potencial de políticas públicas municipais que articulam benefícios ambientais, sociais e climáticos.

4 CONCLUSÃO

O Projeto Reflorescer apresenta-se como uma experiência relevante de política pública municipal de arborização urbana, tendo registrado 7.951 árvores plantadas entre 2017 e abril de 2025. A trajetória analisada demonstra a continuidade e a ampliação da iniciativa ao longo dos anos, incorporando praças, unidades escolares, margens de rios, vias públicas e outras áreas de interesse ambiental, além de articular, em diferentes momentos, ações de educação ambiental e participação comunitária.

Os resultados evidenciam que a contribuição do projeto ultrapassa o quantitativo de árvores plantadas. A ampliação da arborização favorece o fortalecimento da infraestrutura verde municipal e apresenta potencial para proporcionar serviços ecossistêmicos relacionados à regulação microclimática, interceptação das águas pluviais, conservação da biodiversidade e armazenamento de carbono. Ao mesmo tempo, a inserção dos plantios em unidades escolares amplia a dimensão educativa da iniciativa, permitindo que as árvores sejam incorporadas ao cotidiano dos estudantes como recursos para observação, aprendizagem e compreensão das relações entre sociedade e natureza.

A análise prospectiva realizada indicou um cenário teórico de aproximadamente 159,82 toneladas de CO_2 por ano para os 7.951 plantios, considerando o parâmetro adotado na literatura. Esse resultado, entretanto, não representa uma quantificação efetiva do carbono removido pelas árvores do Projeto Reflorescer, constituindo apenas uma referência para demonstrar o potencial climático associado à arborização. A ausência de inventário arbóreo individualizado, de dados sobre sobrevivência e de acompanhamento sistemático do

crescimento das árvores constitui uma das principais limitações do estudo.

Nesse sentido, recomenda-se que futuras etapas do projeto incorporem indicadores relacionados à sobrevivência, crescimento, condição fitossanitária, distribuição espacial e desenvolvimento da cobertura arbórea. A realização de inventário e monitoramento periódico permitiria avaliar com maior precisão os benefícios ambientais produzidos e aprimorar futuras estimativas relacionadas ao armazenamento e sequestro de carbono. Nas unidades escolares, o acompanhamento das árvores também poderá ser integrado de forma permanente às práticas de educação ambiental, ampliando o envolvimento dos estudantes e da comunidade.

Conclui-se que o Projeto Reflorescer apresenta potencial para avançar de uma iniciativa de plantio para uma política pública integrada de arborização urbana, educação ambiental, participação social e sustentabilidade climática. A experiência desenvolvida em Pinhais demonstra que ações municipais contínuas de ampliação e qualificação da infraestrutura verde
podem contribuir para a construção de espaços urbanos mais resilientes, ambientalmente equilibrados e socialmente participativos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 18 ago. 2026.

JACOBI, Pedro Roberto. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, n. 118, p. 189-205, mar. 2003. DOI: https://doi.org/10.1590/S0100-15742003000100008.

LAYRARGUES, Philippe Pomier; LIMA, Gustavo Ferreira da Costa. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. *Ambiente & Sociedade*, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 23-40, jan./mar. 2014. DOI: https://doi.org/10.1590/1809-44220003500.

McPHERSON, E. Gregory. Monitoring Million Trees LA: tree performance during the early years and future benefits. *Arboriculture & Urban Forestry*, v. 40, n. 5, p. 285-300, 2014. DOI: https://doi.org/10.48044/jauf.2014.027.

McPHERSON, E. Gregory; KENDALL, Alissa. A life cycle carbon dioxide inventory of the Million Trees Los Angeles program. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, v. 19, p. 1427-1440, 2014. DOI: https://doi.org/10.1007/s11367-014-0772-8.

MILLER, Robert W.; HAUER, Richard J.; WERNER, Les P. *Urban forestry: planning and managing urban greenspaces*. 3. ed. Long Grove: Waveland Press, 2015.

NOWAK, David J.; CRANE, Daniel E. Carbon storage and sequestration by urban trees in the USA. *Environmental Pollution*, v. 116, n. 3, p. 381-389, 2002. DOI: https://doi.org/10.1016/S0269-7491(01)00214-7.

YIN, Robert K. *Estudo de caso: planejamento e métodos*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

ARGAMASSA COM ADIÇÃO DE CARVÃO ATIVADO: AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS

GABRIELA BURALI BERGAMASCO; SERGIO TUNIS MARTINS FILHO; ROSÂNGELA BERGAMASCO; ANGÉLICA MAQUETOTTI SALCEDO VIEIRA

RESUMO

A utilização de materiais funcionais em argamassas apresenta potencial para o desenvolvimento de sistemas cimentícios mais sustentáveis e com propriedades diferenciadas. Neste estudo, avaliou-se a influência da incorporação de carvão ativado, nas condições virgem e reaproveitada, sobre as propriedades físicas e mecânicas de argamassas. O uso do carvão ativado reaproveitado busca agregar valor a um material que já foi utilizado, reduzindo seu descarte e contribuindo para o aproveitamento de resíduos e para a economia circular na construção civil. Foram produzidas quatro composições experimentais: dois traços de referência, sem adição de carvão ativado, e dois traços contendo carvão ativado virgem e reaproveitado, mantendo-se constante a relação água/cimento. No estado fresco, foram avaliados o índice de consistência (Flow Table), a densidade de massa, o teor de ar e a retenção de água. No estado endurecido, avaliou-se a resistência à compressão e à tração, a absorção por imersão e o coeficiente capilar. O índice de consistência foi menor nas argamassas com carvão ativado, devido à elevada área superficial do material. As densidades apresentaram valores próximos, embora ligeiramente menores com a adição de carvão. A retenção de água manteve-se em patamares semelhantes, próximos a 90%. Observou-se aumento do teor de ar e da absorção de água associados à porosidade do carvão. A resistência à tração apresentou média de aproximadamente 5 MPa, e a compressão em torno de 15 MPa, ambas sem diferenças estatisticamente significativas entre os traços. O coeficiente de absorção capilar aumentou com a incorporação do carvão ativado, mas permaneceu dentro de limites aceitáveis. De modo geral, os resultados estão de acordo com a literatura, indicando que a incorporação de carvão ativado provoca poucas alterações nas propriedades das argamassas, sem comprometer seu desempenho mecânico. O carvão ativado reaproveitado mostra-se, portanto, uma alternativa viável à areia natural quartzosa, contribuindo para a redução de resíduos e para o desenvolvimento de materiais mais sustentáveis na construção civil.

Palavras-chave: Carvão ativado reaproveitado; Economia circular; Materiais cimentícios.

1 INTRODUÇÃO

A argamassa de revestimento protege e confere durabilidade às edificações, tendo seu desempenho ditado pela estrutura porosa da matriz cimentícia, que influencia a estanqueidade, a permeabilidade e a resistência mecânica (Isaia, 2011; Neville, 2012; Scrivener; Juilland; Monteiro, 2015). Nesse contexto, a busca por sustentabilidade na construção civil tem impulsionado o uso de resíduos e materiais alternativos em matrizes cimentícias, reduzindo o consumo de recursos naturais e o impacto ambiental do setor (Miller; Horvath; Monteiro, 2016; Habert *et al.,* 2020).

Entre os materiais alternativos, os carbonáceos — como o carvão ativado — destacam-se por sua elevada área superficial e estrutura porosa, o que lhes confere forte capacidade de

DOI: 10.51189/vii-coninters/88517

adsorção e capacidade de influenciar compósitos cimentícios (Wang; Aslani, 2021; Basha *et al*., 2023).

A incorporação desse material modifica as propriedades das argamassas conforme o teor empregado. Sua alta capacidade de adsorção afeta a disponibilidade de água na matriz, alterando a estrutura de poros, a absorção e o transporte de fluidos. Além disso, estudos demonstram que o uso de carvão ativado em pó pode incrementar as resistências à compressão e à flexão, refletindo a interação do material poroso com a matriz cimentícia no estado endurecido (Wang *et al*., 2022; Justo-Reinoso *et al*., 2020).

Diante disso, este estudo avalia o uso de carvão ativado virgem e reaproveitado em argamassas de revestimento, analisando seus efeitos nas propriedades físicas e mecânicas e seu potencial como substituto da areia natural quartzosa, contribuindo para a economia circular e a produção de materiais mais sustentáveis.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente, foi realizada a caracterização do material utilizado na moldagem. Foram empregados cimento Portland, agregado miúdo quartzoso, água potável e carvão ativado (CA) (virgem e reaproveitado de filtração prévia). Avaliaram-se três composições de argamassa com relação água/cimento constante: uma de referência (sem carvão), uma com carvão virgem e uma com carvão reaproveitado, inseridos por substituição parcial do agregado miúdo a 3,56% em massa. A caracterização física abrangeu a análise granulométrica do agregado miúdo e do carvão ativado (ABNT NBR 17054) e a determinação da massa específica do cimento (ABNT NBR NM 23:2001), da areia (ABNT NBR NM 52) e do carvão (ABNT NBR 17212).

A distribuição granulométrica e a massa específica obtida para o agregado miúdo e para o carvão ativado é apresentada na Tabela 1 e 2, respectivamente. E na Figura 1 os materiais utilizados.

Tabela 1 – Distribuição granulométrica do agregado miúdo

Abertura da Peneira (mm)	Areia natural quartzosa	Carvão ativado puro/usado
	Retida Acumulada. (%)	Retida Acumulada. (%)
2,36	-	0,24%
1,19	0,00%	38,06%
0,6	1,44%	99,14%
0,29	81,68%	99,17%
0,149	99,66%	99,62%
Fundo	100,00%	100,00%

Tabela 2 –Massa especifica dos materiais

Massa específica (g/dm³)	Carvão ativado novo	Carvão de reuso	Areia natural	Cimento CP II-Z-32
	1,63	1,72	2,62	3,1

Figura 1 – Materiais utilizados na argamassa

A substituição da areia por carvão altera significativamente as propriedades das argamassas, devido à granulometria mais grossa e uniforme do carvão, à deficiência de partículas finas e médias e à sua elevada porosidade e absorção de água. Essas características promovem uma dupla porosidade, reduzem a trabalhabilidade e aceleram a perda de abatimento e consistência, podendo ainda interferir na hidratação do cimento e favorecer a retração por secagem. Quanto à distribuição granulométrica, a areia tratada apresentou maior concentração de partículas entre 0,29 e 0,60 mm, enquanto o carvão ativado foi predominantemente composto

DOI: 10.51189/vii-coninters/88517

por partículas menores que 1,19 mm, com aproximadamente 99% do material passando pela peneira de 0,60 mm.

Portanto, devido às alterações significativas que o carvão ativado provoca ao ser inserido, tornaram-se necessários ensaios preliminares e estudos de dosagem com diferentes proporções de materiais. Como parâmetro essencial para essa seleção e validação dos traços, adotou-se o índice de consistência, determinado pelo ensaio de mesa de consistência (*Flow Table*), conforme a ABNT NBR 13276, visando garantir a coesão e as condições necessárias de moldagem para materiais com comportamentos tão distintos. Os traços avaliados nessa fase de estudo constam na Tabela 3.

Tabela 3 – Traços produzidos e resultados do índice de consistência

Traços	Agregado/ Cimento	Traço em massa				Adição de CA	Ind. De Consistência (mm)
		Cimento	Areia	Adições	a/c		
T1 (Teste)	3,2	1,00	3,20	0,00	0,70	-	261,0
T2 (Referência)	3,1	1,00	3,10	0,00	0,70	-	270,0
T3 (3,56% CA)	3,1	1,00	2,99	0,11	0,70	3,56%	239,5
T4 (3,56% CA Reuso)	3,1	1,00	2,99	0,11	0,70	3,56%	243,0

Durante a etapa preliminar de dosagem, diferentes composições de argamassa foram avaliadas para estabelecer um traço de referência adequado às condições do estudo. O traço T1 correspondeu a uma das primeiras formulações testadas, permitindo avaliar o comportamento da mistura e orientar novos ajustes. Com base nos resultados, foi definida a composição T2, considerando o índice de consistência, as condições de moldagem e as características físicas dos materiais empregados.

Como referência, adotou-se o índice de consistência de 260 ± 5 mm, conforme a ABNT NBR 16541:2016, determinado de acordo com a recomendação da ABNT NBR 13276:2016, para argamassa de revestimento. Entretanto, o traço T2 apresentou aproximadamente 270 mm de espalhamento, valor estabelecido como condição experimental inicial para compensar a possível redução da trabalhabilidade decorrente da incorporação do carvão ativado, associada à sua elevada área superficial e estrutura porosa. Dessa forma, o T2 foi selecionado como traço de referência para as etapas subsequentes do estudo.

A substituição parcial do agregado miúdo por carvão ativado foi realizada mantendo-se constante a relação água/cimento em 0,70. Os ensaios preliminares indicaram que o teor de 3,56% de carvão ativado, em relação à massa do agregado miúdo, proporcionava condições satisfatórias de consistência e moldagem. Nesse teor, os índices de consistência foram de 239,5 mm para o carvão ativado virgem e 243,0 mm para o carvão ativado reaproveitado. Assim, o teor de 3,56% foi adotado nas composições experimentais subsequentes. Embora esses valores sejam inferiores ao intervalo utilizado como referência normativa, encontram-se em uma faixa de consistência compatível com valores reportados na literatura, por exemplo por Bueno, Gonzalez e Tutikian (2022), no entanto isso depende da finalidade e das condições de moldagem.

As argamassas foram produzidas conforme os procedimentos estabelecidos pela NBR 13276. Após a mistura, as argamassas foram submetidas aos ensaios no estado fresco. Posteriormente, foram moldados os corpos de prova, que permaneceram em condições controladas de cura em camada úmida até as idades estabelecidas em normativas para a realização dos ensaios.

No estado fresco, foram determinados o índice de consistência, por meio do ensaio de mesa de consistência (*Flow Table*), conforme a ABNT NBR 13276; a retenção de água, conforme a ABNT NBR 13277; a densidade de massa, de acordo com a ABNT NBR 13278; e

DOI: 10.51189/vii-coninters/88517

o teor de ar incorporado. No estado endurecido, foram avaliadas a resistência à tração na flexão e a resistência à compressão, conforme a ABNT NBR 13279. Também foram determinados a absorção de água por imersão e o índice de vazios, segundo a ABNT NBR 9778, e o coeficiente de absorção de água por capilaridade, conforme a ABNT NBR 15259. Imagens da produção e ensaios podem ser observados na Figura 2.

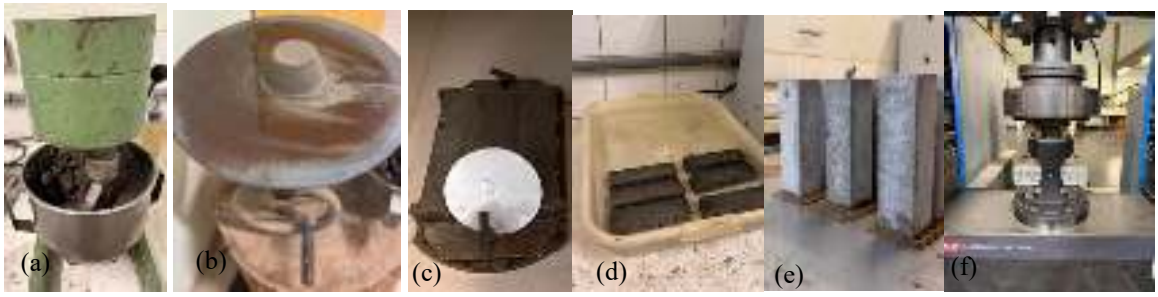


Figura 2- Argamassadeira (a), flow table (b) e moldes prismáticos de argamassa (c), ensaio e absorção (d), ensaio de capilaridade (e) e resistência à tração (f).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As propriedades no estado fresco (Figura 3) abrangem o índice de consistência (fluidez e trabalhabilidade), a densidade e o teor de ar incorporado (estrutura interna e vazios), além da retenção de água, que garante a umidade necessária para a aplicação, o endurecimento, a aderência e o desempenho mecânico.

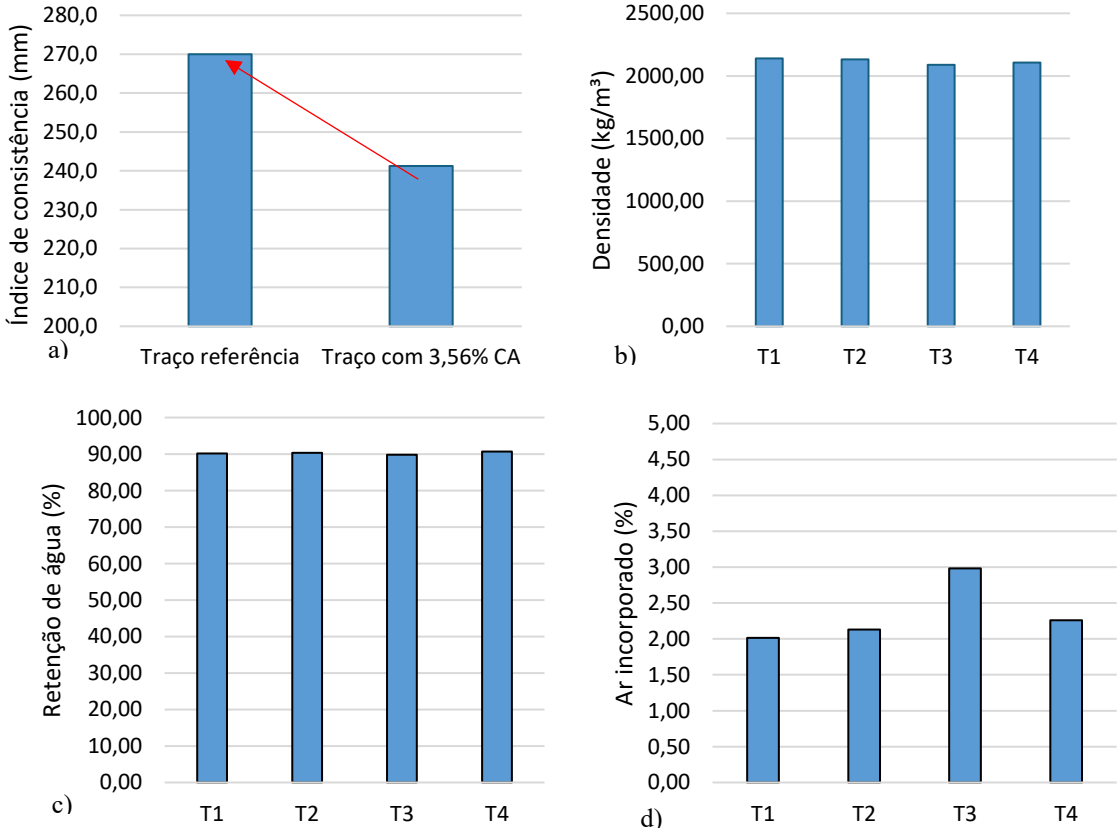


Figura 3 – Resultados das propriedades no estado fresco: (a) índice de consistência; (b) densidade; (c) retenção de água; e (d) teor de ar incorporado.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88517

De modo geral, os resultados indicaram boa repetibilidade entre os traços. A densidade variou entre 2.097 e 2.131 kg/m³, e o teor de ar incorporado manteve-se inferior a 3% em todas as composições, evidenciando que a adição do carvão ativado não provocou alterações expressivas nessas propriedades. Em contrapartida, a incorporação do carvão alterou o espalhamento (índice de consistência), cujos valores decresceram de 270 para 241. Por outro lado, a retenção de água permaneceu em torno de 90% em todas as misturas, indicando que a adição não influenciou expressivamente essa propriedade. As variações observadas decorrem das características físicas do carvão — como a elevada área superficial, a porosidade e a distribuição granulométrica —, fatores que impactam o empacotamento das partículas e a demanda de água no estado fresco.

Após a caracterização no estado fresco, avaliou-se o desempenho no estado endurecido (Figura 4). A resistência à compressão e à tração na flexão mensuraram o desempenho mecânico, enquanto a absorção por imersão e o coeficiente de capilaridade analisaram o comportamento da estrutura porosa frente à água, permitindo uma compreensão abrangente do efeito do carvão ativado.

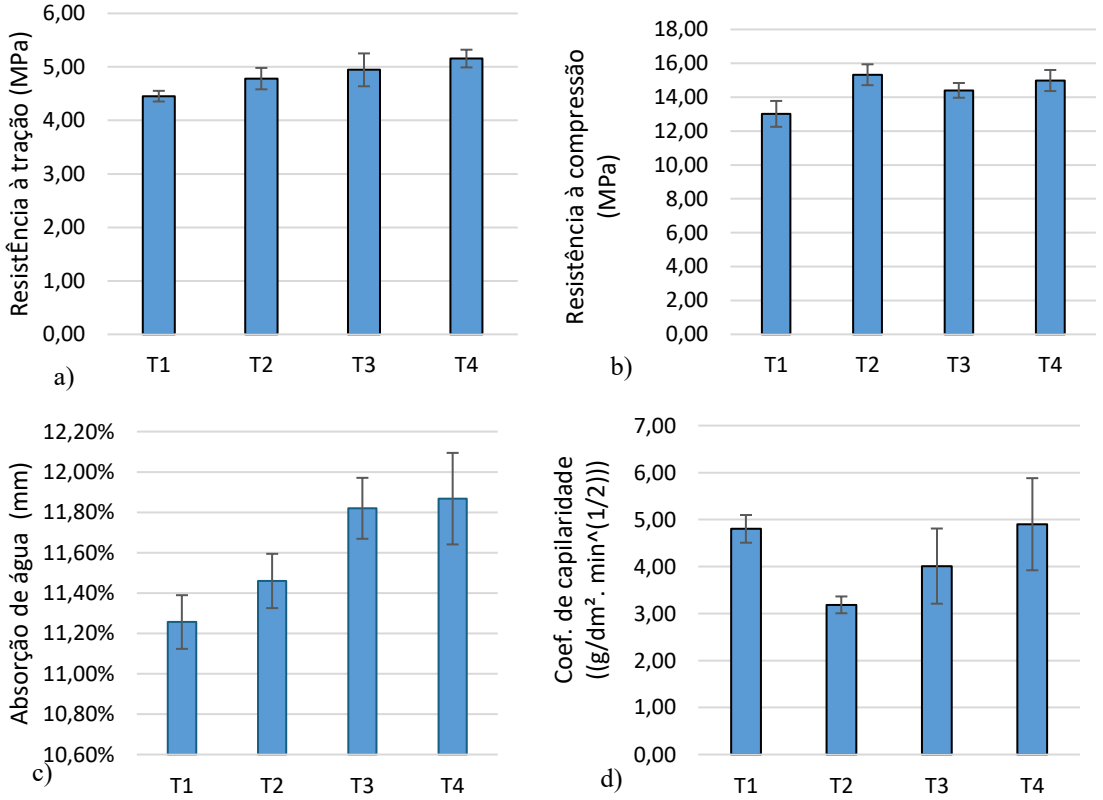


Figura 4 – Resultados das propriedades no estado endurecido: (a) resistência à compressão; (b) resistência à tração na flexão; (c) absorção de água por imersão; e (d) coeficiente de absorção de água por capilaridade.

De maneira geral, as argamassas apresentaram resistência à tração na flexão entre 4 e 5 MPa e resistência à compressão entre 14 e 15 MPa, resultando em uma razão flexão/compressão de aproximadamente 0,34 — valor alinhado aos achados de Kubica e Galman (2022) [0,28] e Amjad (1999) [0,33 a 0,38]. No que tange às propriedades de transporte de água, a absorção por imersão manteve-se inferior a 12% e o coeficiente de capilaridade abaixo de 5 g/(dm²·min$^{1/2}$) em todos os traços. Apesar de médias ligeiramente superiores nas composições com carvão ativado, os resultados mantiveram-se próximos entre si.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88517

4 CONCLUSÃO

De modo geral, os resultados demonstraram que a incorporação de 3,56% de carvão ativado não comprometeu significativamente as propriedades físicas e mecânicas das argamassas nas condições avaliadas. Mesmo considerando que o carvão ativado utilizado apresentava contaminação, essa característica não promoveu influência significativa no desempenho das argamassas, uma vez que os resultados permaneceram em faixas semelhantes às observadas para os demais traços. As resistências à compressão e à tração na flexão, bem como as propriedades relacionadas à absorção de água e à capilaridade, apresentaram comportamento satisfatório, indicando que a adição do material, na proporção estudada, manteve o desempenho das argamassas. Dessa forma, os resultados indicam que a utilização de 3,56% de carvão ativado usado é tecnicamente promissora para a composição estudada, sem prejuízos expressivos às propriedades avaliadas.

REFERÊNCIAS

AMJAD, M. A. Elasticity and shrinkage of cement-sand mortar produced in Riyadh. Journal of King Abdulaziz University: Science, v. 11, p. 91-105, 1999.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13276:2016: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13277:2005: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – determinação da retenção de água. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13278:2005: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13279:2005: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – determinação da resistência à tração na flexão e da resistência à compressão. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15259:2005: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade. Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9778: Argamassa e concreto – Determinação da absorção de água, índice de vazios e massa específica. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 16541:2016: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – preparo da mistura para a realização de ensaios. Rio de Janeiro: ABNT, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 17054:2022: agregados – determinação da composição granulométrica – método de ensaio. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 17212:2025: solos – determinação da massa específica dos sólidos da fração passante na peneira com abertura de 2,0 mm. Rio de Janeiro: ABNT, 2025.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88517

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR NM 23:2001: cimento Portland e outros materiais em pó – determinação da massa específica. Rio de Janeiro: ABNT, 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR NM 52:2009: agregado miúdo – determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

BASHA, S. I.; REHMAN, A. U.; AZIZ, M. A.; KIM, J.-H. Cement composites with carbon-based nanomaterials for 3D concrete printing applications: a review. Chemical Record, v. 23, n. 4, e202200293, 2023. DOI: 10.1002/tcr.202200293.

BUENO, G, M; GONZALEZ, M, A.; TUTIKIAN, B, F. Verificação da influência da exposição às altas temperaturas na aderência do revestimento de argamassa de paredes de alvenaria de blocos cerâmicos. *Matéria (Rio de Janeiro)*, Rio de Janeiro, v. 27, n. 1, e13152, 2022. DOI: 10.1590/S1517-707620220001.1352.

HABERT, G.; MILLER, S. A.; JOHN, V. M.; PROVIS, J. L.; FAVIER, A.; HORVATH, A.; SCRIVENER, K. L. Environmental impacts and decarbonization strategies in the cement and concrete industries. Nature Reviews Earth & Environment, v. 1, p. 559-573, 2020.

ISAIA, G. C. Concreto: ciência e tecnologia. São Paulo: IBRACON, 2011.

JUSTO-REINOSO, I.; HERNANDEZ, M. T.; LUCERO, C.; SRUBAR, W. V. Dispersion and effects of metal impregnated granular activated carbon particles on the hydration of antimicrobial mortars. Cement and Concrete Composites, v. 110, p. 103588, 2020. DOI: 10.1016/j.cemconcomp.2020.103588.

KUBICA, J.; GALMAN, I. Investigations on flexural and compressive strengths of mortar dedicated to clinker units: influence of mixing water content and curing time. Materials, v. 15, p. 347, 2022. DOI: 10.3390/ma15010347.

LEMIRE, J. A.; HARRISON, J. J.; TURNER, R. J. Antimicrobial activity of metals. Nature Reviews Microbiology, v. 11, p. 371-384, 2013.

MILLER, S. A.; HORVATH, A.; MONTEIRO, P. J. M. Readily implementable techniques can cut annual CO_2 emissions from the production of concrete by over 20%. Environmental Research Letters, v. 11, n. 7, p. 074029, 2016.

NEVILLE, A. M. Properties of Concrete. 5. ed. London: Pearson, 2012.

SCRIVENER, K. L.; JUILLAND, P.; MONTEIRO, P. J. M. Advances in understanding hydration of Portland cement. Cement and Concrete Research, v. 78, p. 38-56, 2015.

WANG, L.; ASLANI, F. Piezoresistivity performance of cementitious composites containing activated carbon powder, nano zinc oxide and carbon fibre. Construction and Building Materials, v. 278, p. 12237, 2021. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2021.122375.

WANG, X.; CHENG, H.; YE, G.; FAN, J.; YAO, F.; WANG, Y.; JIAO, Y.; ZHU, W.; HUANG, H.; YE, D. Key factors and primary modification methods of activated carbon and their application in adsorption of carbon-based gases: a review. Chemosphere, v. 287, pt. 2, 131995, 2022.

WANG, Y.; GE, Y.; WANG, X.; CHEN, X.; LI, Q. The effect of powder activated carbon on mechanical properties and pore structures of cement-based mortars. Construction and Building Materials, v. 316, p. 125798, 2022. DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2021.125798.

PERCEPÇÃO AMBIENTAL, SANEAMENTO E RESÍDUOS SÓLIDOS NA COMUNIDADE JACAREZINHO, ITACOATIARA, AMAZONAS

KATARINA CORDOVIL DE NAZARÉ; SARAH RAGONHA DE OLIVEIRA; RUTE HOLANDA LOPES

RESUMO

Comunidades rurais amazônicas próximas a centros urbanos combinam atividades produtivas de pequena escala, dependência parcial de serviços públicos e demandas relacionadas ao saneamento, à gestão de resíduos e à conservação dos recursos naturais. O estudo analisou a etapa quantitativa concluída de uma pesquisa destinada a caracterizar a percepção ambiental e as práticas socioambientais declaradas por responsáveis familiares da Comunidade Jacarezinho, em Itacoatiara, Amazonas. Realizou-se estudo de caso exploratório-descritivo, com aplicação de questionário estruturado a 42 responsáveis familiares selecionados por amostragem intencional. Os microdados foram conferidos registro a registro e analisados por frequências absolutas e relativas, índice de bens domésticos e contagem de práticas de separação de resíduos. Todos os participantes relataram acesso à energia elétrica, 97,6% informaram acesso à internet e 83,3% se declararam proprietários dos terrenos, embora nenhum tenha indicado título ou registro fundiário formal. Problemas ambientais foram reconhecidos por 54,8%, com destaque para queimadas (40,5%) e poluição (26,2%), mas nenhum respondente atribuiu impacto ambiental às próprias atividades. A participação prévia em educação ambiental alcançou 19,0%, enquanto 76,2% declararam alguma prática de conservação. A separação de resíduos orgânicos, recicláveis e perigosos foi informada por 42,9%, 45,2% e 4,8%, respectivamente. Todos relataram coleta municipal e entenderam que os resíduos eram destinados ao lixão da cidade. A água provinha exclusivamente de poços; 57,1% tratavam a água antes do consumo, 16,7% protegiam a fonte e 38,1% relataram doença associada à água no domicílio no último ano. Embora 95,2% declarassem possuir estrutura identificada como fossa séptica, 69,0% avaliaram o saneamento comunitário como inadequado. Os resultados revelam acesso elevado à infraestrutura básica, mas lacunas na proteção da água, no manejo de resíduos perigosos e na compreensão da responsabilidade socioambiental, indicando temas prioritários para ações educativas e planejamento local.

Palavras-chave: Educação para sustentabilidade; Saúde coletiva; Território rural.

1 INTRODUÇÃO

A percepção ambiental expressa a maneira pela qual indivíduos e grupos interpretam o território, reconhecem problemas e orientam suas práticas cotidianas. Ela resulta da interação entre experiência, valores, conhecimentos e condições materiais, não apenas da identificação de elementos naturais (Reigota, 2010). Em comunidades amazônicas, o tempo de convivência com o lugar e o contato direto com mudanças ambientais podem influenciar a leitura de riscos e transformações, embora essas relações dependam do contexto social e não devam ser presumidas sem investigação empírica (Funatsu *et al.*, 2019).

Nas localidades rurais próximas às sedes municipais, a relação sociedade-natureza inclui problemas associados à água, ao esgotamento sanitário, à destinação de resíduos e ao

DOI: 10.51189/vii-coninters/88520

uso produtivo da terra. A presença de energia, internet e coleta municipal não assegura, por si só, proteção de mananciais, tratamento adequado da água ou manejo seguro de materiais perigosos. A Política Nacional de Educação Ambiental atribui à educação a formação de valores, conhecimentos e competências voltados à conservação e à qualidade de vida (Brasil, 1999). A Política Nacional de Resíduos Sólidos, por sua vez, estabelece responsabilidade compartilhada e prioriza prevenção, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada (Brasil, 2010).

A Comunidade Jacarezinho integra o Distrito da Sede de Itacoatiara e situa-se a aproximadamente 6,6 km da área urbana, ao longo de ramal conectado à rodovia AM-010. Estimativa fornecida por agente comunitária de saúde indica cerca de 160 famílias. O território reúne moradias permanentes, cultivos, criação de pequenos animais, uso de poços e dependência de serviços públicos municipais. Embora essa configuração seja frequente em áreas amazônicas de transição rural-urbana, permanecem escassos os diagnósticos que integram percepção, saneamento, água e resíduos em escala comunitária.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a percepção ambiental dos responsáveis familiares da Comunidade Jacarezinho e descrever práticas declaradas de conservação, uso da água, saneamento e manejo de resíduos sólidos, utilizando os resultados consolidados da etapa quantitativa da pesquisa.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida como estudo de caso único, exploratório-descritivo, com abordagem quali-quantitativa. O recorte apresentado corresponde à etapa quantitativa concluída. O estudo de caso foi adotado por permitir examinar práticas e percepções no contexto territorial em que ocorrem (Yin, 2015). A população de referência compreendeu responsáveis familiares residentes no Jacarezinho. Foram entrevistados 42 responsáveis, um por domicílio, selecionados intencionalmente ao longo do ramal principal, de vias secundárias e de sítios reconhecidos localmente. O número equivale a 26,3% da estimativa local de 160 famílias, mas não constitui fração amostral probabilística nem assegura representatividade estatística.

Utilizou-se questionário estruturado organizado em nove blocos: perfil socioeconômico; infraestrutura, água e comunicação; trabalho e apoio institucional; educação e percepção ambiental; resíduos sólidos; saneamento, água e conservação; problemas ambientais; atividades produtivas; e questões abertas. Antes da coleta, o instrumento passou por teste piloto operacional com um morador adulto para verificar clareza, sequência e tempo de aplicação, sem finalidade de validação psicométrica. A coleta domiciliar ocorreu após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas (Parecer nº 8.474.296; CAAE 97468626.5.0000.5020), mediante consentimento livre e esclarecido.

A base foi preservada em sua versão original e conferida registro a registro. Variações de grafia foram padronizadas sem alterar o conteúdo declarado, respostas condicionais foram identificadas e não houve imputação de dados. Variáveis categóricas foram descritas por frequências absolutas e relativas. Em perguntas de múltipla resposta, cada alternativa foi contabilizada separadamente. Calculou-se um índice de bens domésticos pela soma de 12 equipamentos, de 0 a 12, e uma contagem de práticas de separação de resíduos orgânicos, recicláveis e perigosos, de 0 a 3. Foram obtidas média, desvio-padrão, mediana, intervalo interquartil e amplitude. Não se aplicaram testes inferenciais, em razão da amostragem intencional, do tamanho do grupo e do propósito descritivo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os 42 registros válidos apresentaram consistência com o delineamento e foram mantidos na análise. A Tabela 1 reúne os indicadores selecionados. Os percentuais descrevem

exclusivamente os domicílios participantes e não constituem estimativas para toda a comunidade.

Tabela 1 - Indicadores selecionados dos domicílios participantes da Comunidade Jacarezinho (n = 42).

Indicador	n	%
Respondentes do sexo feminino	25	59,5
Faixa etária de 31 a 50 anos	19	45,2
Domicílios com quatro ou mais moradores	29	69,0
Ensino médio completo ou incompleto	24	57,1
Acesso à energia elétrica	42	100,0
Acesso à internet	41	97,6
Reconhecimento de algum problema ambiental	23	54,8
Queimadas mencionadas como problema	17	40,5
Participação anterior em educação ambiental	8	19,0
Declaração de alguma prática de conservação	32	76,2
Separação de ao menos um tipo de resíduo	24	57,1
Separação de resíduos perigosos	2	4,8
Tratamento da água antes do consumo	24	57,1
Proteção da fonte de água	7	16,7
Doença associada à água no último ano	16	38,1
Estrutura declarada como fossa séptica	40	95,2
Avaliação do saneamento comunitário como inadequado	29	69,0

Fonte: autoria própria (2026).

3.1 Perfil dos domicílios e condições materiais

Predominaram mulheres entre os responsáveis entrevistados (59,5%; n = 25). A faixa etária de 31 a 50 anos reuniu 45,2% (n = 19), e metade dos participantes residia na comunidade havia pelo menos 11 anos. Domicílios com quatro ou mais moradores corresponderam a 69,0% (n = 29). Quanto à escolaridade, 57,1% haviam cursado o ensino médio completo ou incompleto, 35,7% possuíam escolaridade até o ensino fundamental e 7,1% alcançaram o ensino superior completo ou incompleto.

Todos declararam acesso à energia elétrica e 97,6% relataram acesso à internet. O índice de bens domésticos apresentou média de 6,83 (DP = 2,19), mediana 7, intervalo interquartil de 5 a 8 e variação de 3 a 12 equipamentos. Entre os respondentes, 83,3% se identificaram como proprietários do terreno, mas nenhum declarou possuir título ou registro fundiário formal. Esses resultados sugerem ampla inserção em redes de energia e comunicação, coexistindo com insegurança documental da posse, sem permitir avaliação jurídica dos instrumentos particulares de compra e venda mencionados no campo.

Algum cultivo foi informado por 66,7% dos domicílios (n = 28), principalmente para consumo familiar; apenas cinco relacionaram a produção à venda isolada ou combinada ao

consumo. A criação de animais ocorreu em 28,6% (n = 12). Apesar da presença de cultivos, nenhum respondente indicou agricultura como fonte de renda. O dado descreve predomínio de produção para autoconsumo no grupo pesquisado, mas não mede volume produzido, renda indireta ou contribuição para a segurança alimentar.

3.2 Percepção, educação ambiental e conservação

Algum problema ambiental foi reconhecido por 54,8% dos participantes (n = 23). Queimadas foram citadas, isoladas ou combinadas, por 40,5% (n = 17), e poluição, por 26,2% (n = 11). Em contraste, 45,2% não identificaram problemas ambientais e todos responderam que suas próprias atividades não geravam impacto. A coexistência entre reconhecimento de problemas coletivos e ausência de impacto autoatribuído indica uma distância perceptiva entre o problema comunitário e a responsabilidade individual. O questionário fechado não permite determinar se essa distância deriva de diferentes conceitos de impacto, baixa visibilidade das práticas cotidianas ou atribuição do problema a terceiros.

Somente 19,0% (n = 8) relataram participação anterior em atividade de educação ambiental, principalmente palestras promovidas por escola ou universidade. Em contrapartida, 76,2% (n = 32) declararam alguma prática de conservação; o plantio de árvores foi citado por 29 participantes. A diferença entre exposição educativa formal e prática declarada mostra que comportamentos percebidos como conservacionistas também podem resultar de experiência territorial, necessidades produtivas e saberes locais. Contudo, por serem autorreferidas, as respostas não comprovam frequência, continuidade ou efetividade ambiental. A educação ambiental contextualizada pode conectar essas práticas à compreensão de responsabilidades compartilhadas, conforme os princípios da Política Nacional de Educação Ambiental (Brasil, 1999).

3.3 Manejo de resíduos sólidos

Todos os participantes informaram existência de coleta municipal e declararam entender que os resíduos coletados eram encaminhados ao lixão da cidade. Essa destinação corresponde à percepção dos entrevistados e não foi verificada em registros administrativos. A separação domiciliar foi declarada por 42,9% para orgânicos, 45,2% para recicláveis e 4,8% para perigosos. Ao menos uma prática de separação ocorreu em 57,1% dos domicílios; 42,9% não separavam nenhum dos três grupos e apenas um domicílio separava os três. A contagem variou de 0 a 3, com média 0,93 (DP = 0,92), mediana 1 e intervalo interquartil de 0 a 2.

O baixo percentual de separação de resíduos perigosos representa a lacuna mais acentuada do conjunto analisado. Pilhas, baterias, lâmpadas, medicamentos e outros materiais requerem manejo diferenciado e articulação com sistemas de logística reversa. Estudos em comunidades rurais mostram que distância, descontinuidade de serviços e ausência de estruturas específicas limitam a gestão adequada dos resíduos (Fidelis-Medeiros; Lunardi; Lunardi, 2020). A coleta regular constitui condição favorável, mas precisa ser acompanhada por orientação, separação na fonte e destinação compatível com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010). Diagnóstico realizado em outra comunidade de Itacoatiara também apontou a educação ambiental como componente necessário à gestão local de resíduos (Santos, 2023).

3.4 Água, saneamento e saúde

A água utilizada nos domicílios provinha exclusivamente de poços: 81,0% utilizavam poço compartilhado e 19,0%, poço individual. Todos declararam água encanada dentro do domicílio, mas apenas 57,1% tratavam a água antes de beber. Entre os 24 que realizavam tratamento, 22 usavam cloro, um fervura e um filtro de barro. A proteção da fonte foi

informada por 16,7%, principalmente por cercamento, e 38,1% relataram ocorrência de doença relacionada à água no domicílio nos 12 meses anteriores. A informação sobre doença é autorreferida e não substitui diagnóstico clínico ou análise da qualidade da água.

Embora 95,2% tenham declarado possuir estrutura identificada como fossa séptica, 69,0% afirmaram não possuir saneamento básico e avaliaram o saneamento comunitário como inadequado. O aparente contraste pode refletir uma compreensão ampliada de saneamento, que inclui abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem, e não somente a presença de uma fossa. Também pode refletir dúvidas sobre a adequação das estruturas existentes. Como não houve inspeção técnica, não se pode classificar o sistema declarado nem comprovar sua eficiência. As diretrizes nacionais de saneamento associam acesso a serviços, qualidade, continuidade e segurança sanitária (Brasil, 2007; Brasil, 2020).

A leitura conjunta dos indicadores mostra que cobertura física e proteção ambiental não são equivalentes. Energia, internet, canalização interna e coleta de resíduos alcançaram frequências elevadas, enquanto proteção de fontes, tratamento da água e separação de resíduos perigosos permaneceram reduzidos. Esse padrão orienta ações integradas: demonstração prática de tratamento e armazenamento seguro da água; proteção de poços compartilhados; pontos de recebimento de resíduos perigosos; e atividades educativas que relacionem escolhas domiciliares, responsabilidade pública e saúde coletiva.

4 CONCLUSÃO

A etapa quantitativa caracterizou 42 domicílios da Comunidade Jacarezinho e evidenciou contrastes entre acesso a infraestrutura e adoção de práticas protetivas. Energia elétrica, internet, água encanada e coleta municipal apresentaram cobertura declarada elevada. Em sentido oposto, foram pouco frequentes a proteção de fontes de água, a participação em educação ambiental e a separação de resíduos perigosos. A maioria avaliou o saneamento comunitário como inadequado, mesmo com ampla declaração de estruturas identificadas como fossas sépticas.

O reconhecimento de queimadas e poluição como problemas, associado à ausência de impactos atribuídos às próprias atividades, delimita uma frente educativa voltada à responsabilidade compartilhada. Os resultados sustentam quatro prioridades locais: proteção e monitoramento das fontes de água; orientação sobre tratamento domiciliar; separação e logística reversa de resíduos perigosos; e educação ambiental baseada em situações vividas na comunidade. As conclusões restringem-se aos participantes, pois a amostragem foi intencional e as respostas foram autorreferidas. Ainda assim, o diagnóstico oferece base empírica para planejamento comunitário, devolutiva educativa e diálogo com os serviços municipais.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 28 abr. 1999.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 8 jan. 2007.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88520

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 16 jul. 2020.

FIDELIS-MEDEIROS, F. H.; LUNARDI, V. de O.; LUNARDI, D. G. Proposta de gestão adequada de resíduos sólidos domiciliares em comunidades rurais utilizando análise espacial. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 2, p. 527-543, 2020. DOI: https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.2.p527-543.

FUNATSU, B. M.; DUBREUIL, V.; RACAPÉ, A.; DEBORTOLI, N. S.; NASUTI, S.; LE TOURNEAU, F.-M. Perceptions of climate and climate change by Amazonian communities. **Global Environmental Change**, v. 57, art. 101923, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2019.05.007.

REIGOTA, M. **Meio ambiente e representação social**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2010.

SANTOS, J. B. B. dos. Gestão de resíduos sólidos e educação ambiental: um estudo na Comunidade Boa Esperança do município de Itacoatiara - Amazonas. 2023. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos) - Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara, 2023.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: EXPERIÊNCIAS EXITOSAS

ELAINE CRISTINA DA SILVA PEREIRA BRITO; HELEN BATISTA SILVA; FABRÍCIA DE FARIAS SOUSA; MORGANNA EUGÊNIA SILVA SANTOS; TANIELZY LÊLA ARAUJO DE SOUZA; SAMUEL FLORENCIO DANTAS; ALECKSANDRA VIEIRA DE LACERDA

RESUMO

A recuperação de áreas degradadas envolve intervenções destinadas a restabelecer funções ecológicas, estabilidade do solo e condições de uso sustentável em ambientes alterados pela ação humana. Este estudo objetivou analisar estratégias e práticas empregadas na recuperação de áreas degradadas, destacando duas experiências brasileiras e os fatores associados aos resultados obtidos. Trata-se de revisão bibliográfica, de abordagem qualitativa, associada à análise comparativa de dois estudos de caso: a recuperação de áreas mineradas por bauxita na Zona da Mata Mineira, desenvolvida em parceria entre a Companhia Brasileira de Alumínio e a Universidade Federal de Viçosa, e a restauração ecológica da Fazenda Santa Maria do Monjolinho, no interior paulista. Foram examinados procedimentos de manejo do solo, reconformação topográfica, revegetação, regeneração natural assistida, semeadura direta, controle de gramíneas invasoras e monitoramento. No primeiro caso, a recuperação combinou reserva e reposição do solo superficial, reconformação do relevo, escarificação, terraceamento, correção do solo e implantação de diferentes coberturas vegetais, com resultados ambientais e produtivos descritos no estudo. No segundo, a semeadura direta foi utilizada como alternativa para áreas extensas, acompanhada do controle de espécies invasoras e de manejo adaptativo. A análise comparativa mostrou que a eficácia das intervenções depende das características da degradação, do potencial de regeneração, das condições ambientais e dos objetivos definidos para a área. Os casos analisados demonstram ainda a importância da avaliação contínua das condições ambientais e da adequação das técnicas empregadas. Conclui-se que planejamento técnico, monitoramento contínuo, conhecimento científico e articulação entre instituições e atores locais são elementos centrais para ampliar a efetividade das ações de recuperação.

Palavras-chave: Manejo ambiental; PRAD; Restauração ecológica.

1 INTRODUÇÃO

A degradação ambiental modifica a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas e pode comprometer a biodiversidade, o solo e os recursos hídricos. A recuperação de áreas degradadas reúne ações planejadas para restabelecer, total ou parcialmente, condições ambientais e funções ecológicas afetadas, considerando o tipo de impacto, as características da área e o uso futuro pretendido. No Brasil, o Decreto nº 97.632/1989 estabelece que a recuperação deve conduzir o sítio degradado a uma forma de utilização de acordo com plano preestabelecido para o uso do solo, visando à estabilidade do meio ambiente (Brasil, 1989).

As estratégias empregadas variam conforme a intensidade da degradação e o potencial de regeneração natural. Entre as práticas recorrentes estão isolamento da área, revegetação, plantio de espécies nativas, condução da regeneração natural, manejo do solo, terraceamento e adubação verde. Ferreira e Oliveira Filho (2025) discutem técnicas de recuperação e sua

DOI: 10.51189/vii-coninters/88522

viabilidade, enquanto Barros Filho (2025) destaca a recuperação da vegetação e do solo por meio de intervenções adequadas às condições locais. A restauração ecológica também se relaciona à conservação dos recursos hídricos, do solo e da biodiversidade e ao fortalecimento da resiliência dos ecossistemas (Jakovac et al., 2024).

O planejamento dessas ações pode ser organizado por meio do Projeto de Recuperação de Área Degradada ou Alterada (PRAD), que integra diagnóstico, objetivos, técnicas, cronograma, responsabilidades e monitoramento. A seleção das intervenções deve evitar soluções uniformes, pois áreas mineradas, pastagens dominadas por espécies exóticas e ambientes com diferentes níveis de conectividade ecológica apresentam limitações e trajetórias de recuperação distintas. Nesse sentido, experiências concretas permitem observar como diferentes combinações de técnicas respondem às condições específicas de cada área.

Diante disso, o presente trabalho objetiva analisar estratégias e práticas utilizadas na recuperação de áreas degradadas, destacando dois casos considerados exitosos no material estudado e discutindo os procedimentos adotados, os resultados ambientais e socioeconômicos descritos e os fatores que condicionam a efetividade das intervenções.

2 METODOLOGIA

O estudo caracteriza-se como revisão bibliográfica de abordagem qualitativa, articulada à análise comparativa de dois estudos de caso de recuperação de áreas degradadas no Brasil. O corpus documental utilizado neste estudo reúne artigos científicos, livros, guias técnicos, trabalhos acadêmicos e instrumentos normativos relacionados à recuperação de áreas degradadas, restauração ecológica, PRAD, regeneração natural e semeadura direta. A análise foi organizada a partir das técnicas descritas na literatura e de sua aplicação nas duas experiências selecionadas.

O primeiro caso corresponde à recuperação de áreas afetadas pela mineração de bauxita na Zona da Mata Mineira, em experiência desenvolvida com participação da Companhia Brasileira de Alumínio e da Universidade Federal de Viçosa. O segundo corresponde à Fazenda Santa Maria do Monjolinho, no interior paulista, onde foram testadas estratégias de restauração, incluindo regeneração natural e semeadura direta. Para a comparação, foram considerados: origem da degradação; condições ambientais; procedimentos de recuperação; manejo do solo e da vegetação; monitoramento; resultados ambientais e produtivos descritos; e participação institucional ou comunitária. A interpretação dos casos foi confrontada com a literatura selecionada, buscando identificar convergências, diferenças, limitações e condições de replicabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão evidenciou que a recuperação deve começar pelo diagnóstico das condições físicas e biológicas da área, das causas da degradação e do potencial regenerativo. A partir desse diagnóstico são definidos objetivos, técnicas e indicadores de acompanhamento. Entre as intervenções descritas no material analisado estão salvamento e reposição do solo superficial, reconformação topográfica, drenagem, descompactação, correção química e adubação orgânica, plantio de mudas, semeadura direta, nucleação ecológica e sistemas agroflorestais. A combinação de técnicas tende a ser necessária quando a degradação atinge simultaneamente solo, cobertura vegetal e dinâmica hídrica.

No caso da mineração de bauxita na Zona da Mata Mineira, o procedimento descrito foi executado em etapas. Antes da lavra, a camada superficial do solo, rica em matéria orgânica, sementes e microrganismos, foi removida e reservada. Após a extração, realizou-se a reconformação topográfica para aproximar o terreno de uma configuração estável, seguida de escarificação para reduzir a compactação e favorecer a infiltração de água. O solo superficial foi então redistribuído, complementado por terraceamento em curvas de nível, correção com

calcário e fosfato e adubação orgânica. Na etapa de revegetação foram empregadas mudas e sementes, incluindo espécies destinadas à recomposição da vegetação e usos produtivos.

Os resultados divulgados para a experiência de recuperação em Descoberto incluem indicadores de regeneração natural, banco de sementes, composição de espécies, biomassa, estoque de carbono e fauna. Em avaliação realizada em parceria com a Universidade Federal de Viçosa, foram amostrados 1.664 indivíduos arbóreos pertencentes a 64 espécies e registrados 705 indivíduos regenerantes pertencentes a 80 espécies, resultados utilizados como indicadores do avanço da restauração florestal nas áreas pós-mineração (Companhia Brasileira de Alumínio, 2025). Esses dados devem ser interpretados no contexto específico das áreas avaliadas e não como resultados automaticamente reproduzíveis em outros locais.

A parceria institucional aparece como outro componente relevante. A Universidade Federal de Viçosa participa do acompanhamento técnico-científico, enquanto a atuação da empresa e dos proprietários rurais integra execução, uso posterior e observação das áreas recuperadas. Essa articulação é coerente com a necessidade de monitoramento prevista em projetos de recuperação, pois permite verificar o estabelecimento da vegetação, identificar falhas e realizar ajustes. A recuperação, portanto, não se encerra com o plantio; depende da avaliação da trajetória ecológica e da estabilidade das intervenções.

O segundo estudo de caso apresenta condições distintas. Na Fazenda Santa Maria do Monjolinho, a proximidade de remanescentes florestais oferecia fontes potenciais de propágulos, porém a presença intensa de pastagens e gramíneas exóticas, especialmente Urochloa spp., restringia a regeneração espontânea. Chazdon e Uriarte (2016) mostram que a regeneração natural pode ser expressiva quando fontes de propágulos estão disponíveis e as pressões de degradação são reduzidas. Quando essas barreiras persistem, intervenções de regeneração natural assistida tornam-se necessárias.

Na fazenda, a semeadura direta foi adotada após experiências com plantio de mudas, buscando ampliar a área restaurada e adequar custos e operação. Estudos sobre semeadura direta mostram que o desempenho da técnica depende da qualidade das sementes, das condições do solo, da competição com outras plantas e do manejo inicial. Grossnickle e Ivetić (2017) ressaltam que o estabelecimento em campo pode ser limitado por condições do sítio, predação e competição. Piaia et al. (2023) também demonstram que condições do solo e baixas temperaturas podem influenciar emergência, sobrevivência e desenvolvimento das plântulas em restauração no Sul do Brasil.

O controle de gramíneas invasoras constituiu um dos principais desafios da Fazenda Monjolinho. A competição pode limitar germinação e estabelecimento de espécies nativas, tornando necessários preparo prévio do solo, manutenção e ajustes sucessivos. Gabriel et al. (2022) discutem a semeadura direta como alternativa de restauração em formações savânicas e destacam a necessidade de manejo compatível com as condições locais. No caso estudado, mudanças na composição das sementes e nas práticas de manutenção caracterizaram um processo de manejo adaptativo, no qual as decisões foram revistas de acordo com a resposta da área.

A disponibilidade de sementes nativas também influencia a viabilidade da semeadura direta. Redes comunitárias podem ampliar o acesso a material vegetal de origem regional e diversificar as espécies utilizadas. Schmidt et al. (2019), ao analisarem redes comunitárias brasileiras de produção de sementes nativas, incluindo a Rede de Sementes do Xingu, destacam a importância da organização local, da demanda de mercado, do conhecimento ecológico e do apoio institucional para ampliar a restauração em escala.

A comparação dos casos evidencia trajetórias diferentes de recuperação. Na mineração de bauxita, a remoção e alteração das camadas do solo exigiram intervenções físicas e edáficas intensivas antes da revegetação. Na Fazenda Monjolinho, o desafio central esteve associado à competição biológica e à necessidade de favorecer o estabelecimento das espécies nativas. Em

ambos os casos, contudo, o monitoramento é indispensável. Indicadores de cobertura vegetal, diversidade, condições do solo, infiltração e resposta da fauna podem demonstrar se a área avança na direção dos objetivos definidos e indicar a necessidade de correções.

Os resultados também mostram que classificar uma experiência como exitosa requer cautela. Ganhos produtivos, retorno da fauna ou estabelecimento de regenerantes são evidências relevantes, mas a restauração ecológica é um processo de longo prazo. Assim, a continuidade do monitoramento é necessária para verificar estabilidade, diversidade, funcionalidade ecológica e persistência dos resultados. A principal contribuição dos casos analisados está menos na reprodução literal das técnicas e mais na demonstração de que diagnóstico, combinação de intervenções, acompanhamento e cooperação entre atores devem ser ajustados ao contexto de cada área.

A comparação entre as experiências analisadas também evidencia que a escolha das técnicas de recuperação deve considerar a intensidade e a natureza da degradação, bem como as condições ecológicas existentes antes da intervenção. Em áreas nas quais o solo foi intensamente modificado, como ocorre em ambientes submetidos à mineração, medidas de reconformação do relevo, descompactação, reposição da camada superficial e correção das condições edáficas podem anteceder a revegetação. Em áreas onde ainda existe potencial de regeneração, a intervenção pode concentrar-se na redução das barreiras que impedem o estabelecimento da vegetação nativa. Essa diferenciação reforça que as estratégias devem decorrer do diagnóstico ambiental e dos objetivos estabelecidos para cada área, evitando a aplicação padronizada de técnicas em situações ecológicas distintas.

Outro aspecto relevante é a necessidade de avaliar a recuperação para além da implantação inicial da vegetação. O estabelecimento de mudas ou a emergência de plântulas representa apenas uma etapa do processo. O acompanhamento ao longo do tempo permite verificar sobrevivência, regeneração, diversidade, cobertura vegetal e evolução das condições do solo, além de identificar situações que demandem novas intervenções. No caso da semeadura direta, fatores relacionados às condições do solo, à competição e ao estabelecimento das plantas podem interferir nos resultados, como discutido por Grossnickle e Ivetić (2017), Gabriel et al. (2022) e Piaia et al. (2023).

A análise dos casos também indica que a ampliação das ações de restauração depende de condições institucionais e operacionais que ultrapassam a escolha da técnica. A disponibilidade de sementes nativas, a participação de instituições de pesquisa, o acompanhamento técnico e a articulação com atores locais influenciam a continuidade das intervenções. Schmidt et al. (2019), ao analisarem redes comunitárias de produção de sementes nativas no Brasil, destacam a relevância da organização local e do apoio institucional para iniciativas de restauração em maior escala. Assim, experiências consideradas exitosas oferecem referências importantes para outras áreas, mas sua replicação exige adaptação às características ambientais, sociais e econômicas de cada território.

4 CONCLUSÃO

A análise dos dois estudos de caso confirma que não existe uma técnica única capaz de responder a todas as situações de degradação. A recuperação das áreas mineradas na Zona da Mata Mineira exigiu reconstrução do relevo, manejo e reposição do solo, correção de suas condições e revegetação. Na Fazenda Santa Maria do Monjolinho, a semeadura direta, o controle de gramíneas invasoras e o manejo adaptativo foram centrais para enfrentar limitações ao estabelecimento da vegetação nativa.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88522

Em ambos os casos, os resultados dependem da compatibilidade entre diagnóstico, objetivos, técnicas e monitoramento. A participação de instituições de pesquisa, empresas, proprietários e comunidades pode ampliar a capacidade técnica e a continuidade das ações. Como limitação, os resultados apresentados pertencem a contextos ambientais e operacionais específicos e não devem ser generalizados sem avaliação prévia. Estudos futuros podem aprofundar a comparação de indicadores ecológicos, hidrológicos e econômicos em séries temporais mais longas, permitindo avaliar a permanência dos resultados e a aplicabilidade das estratégias em outras regiões.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88522

REFERÊNCIAS

BARROS FILHO, Antonio Sérgio de Sousa. **Recuperação de áreas degradadas: um estudo de caso na área verde do Parque das Iguanas, Fortaleza, Ceará**. 2025. 82 f. Monografia (Graduação em Ciências Ambientais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2025.

BRASIL. **Decreto nº 97.632, de 10 de abril de 1989**. Dispõe sobre a regulamentação do art. 2º, inciso VIII, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 12 abr. 1989.

CHAZDON, Robin L.; URIARTE, María. Natural regeneration in the context of large-scale forest and landscape restoration in the tropics. **Biotropica**, v. 48, n. 6, p. 709–715, 2016. DOI: 10.1111/btp.12409.

COMPANHIA BRASILEIRA DE ALUMÍNIO. **CBA é primeira mineradora em Minas Gerais a receber declaração de recuperação de área minerada com conservação ambiental**. 11 fev. 2025.

FERREIRA, Elivania Agenor; OLIVEIRA FILHO, Olavo Bilac Quaresma de. Análise das técnicas de recuperação de áreas degradadas e sua viabilidade na região amazônica. **Revista Caderno Pedagógico**, v. 22, n. 11, p. 1–21, 2025. DOI: 10.54033/cadpedv22n11-345.

GABRIEL, Ana Wiederhecker et al. Semeadura direta para restaurar savanas neotropicais: uma alternativa para adequação ambiental no Cerrado. **Biodiversidade Brasileira**, v. 12, n. 1, p. 88–103, 2022. DOI: 10.37002/biobrasil.v12i1.1840.

GROSSNICKLE, Steven C.; IVETIĆ, Vladan. Direct seeding in reforestation: a field performance review. **Reforesta**, n. 4, p. 94–142, 2017. DOI: 10.21750/REFOR.4.07.46.

JAKOVAC, Catarina C. et al. **Estratégias para implementar a restauração florestal em grande escala na Amazônia**. New York: Science Panel for the Amazon, 2024. 16 p. Policy brief.

PIAIA, Bruna Balestrin et al. Direct seeding for forest restoration in southern Brazil: influence of soil conditions and subtropical climate. **Acta Ambiental Catarinense**, v. 20, n. 1, 2023. DOI: 10.24021/raac.v20i1.6142.

SCHMIDT, Iara B. et al. Community-based native seed production for restoration in Brazil – the role of science and policy. **Plant Biology**, v. 21, p. 389–397, 2019. DOI: 10.1111/plb.12842.

TIPOLOGIAS DE LAVAGEM DE DINHEIRO E VULNERABILIDADES NO SETOR DE APOSTAS: UMA ANÁLISE SOB A PERSPECTIVA GESTÃO DE RISCOS

JONATHAS HENRIQUE SILVA FERREIRA

RESUMO

O crescimento das plataformas de apostas esportivas e jogos *online* tem ampliado a relevância econômica desse mercado, mas também tem criado oportunidades para a utilização desses ambientes em práticas de lavagem de dinheiro. Nesse contexto, este estudo teve como objetivo analisar as principais tipologias de lavagem de dinheiro associadas às apostas esportivas *online*, identificar as principais vulnerabilidades do setor e discutir mecanismos de mitigação e supervisão regulatória. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório e descritivo, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica e documental, contemplando estudos especializados, relatórios de organismos internacionais, documentos de avaliação de riscos e normativos brasileiros relacionados à prevenção à lavagem de dinheiro e ao financiamento do terrorismo. A análise foi organizada a partir da identificação das tipologias, classificação das vulnerabilidades operacionais e regulatórias e avaliação dos riscos mediante a relação entre probabilidade de ocorrência e impacto. Os resultados evidenciaram diferentes mecanismos de lavagem de dinheiro, incluindo depósitos pulverizados, apostas em resultados previsíveis, aquisição de bilhetes vencedores, utilização de identidades falsas ou informações roubadas, carteiras digitais, conluio entre agentes e operação de plataformas não regulamentadas. Verificou-se que as apostas *online* apresentam vulnerabilidades associadas à velocidade das transações, à diversidade de instrumentos de pagamento, à atuação transfronteiriça e à deficiência de mecanismos de identificação, monitoramento e controle. A análise da matriz de risco indicou que as plataformas não regulamentadas apresentam risco crítico, reforçando a necessidade de respostas institucionais e regulatórias. Conclui-se que a mitigação dos riscos depende do fortalecimento dos programas de prevenção à lavagem de dinheiro, da aplicação de procedimentos de identificação e verificação de clientes, do monitoramento contínuo das transações e da comunicação tempestiva de operações suspeitas, além da integração entre instituições financeiras, reguladores e órgãos de segurança. O estudo limita-se à análise bibliográfica e documental, indicando a necessidade de pesquisas futuras com dados transacionais e indicadores quantitativos.

Palavras-chave: matriz de risco, compliance, regulação

1 INTRODUÇÃO

A lavagem de dinheiro é um processo complexo que visa transformar recursos obtidos por meio de atividades ilícitas em capitais com aparência de legalidade, permitindo sua reintegração à economia formal. Tradicionalmente, o processo de branqueamento de capitais é dividido em três fases fundamentais: a colocação, onde os fundos entram no sistema; a circulação (ou estratificação), que visa ocultar a origem através de múltiplas movimentações; e

DOI: 10.51189/vii-coninters/88524

a integração, momento em que o capital retorna ao criminoso como se fosse um lucro legítimo (Nogueira, 2021).

A expansão das plataformas de apostas esportivas e jogos *online* consolidou esse segmento como atividade econômica relevante no ambiente digital. Entretanto, o aumento do volume de transações, a rapidez dos pagamentos e a possibilidade de movimentação de recursos por diferentes instrumentos financeiros também ampliaram a preocupação com a utilização dessas plataformas para fins de lavagem de dinheiro e financiamento de atividades ilícitas. As plataformas digitais de apostas são particularmente vulneráveis devido a fatores como a anonimidade dos usuários e o elevado volume de recursos movimentados diariamente (Araujo, 2025). Organizações criminosas utilizam estratégias como a criação de contas por meio de "mulas" (terceiros que cedem seus dados) ou o uso de identidades falsas para operar sem despertar suspeitas das autoridades fiscais (Araújo; Sousa, 2025).

Existem diferentes tipologias de lavagem de dinheiro relacionadas às apostas esportivas, destacando práticas como a realização de depósitos pulverizados, as apostas em resultados óbvios, a compra de recibos de bilhetes vencedores e a criação de casas de apostas *online*, utilizadas para dificultar a identificação da origem ilícita dos recursos e conferir aparência de legitimidade às transações financeiras (Chamelette, 2021). Segundo o Council of Europe (2023), entre as principais tipologias de lavagem de dinheiro associadas às atividades de apostas *online* destacam-se o conluio entre lavadores e operadores ou jogadores profissionais, o uso de beneficiários para obtenção de licenças, a criação de sites de apostas sem licença, o uso de identidades falsas ou informações roubadas, bem como a utilização de carteiras digitais, práticas que podem ser empregadas para ocultar a origem ilícita dos recursos e conferir aparência de legitimidade às movimentações financeiras.

Segundo o relatório da Gambling Commission (2020), o setor de apostas *online* apresenta diversas vulnerabilidades que podem ampliar os riscos de lavagem de dinheiro, destacando-se o descumprimento da legislação e das orientações de prevenção, a insuficiência de capacitação dos operadores e funcionários, a aplicação inadequada do princípio “Conheça seu Cliente” (KYC), o licenciamento inadequado de empresas por organizações criminosas e o uso de carteiras digitais e criptoativos, especialmente em razão da facilidade de movimentação e transferência de recursos.

No cenário brasileiro, o mercado de apostas passou por uma transformação significativa com a transição do modelo de contravenção penal para uma atividade regulada e autorizada pelo Estado (Tinoco; Góes; Ayrosa, 2026). A Lei nº 14.790/2023 e a subsequente Portaria SPA/MF nº 1.143/2024 estabeleceram marcos regulatórios rigorosos para mitigar esses riscos, exigindo que os operadores implementem políticas de compliance e procedimentos de identificação de jogadores, incluindo reconhecimento facial e prova de vida (Rodrigues, 2024). Já a Portaria SPA/MF nº 566/2025 estabeleceu diretrizes voltadas à identificação de indícios de exploração não autorizada de apostas e reforça a necessidade de controles sobre contas transacionais utilizadas nesse mercado.

A matriz de risco voltada para a lavagem de dinheiro nas apostas é um instrumento técnico que opera por meio do cruzamento entre a frequência (probabilidade) e o impacto (severidade) de eventos ilícitos para mensurar qualitativamente o grau de vulnerabilidade das plataformas. Em análises técnicas do setor, quando a probabilidade é classificada como "possível" e o impacto como "crítico", o risco atinge o nível máximo de alerta no quadrante vermelho, evidenciando que os mecanismos atuais podem ser insuficientes e demandam o aprimoramento urgente dos controles de rastreabilidade financeira para resguardar a segurança nacional (Fernandes; Nojiri, 2025).

Diante desse cenário, o objetivo deste trabalho é analisar as principais tipologias de lavagem de dinheiro associadas às apostas esportivas e online, identificar vulnerabilidades do setor e discutir mecanismos de mitigação e supervisão regulatória.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório e descritivo, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica e documental. Foram analisados estudos especializados sobre lavagem de dinheiro em apostas esportivas, relatórios técnicos de organismos internacionais, publicações de instituições reguladoras e normativos nacionais relacionados à prevenção à lavagem de dinheiro e ao financiamento do terrorismo.

As fontes examinadas incluíram relatório do Council of Europe sobre o uso de apostas online para lavagem de dinheiro e financiamento ao terrorismo, estudos sobre vulnerabilidades do setor de jogos, documentos de avaliação de riscos e materiais especializados sobre tipologias de lavagem no ambiente esportivo e digital. Também foi considerado o conteúdo regulatório da Portaria SPA/MF nº 566/2025, que trata de procedimentos relacionados à exploração não autorizada de apostas de quota fixa.

A análise foi organizada em três etapas: identificação das tipologias de lavagem de dinheiro descritas na literatura; classificação das principais vulnerabilidades operacionais e regulatórias; e avaliação dos riscos a partir da relação entre impacto e probabilidade de ocorrência. A utilização de uma matriz de risco apresentada na Tabela 1 permite a categorização e avaliação detalhada dos riscos.

Tabela 1: Matriz de Risco BETs

Matriz de Risco (Impacto x Frequência)		**Frequência (Probabilidade de Ocorrência)**			
		Extremamente Remota	**Remota**	**Provável**	**Possível**
Impacto (Severidade)	**Crítico**	4	8	12	**16**
	Severo	3	6	9	12
	Moderado	2	4	6	8
	Reduzido	1	2	3	4

Fonte: (Fernades; Nojiri, 2025)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicam que as apostas esportivas e online podem ser exploradas por organizações criminosas em diferentes fases do processo de lavagem de dinheiro. Entre as tipologias identificadas, destacam-se os depósitos pulverizados em contas de apostas, prática que consiste na movimentação de pequenos valores distribuídos entre diversas contas para reduzir a visibilidade de operações suspeitas. Também foram observadas apostas em resultados altamente previsíveis, utilizadas para justificar recursos ilícitos como supostos ganhos legítimos, além da compra de recibos ou bilhetes vencedores de terceiros (Chamelette, 2021).

DOI: 10.51189/vii-coninters/88524

No ambiente *online*, as vulnerabilidades tornam-se mais complexas devido à diversidade de meios de pagamento e à possibilidade de atuação transfronteiriça. O relatório do Council of Europe (2023) descreve práticas como o conluio entre lavadores e operadores de plataformas, o uso de identidades falsas, a criação de contas com informações roubadas, a utilização de carteiras digitais e a operação de sites de apostas sem licença. Tais mecanismos dificultam o rastreamento da origem dos recursos e ampliam a capacidade de dissimulação dos valores movimentados.

Segundo o relatório Gambling Commission do Reino Unido (2020), as principais vulnerabilidades avaliando o risco, a probabilidade de ocorrência e o impacto do evento estão apresentadas na tabela 2.

Tabela 2: Matriz de Vulnerabilidades

Vulnerabilidade	**Risco**	**Probabilidade atual de ocorrência do evento**	**Impacto atual do evento ocorrido**
Operador	Operadores que não cumprem a legislação e as orientações sobre prevenção de lavagem de dinheiro	Possível	Severo
Operador	Operadores apostando e ganhando direta e indiretamente em seus próprios produtos	Remota	Crítico
Operador	Falta de capacitação em prevenção de lavagem de dinheiro dos titulares de licenças e de seus funcionários	Possível	Severo
Operador	Aplicação inadequadas/ausente do principio "Conheça seu cliente"	Possível	Severo
Licenciamento	Licenciamento de empresas dirigidas por organizações criminosas	Provável	Severo
Licenciamento	Licenciamento de plataforma de "*white label*"	Possível	Severo
Cliente	Cliente não presente fisicamente para identificação	Possível	Severo
Cliente	Utilização de informação de terceiros sem consentimento	Possível	Severo
Cliente	Acessibilidade a múltiplas contas	Possível	Severo
Cliente	Clientes que aparecem em listas de sanções internacionais	Remota	Severo
Meio de pagamento	Carteiras digitais	Provável	Severo
Meio de pagamento	Transações com criptoativos	Provável	Severo

Fonte: (Gambling Commission,2020)

DOI: 10.51189/vii-coninters/88524

Outro ponto crítico refere-se às plataformas de apostas não regulamentadas. A ausência de autorização formal, de políticas efetivas de conheça seu cliente e de monitoramento transacional cria ambiente favorável à circulação de recursos com baixa rastreabilidade. Nesses casos, a inexistência de controles de compliance, comunicação de operações atípicas e auditoria regulatória eleva significativamente o risco de utilização das plataformas como instrumento de lavagem de dinheiro.

A análise de risco permite compreender a gravidade dessas vulnerabilidades a partir da combinação entre impacto e frequência. No relatório analisado, as BETs não regulamentadas foram classificadas como risco crítico, com probabilidade possível e impacto elevado. Essa classificação indica a necessidade de resposta institucional imediata, com adoção de medidas preventivas, bloqueio de operações não autorizadas, cooperação entre reguladores e aprimoramento dos mecanismos de fiscalização.

A sistematização proposta apresenta como principal vantagem a integração entre tipologia, vulnerabilidade, e a matriz de impacto e probabilidade de ocorrência, possibilitando uma visão mais estruturada do risco e contribuindo para a priorização das ações de monitoramento e investigação. Entretanto, os resultados devem ser interpretados considerando algumas limitações, especialmente a heterogeneidade das fontes analisadas, a natureza dinâmica das tipologias de lavagem de dinheiro e a rápida evolução tecnológica e regulatória do mercado de apostas, fatores que podem modificar as vulnerabilidades identificadas ao longo do tempo.

Dessa forma, a matriz proposta deve ser compreendida como instrumento de apoio à gestão de riscos, cuja efetividade depende de atualização periódica, qualidade dos dados disponíveis e integração entre controles preventivos, monitoramento transacional e análise especializada.

4 CONCLUSÃO

A análise realizada demonstra que o setor de apostas esportivas *online* apresenta elevada exposição a riscos de lavagem de dinheiro, especialmente em razão da velocidade das transações digitais, da utilização de múltiplos instrumentos de pagamento e da existência de plataformas não regulamentadas. As tipologias identificadas evidenciam a capacidade de adaptação das organizações criminosas, que exploram fragilidades tecnológicas, operacionais e normativas para conferir aparência lícita a recursos de origem ilícita.

Conclui-se que a mitigação desses riscos depende do fortalecimento dos programas de prevenção à lavagem de dinheiro, da aplicação rigorosa de procedimentos de identificação e verificação de clientes, do monitoramento contínuo das transações e da comunicação tempestiva de operações suspeitas. Também se destaca a importância da integração entre instituições financeiras, órgãos reguladores, unidades de inteligência financeira e autoridades de segurança pública.

Como limitação, este estudo baseia-se em revisão documental e bibliográfica, não contemplando análise empírica de bases transacionais. Pesquisas futuras podem aprofundar a construção de indicadores quantitativos para detecção de operações suspeitas em apostas digitais, bem como avaliar a efetividade dos mecanismos regulatórios recentemente implementados no Brasil.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Kamilly Hana de Medeiros; SOUSA, Werna Karenina Marques de. O impacto da lacuna normativa no mercado de apostas virtuais: um estudo sobre os riscos de lavagem de

dinheiro e os desafios regulatórios. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**, v. 6, n. 1, 2025.

BRASIL. Ministério da Fazenda. Secretaria de Prêmios e Apostas. **Portaria SPA/MF nº 566, de 20 de março de 2025**. Estabelece procedimentos e diretrizes para o cumprimento do art. 21 da Lei nº 14.790, de 29 de dezembro de 2023. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 2025.

CHAMELETTE, Mariana. **Lavagem de dinheiro nas apostas esportivas: a necessidade de mecanismos de prevenção**. Instituto Brasileiro de Direito Desportivo, 2021. Disponível em: https://ibdd.com.br/lavagem-de-dinheiro-nas-apostas-esportivas-a-necessidade-de-mecanismos-de-prevencao/. Acesso em: 20 maio 2024.

COUNCIL OF EUROPE. Research report: **The use of online gambling for money laundering and the financing of terrorism purposes**. Strasbourg: Council of Europe, 2023. Disponível em: https://rm.coe.int/research-report-the-use-of-online-gambling-for-money-laundering-and-th/168071509c. Acesso em: 21 maio 2024.

FERNANDES, Alessandro; NOJIRI, Sérgio. Apostas e lavagem de dinheiro: uma análise das BETs. **Revista da AGU**, Brasília, 2025

GAMBLING COMMISSION. **The money laundering and terrorist financing risks within the British gambling industry**. Birmingham: Gambling Commission, 2020. Disponível em: https://www.gamblingcommission.gov.uk/guidance/the-money-laundering-and-terrorist-financing-risks-within-the-british-gambling-industry/betting-remote. Acesso em: 20 maio 2024.

NOGUEIRA, Diana da Fonseca. **Branqueamento de capitais e financiamento do terrorismo nos jogos e apostas online**. 2021. 66 f. Dissertação (Mestre em Direito e Mercados Financeiros) - Faculdade de Direito da Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2021.

RODRIGUES, André Vargas. A regulamentação das apostas de quota fixa e jogos online no Brasil: análise regulatória da prevenção à lavagem de dinheiro. **Anais do V Congresso de Direito da Empresa e dos Negócios**, 2024.

TINOCO, Bernardo; GÓES, Guilherme; AYROSA, João Pedro. Lavagem de dinheiro e o mercado de jogos e apostas: um novo que já nasce velho. **Revista Científica do CPJM**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 16, 2026.

RESPOSTA PRODUTIVA E SUCROENERGÉTICA DE GENÓTIPOS DE CANA-ENERGIA À ADUBAÇÃO NPK SOB DISPONIBILIDADE HÍDRICA CONTRASTANTE

MARIANA LOPES DE CARVALHO; CASSIO HAMILTON ABREU-JUNIOR; TIMÓTIO HERCULINO DA SILVA BARROS; MARLON ALEXSANDER TADEU MARTINS CLARO; ALINE ARAUJO POLITANO; BUBACAR BALDÉ; DALILA LOPES DA SILVA

RESUMO

A cana-energia apresenta elevado potencial para a produção de biomassa e biocombustíveis, porém a expressão de seu potencial produtivo depende da interação entre material genético, disponibilidade hídrica e manejo nutricional. Nesse contexto, este estudo avaliou o desempenho agronômico e o potencial sucroenergético de duas variedades de cana-energia, Vertix 2 (Tipo II) e Vertix 3 (Tipo I), submetidas a quatro combinações de adubação NPK (0-0-0, 60-60-300, 180-60-60 e 300-60-180 kg ha^{-1} de N-P_2O_5-K_2O) sob condições irrigada e de sequeiro, em Piracicaba-SP. Foram avaliadas a produtividade de colmos (TCH), o teor de açúcares totais recuperáveis (ATR), a produtividade de açúcar (TAH) e a produção teórica estimada de etanol de primeira geração (1G). Os resultados evidenciaram forte dependência da resposta produtiva em relação ao genótipo e ao manejo nutricional. Sob irrigação, a TCH variou de 166 a 270 t ha-1, com a Vertix 3 apresentando as maiores produtividades na maioria das combinações de NPK. Nessa condição, a Vertix 3 atingiu 23,1 t ha^{-1} de TAH com a dose 60-60-300 e 13.071 L ha^{-1} de etanol estimado com 300-60-180 kg ha^{-1} de N-P_2O_5-K_2O. O ATR apresentou menor responsividade às doses de NPK sob irrigação, sendo predominantemente determinado pelo genótipo, com médias de 84,45 e 78,57 kg t^{-1} para Vertix 3 e Vertix 2, respectivamente. Sob sequeiro, a Vertix 3 manteve elevado desempenho, alcançando 267 t ha^{-1} de TCH, 22,8 t ha^{-1} de TAH e 12.888 L ha^{-1} de etanol estimado, enquanto a dose 180-60-60 proporcionou o maior ATR médio (85,57 kg t^{-1}). Para a Vertix 2, a mesma dose resultou em 18,2 t ha^{-1} de TAH e 10.331 L ha^{-1} de etanol estimado. Em conjunto, os resultados demonstram que a resposta da cana-energia ao manejo NPK não é uniforme, sendo condicionada pelo genótipo e pela disponibilidade hídrica. A Vertix 3 apresentou maior desempenho produtivo e potencial sucroenergético nas condições avaliadas, destacando-se como material promissor para sistemas de produção de bioenergia, enquanto as diferentes respostas às doses de NPK evidenciam a necessidade de estratégias de manejo nutricional ajustadas ao material genético e ao regime hídrico.

Palavras-chave: Biocombustíveis, bioenergia; nutrição mineral

1 INTRODUÇÃO

A busca por matérias-primas capazes de ampliar a produção de biocombustíveis e biomassa tem impulsionado o interesse pela cana-energia (*Saccharum spp.*), que se destaca pelo elevado potencial produtivo e pela aptidão para diferentes rotas bioenergéticas. Originada de

DOI: 10.51189/vii-coninters/88526

cruzamentos envolvendo materiais de *Saccharum spontaneum*, a cultura apresenta características como elevado perfilhamento, vigor vegetativo e produção de biomassa, tornando-se alternativa promissora à cana-de-açúcar convencional ((Boschiero *et al.*, 2019; Matsuoka *et al.*, 2014; Meena *et al.*, 2024).

A expressão desse potencial é condicionada pela disponibilidade de água e nutrientes. Nitrogênio, fósforo e potássio participam de processos relacionados ao crescimento, desenvolvimento radicular, regulação osmótica e metabolismo e translocação de carboidratos, podendo alterar tanto a produtividade de colmos quanto atributos tecnológicos da matéria-prima. Entretanto, a resposta à adubação pode variar entre genótipos e ambientes, especialmente sob diferentes condições de disponibilidade hídrica (Dalen *et al*., 2022).

Apesar do crescente interesse pela cana-energia, ainda são limitados os estudos que avaliam conjuntamente a resposta de diferentes genótipos a combinações de NPK sob condições contrastantes de disponibilidade hídrica. Assim, este estudo avaliou a produtividade de colmos (TCH), os açúcares totais recuperáveis (ATR), a produtividade de açúcar (TAH) e o potencial teórico de produção de etanol de primeira geração de duas variedades de cana-energia submetidas a diferentes doses de NPK em condições irrigada e de sequeiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na área experimental do Departamento de Produção Vegetal (LPV) da ESALQ/USP, em Piracicaba-SP, em Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, sob clima subtropical úmido (Cwa). Foram avaliadas duas variedades de cana-energia, Vertix 2 (Tipo II) e Vertix 3 (Tipo I), sob dois regimes hídricos (irrigado, com sistema de gotejamento subsuperficial, e sequeiro, dependente exclusivamente da precipitação), considerando quatro combinações de adubação NPK: 0-0-0, 60-60-300, 180-60-60 e 300-60-180 kg ha^{-1} de N-P_2O_5-K_5O.

A colheita foi realizada aos 365 dias após o transplantio. A produtividade de colmos (TCH, t ha^{-1}) foi determinada pela pesagem da massa fresca despontada de cada parcela. Amostras de dez colmos por parcela foram encaminhadas para análises tecnológicas, seguindo o protocolo do CONSECANA-SP (2015), que permitiu estimar o teor de açúcares totais recuperáveis (ATR, kg t-1). A produtividade de açúcar por hectare (TAH, t ha^{-1}) foi obtida a partir do produto entre o ATR e o TCH, com conversão das unidades para t ha^{-1}. O rendimento teórico de etanol de primeira geração (L ha^{-1}) foi estimado com base no teor de sólidos solúveis do colmo, na pureza teórica do caldo e no rendimento teórico de conversão de glicose em etanol. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), após verificação dos pressupostos de normalidade (Shapiro-Wilk) e de homogeneidade de variâncias (Levene/Bartlett), com as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade de colmos (TCH) foi significativamente influenciada pelas doses de NPK, pela variedade e pela interação entre esses fatores, tanto em condição irrigada quanto de sequeiro ($p<0,05$). Em ambiente irrigado, o TCH variou de 166 t ha^{-1} (Vertix 2, testemunha) a 270 t ha^{-1} (Vertix 3, dose 300-60-180), com a Vertix 3 apresentando maiores produtividades na maioria das combinações avaliadas, o que evidencia maior vigor vegetativo e eficiência de conversão de recursos em biomassa estrutural (Matsuoka *et al.*, 2014). Em sequeiro, a amplitude de TCH foi semelhante (164 a 267 t ha^{1-}), porém com incrementos percentuais atenuados em relação à testemunha, refletindo o efeito limitante da restrição hídrica sobre o crescimento vegetativo, conforme detalhado na Figura 1.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88526

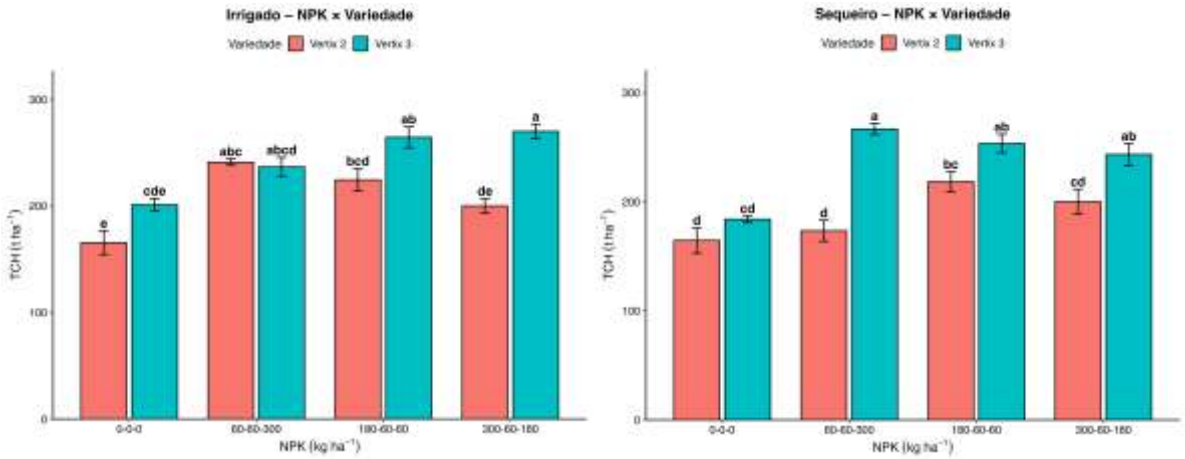


Figura 1 - Produtividade de colmos (TCH, t ha^{-1}) das variedades Vertix 2 e Vertix 3, em função das doses de NPK e do regime hídrico (irrigado e sequeiro).

A análise de variância evidenciou efeito significativo das doses de NPK e da variedade sobre TCH, TAH e produção estimada de etanol, com interação NPK × variedade significativa em ambos os regimes hídricos ($p<0,05$). Para o ATR, observou-se comportamento distinto entre os ambientes: sob irrigação, apenas o efeito da variedade foi significativo ($p<0,001$), enquanto em sequeiro houve efeito significativo de NPK ($p<0,05$) e da variedade ($p<0,001$), sem interação significativa entre os fatores.

O teor de açúcares totais recuperáveis (ATR) mostrou-se pouco responsivo às doses de NPK em condição irrigada, sendo influenciado principalmente pela variedade. Em condição irrigada, a Vertix 3 apresentou ATR médio de 84,45 kg t^{-1}, superior ao da Vertix 2 (78,57 kg t^{-1}), enquanto as doses de NPK não diferiram entre si (80,48 a 82,85 kg t^{-1}). Em condição de sequeiro, tanto a variedade quanto as doses de NPK influenciaram significativamente o ATR, sem interação significativa entre os fatores. Nesse ambiente, a Vertix 3 apresentou 84,93 kg t^{-1}, enquanto a Vertix 2 apresentou 80,50 kg t^{-1}; a dose 180-60-60 proporcionou o maior ATR (85,57 kg t^{-1}), indicando resposta do atributo ao manejo nutricional sob restrição hídrica (Sica, *et al.*, 2023), como sintetizado na Figura 2.

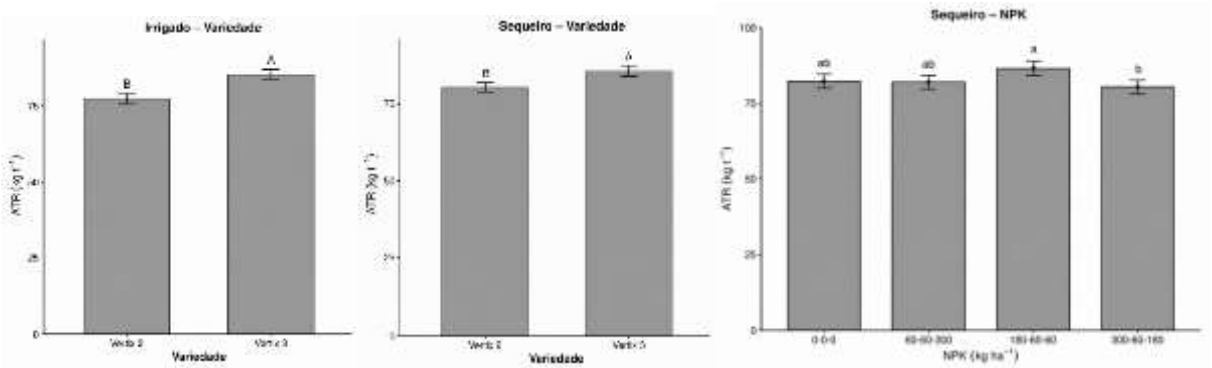


Figura 2 - Açúcares totais recuperáveis (ATR, kg t^{-1}) das variedades Vertix 2 e Vertix 3, sob condição irrigada e de sequeiro, e em função das doses de NPK em sequeiro (efeito de NPK não significativo em condição irrigada).

A produtividade de açúcar por hectare (TAH) refletiu a combinação entre TCH e ATR e foi significativamente influenciada pela interação NPK × variedade em ambos os ambientes. Em condição irrigada, as doses 60-60-300 e 180-60-60 destacaram-se pelos maiores valores de TAH na Vertix 3, atingindo 23,1 e 22,7 t ha^{-1}, respectivamente, enquanto, para a Vertix 2, a dose 60-60-300 apresentou o maior valor (18,6 t ha^{-1}). Em sequeiro, os maiores valores

ocorreram na dose 60-60-300 para a Vertix 3 (22,8 t ha^{-1}) e na dose 180-60-60 para a Vertix 2 (18,2 t ha^{-1}), evidenciando redução expressiva do rendimento de açúcar sob déficit hídrico, associada à menor eficiência de conversão do crescimento vegetativo em acúmulo de sacarose (Inman-Bamber; Smith, 2005), conforme a Figura 3.

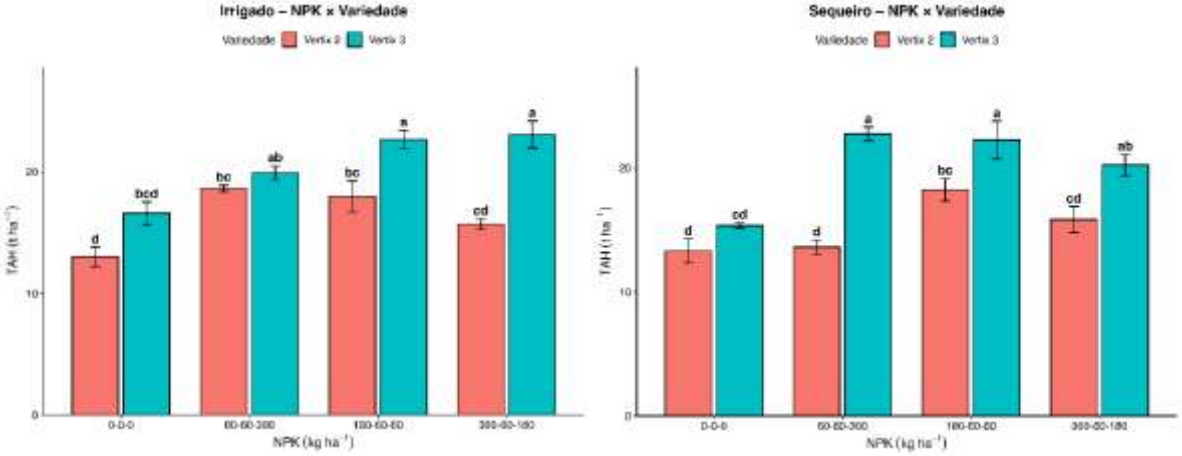


Figura 3 - Produtividade de açúcar por hectare (TAH, t ha^{-1}) das variedades Vertix 2 e Vertix 3, em função das doses de NPK, sob condição irrigada e de sequeiro.

A produção estimada de etanol de primeira geração apresentou comportamento associado às variações observadas para TCH e TAH, com efeitos significativos de NPK, variedade e da interação entre esses fatores em ambos os regimes hídricos. Em ambiente irrigado, a produção estimada variou de 7.362 L ha^{-1} (Vertix 2, testemunha) a 13.071 L ha^{-1} (Vertix 3, dose 300-60-180), porém a maior produção não diferiu estatisticamente da dose de 180-60-60. Em condição de sequeiro, os valores oscilaram entre 7.534 e 12.888 L ha^{-1} (Vertix 3, dose 60-60-300), como ilustra a Figura 4. Esses valores situam a cana-energia em patamar competitivo em relação à média nacional de etanol de primeira geração da cana-de-açúcar convencional, de aproximadamente 6.000 a 8.000 L ha^{-1} (Santos *et al.*, 2026), reforçando seu potencial como matéria-prima estratégica para biorrefinarias integradas (Khemla *et al.*, 2025).

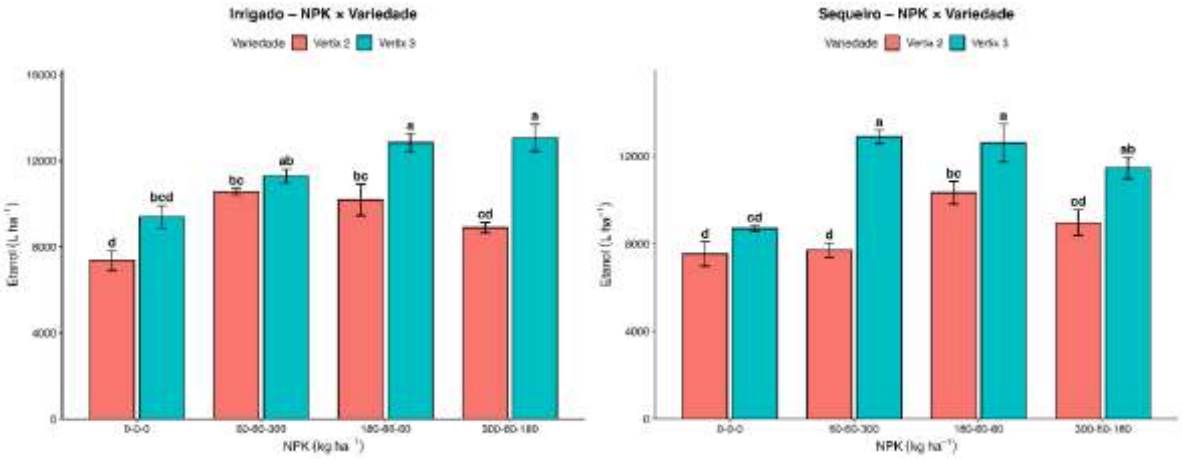


Figura 4 - Produção estimada de etanol de primeira geração (L ha^{-1}) das variedades Vertix 2 e Vertix 3, em função das doses de NPK, sob condição irrigada e de sequeiro.

4 CONCLUSÃO

A Vertix 3 destacou-se como a variedade mais adequada para rotas sucroenergéticas, apresentando maior produtividade de colmos, maior teor de açúcares totais recuperáveis, maior produtividade de açúcar e maior potencial de produção de etanol de primeira geração em relação

à Vertix 2, independentemente do regime hídrico. As doses de 60-60-300, 180-60-60 e 300-60-180 kg ha^{-1} de N-P_2O_5-K_2O apresentaram respostas diferenciadas conforme a variedade, o regime hídrico e a variável avaliada, evidenciando a interação entre manejo nutricional e material genético. Em condição de sequeiro, as doses de 180-60-60 e 60-60-300 kg ha^{-1} permitiram manter produtividades relevantes, evidenciando resposta positiva, porém limitada, ao manejo nutricional sob restrição hídrica. A disponibilidade hídrica influenciou a expressão do potencial produtivo e energético da cultura, com respostas dependentes da variedade e da dose de NPK. Conclui-se que a maximização do desempenho agronômico e energético da cana-energia depende da interação entre material genético, manejo nutricional e disponibilidade hídrica, reforçando seu potencial como matéria-prima para a diversificação da matriz energética brasileira.

REFERÊNCIAS

BOSCHIERO, B. N. *et al.* Biomass production and nutrient removal of energy cane genotypes in Northeastern Brazil. Crop Science, v. 59, n. 1, p. 379-391, 2019. DOI: https://doi.org/10.2135/cropsci2018.07.0458.

CONSECANA-SP. Manual de instruções: metodologia de determinação do pagamento da cana-de-açúcar pelo teor de sacarose (ATR). 6. ed. Piracicaba: CONSECANA-SP, 2015.

DALEN, M. S. *et al.* Nitrogen rate and harvest date effects on energy cane yield, quality parameters, nutrient uptake and biomass chemical composition. Agrosystems, Geosciences & Environment, v. 5, p. 1-15, 2022. DOI: https://doi.org/10.1002/agg2.20302.

INMAN-BAMBER, N. G.; SMITH, D. M. Water relations in sugarcane and response to water deficits. Field Crops Research, v. 92, p. 185-202, 2005. DOI: https://doi.org/10.1016/j.fcr.2005.01.023.

KHEMLA, P. *et al.* Sustainable integrated co-production of bioactive xylooligosaccharides and second-generation ethanol from energy cane bagasse. Industrial Crops and Products, v. 234, 121628, 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2025.121628.

MATSUOKA, S. *et al.* Energy cane: its concept, development, characteristics, and prospects. Advances in Botany, v. 2014, art. 597275, p. 1–13, 2014. DOI: https://doi.org/10.1155/2014/597275.

MEENA, M. R. *et al.* Biomass and energy potential of Erianthus arundinaceus and Saccharum spontaneum-derived novel sugarcane hybrids in rainfed environments. BMC Plant Biology, v. 24, n. 198, 2024. DOI: https://doi.org/10.1186/s12870-024-04885-0.

SANTOS, G. K. S. *et al.* Current trends of cellulosic ethanol technology from the perspective of industrial development. Fermentation, v. 12, p. 48, 2026. DOI: https://doi.org/10.3390/fermentation12010048.

SICA, P. *et al.* Quantitative and qualitative evaluation of novel energy cane accessions for sugar, bioenergy, 1G and 2G ethanol production. Industrial Crops and Products, v. 203, p. 117163, 2023. DOI: https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117163.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

RISCO HIDROLÓGICO URBANO COMO DESAFIO À SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: UMA ABORDAGEM INTEGRADA À GESTÃO TERRITORIAL

CARLOS VINÍCIUS CAVALCANTE DE OLIVEIRA; MARISETE DANTAS DE AQUINO

Introdução: A sustentabilidade ambiental tem sido um dos temas mais difundidos no século XXI, mas apesar da discussão, o seu desenvolvimento ainda sofre impactos significativos mediante a urbanização desenfreada e o consequente risco hidrológico que assola as áreas mais vulneráveis que sofrem com enchentes e alagamentos. **Objetivo:** Diante de tal problemática, o presente estudo tem como objetivo integrar esses desafios à gestão territorial, partindo dos pontos de atenção mais recorrentes na literatura atual. **Metodologia:** O estudo caracteriza-se como aplicado, de natureza exploratória, e abordagem qualitativa, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica e documental. A primeira etapa da pesquisa consistiu no levantamento bibliográfico através dos bancos de dados do *Google Scholar* e do Portal de Periódicos da CAPES, por onde foi restringida na busca de publicações entre 2022 e 2026, revisadas por pares e publicadas em periódicos internacionais, visando a relevância e o impacto das referências revisadas e separada quatro temas principais: Urbanização, Risco Hidrológico, Sustentabilidade e Planejamento Territorial, que foram definidos com base no objetivo da pesquisa. Após a definição dos trabalhos selecionados foi realizada a leitura e análise dos mesmos e identificados os desafios que tinham mais recorrência nos textos, revelando o real impacto dos tais na literatura atual. **Resultados:** Como principal resultado, foram encontradas pautas como falta de drenagem urbana, a autoconstrução em áreas periféricas, a falta de conscientização e educação ambiental e a escassez de políticas territoriais efetivas. Tais situações obstruem o caminho do desenvolvimento sustentável, interferindo diretamente no planejamento urbano, findando em áreas mais vulneráveis e em um risco hidrológico exacerbado. **Conclusão:** Logo, conclui-se que a incorporação do risco hidrológico ao planejamento é necessária para sustentabilidade e resiliência urbana, visto que as áreas enfraquecidas são as mais atingidas. Diante das dificuldades mencionadas, orienta-se a execução de políticas públicas para a efetivação da consciência ambiental e territorial, abordagens sociais em regiões mais críticas e o investimento em drenagem urbana, objetivando a sustentabilidade.

Palavras-chave: **GESTÃO AMBIENTAL; RISCO HIDROLÓGICO; SUSTENTABILIDADE URBANA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88528

SUSTENTABILIDADE: OS RECURSOS PEDAGÓGICOS COMO FERRAMENTA DE ENSINO AMBIENTAL

NAIBI SOUZA JAYME, ANA CLARA MAZZIERO RICO, ANA CLARA SANTOS DE SOUZA, FERNANDA JORDEM CHAGAS, STEPHANY LEAL MORILHA

RESUMO

A sustentabilidade integra a dimensão ambiental, a social e a econômica, para, assim, promover o equilíbrio entre a raça humana e a natureza, sendo uma questão de grande relevância a ser discutida diante dos impactos ambientais intensificado pelas ações humanas, como o consumo excessivo dos recursos naturais, e o descarte inadequado de resíduos na natureza. Dados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA) indicam que, em 2024, foram coletados, em média, 1,04 kg de resíduos sólidos urbanos por habitante ao dia no Brasil, evidenciando a dimensão dos resíduos que precisam ser manejados pelos sistemas de limpeza urbana e gestão de resíduos (BRASIL, 2024). Por isso, foi desenvolvido um jogo pedagógico baseado na associação de resíduos às formas corretas de descarte, para a educação ambiental. O jogo funciona de maneira dinâmica e interativa, inicialmente sendo impresso três papéis, contendo, dentro de cada, três residuários de descartes diferentes, junto com os resíduos para serem "descartados" de maneira efetiva e correta em cada um dos residuário. O projeto não se utiliza da linguagem verbal, sendo feito apenas por cores e formas, com o propósito de alcançar e de incluir públicos distintos. Espera-se que a dinâmica proposta possa contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico, em relação às questões socioambientais, favorecendo a adoção de práticas sustentáveis no cotidiano desde a infância. Dessa forma, este recurso pedagógico apresenta-se como uma ferramenta de apoio para a educação ambiental, possibilitando a introdução da sustentabilidade de maneira lúdica, acessível e participativa desde os primeiros anos de formação dos jovens, fazendo-os compreender e adotar práticas sustentáveis conscientes.

Palavras-chave: Educação, Jogos e Resíduos.

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade está relacionada à capacidade de atender às necessidades da sociedade sem comprometer a disponibilidade de recursos para as gerações futuras. Embora, durante muito tempo, sua compreensão estivesse associada predominantemente à conservação do meio ambiente, o conceito passou a ser compreendido de maneira mais ampla, abrangendo dimensões sociais, ambientais e econômicas. Dessa forma, fundamenta-se na busca pelo equilíbrio entre as necessidades da sociedade, o desenvolvimento econômico e a conservação dos recursos naturais, de modo a garantir condições adequadas para as próximas gerações. A partir desse contexto, a sustentabilidade passou a ser compreendida de maneira cada vez mais abrangente, envolvendo não apenas a conservação dos recursos naturais, mas também aspectos sociais, econômicos e comportamentais.

Dados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA) indicam que, em 2024, foram coletados, em média, 1,04 kg de resíduos sólidos urbanos por habitante ao dia no Brasil, evidenciando a dimensão dos resíduos que precisam ser manejados

pelos sistemas de limpeza urbana e gestão de resíduos (BRASIL, 2024). Dessa maneira, a problemática dos resíduos está relacionada não apenas à quantidade produzida, mas também às formas de separação, coleta, tratamento e destinação adotadas após o consumo.

Quando destinados inadequadamente, os resíduos podem contribuir para diferentes impactos ambientais, como a contaminação do solo e da água, a poluição de ambientes naturais e a obstrução de sistemas de drenagem. Além disso, a destinação incorreta dificulta o reaproveitamento e a reciclagem de materiais que poderiam retornar aos processos produtivos, aumentando a necessidade de extração de novas matérias-primas.

Diante dessa problemática, torna-se pertinente desenvolver estratégias educativas que abordem a gestão dos resíduos de maneira acessível e participativa. Assim, foi desenvolvido durante as aulas de sustentabilidade um recurso pedagógico voltado a crianças e adolescentes, onde os aluno(as) precisavam associar os diferentes resíduos com suas respectivas formas de destinação. A proposta foi estruturada de maneira interativa, buscando aproximar o conteúdo apresentado em sala de aula de uma situação prática de separação de resíduos. Além do recurso pedagógico, a atividade foi acompanhada por uma apresentação sobre sustentabilidade e por um quiz coletivo, compondo uma sequência de três etapas destinadas à apresentação, aplicação e retomada dos conteúdos trabalhados. A proposta também considerou a participação de estudantes com diferentes necessidades, buscando favorecer uma dinâmica acessível e predominantemente não verbal. Dessa forma, o projeto teve como propósito contribuir para a abordagem da educação ambiental no espaço escolar, especialmente no que se refere à formação de conhecimentos e atitudes relacionados ao consumo e à destinação adequada dos resíduos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A experiência foi realizada com uma turma do 6º ano do Ensino Fundamental anos finais, composta por 29 estudantes, com faixa etária entre 11 e 12 anos, durante uma aula de 50 minutos. Para o planejamento da atividade, foram consideradas as características e necessidades do público participante, incluindo estudantes que demandam atenção específica quanto à acessibilidade. Dessa forma, buscou-se desenvolver uma proposta que possibilitasse a participação de todos os alunos, por meio de uma dinâmica simples, interativa, didática e predominantemente não verbal.

A atividade foi estruturada em três etapas complementares, elaboradas com o propósito de apresentar os conteúdos, possibilitar sua aplicação prática e verificar a compreensão dos estudantes. Na primeira etapa, foi realizada uma apresentação em slides, elaborada com o auxílio da plataforma Canva, abordando conceitos relacionados à sustentabilidade, sua importância e práticas sustentáveis presentes no cotidiano. A apresentação também introduziu os diferentes tipos de resíduarios e suas respectivas formas de destinação, preparando os estudantes para a atividade prática.

A segunda etapa consistiu na aplicação do recurso pedagógico, considerado o principal instrumento da experiência. Para sua elaboração, foram produzidas cartelas impressas em folhas A4, contendo três residuários de cores distintas. Foram elaboradas três versões de cartelas: a primeira composta pelos residuários verde, amarelo e vermelho; a segunda, pelos residuários roxo, cinza e branco; e a terceira, pelos residuários marrom, laranja e azul. Também foram confeccionadas representações dos resíduos em papel, correspondentes aos diferentes tipos de destinação apresentados durante a aula. Cada estudante recebeu uma cartela e um conjunto de resíduos. Durante a parte da apresentação destinada à explicação dos tipos de resíduos, os alunos deveriam associar cada resíduo ao recipiente correspondente, realizando o seu descarte por meio da fixação do material na cartela.

A dinâmica foi planejada para possibilitar a participação dos estudantes de maneira individual e coletiva, ao mesmo tempo, favorecendo a associação entre o conteúdo apresentado e sua aplicação prática. Durante sua realização, observou-se que os alunos conseguiram realizar as associações propostas, especialmente quando a atividade era acompanhada pelas explicações apresentadas nos slides. A participação também ocorreu de maneira acessível aos estudantes presentes, incluindo aqueles que necessitavam de atenção específica quanto à mobilidade e às formas de participação.

Na terceira etapa, foi realizado um quiz coletivo, com a turma dividida em dois grupos, com o objetivo de retomar os conteúdos abordados ao longo da aula de maneira interativa. A realização do quiz permitiu observar a participação dos estudantes e sua capacidade de responder às questões relacionadas aos conteúdos trabalhados nas etapas anteriores. A organização das três etapas buscou favorecer a apresentação do conteúdo, sua aplicação prática e posterior retomada, tornando a experiência mais dinâmica e participativa.

Como possibilidade de aprimoramento do recurso pedagógico, pretende-se desenvolver uma versão reutilizável do material, utilizando uma base metálica e representações dos resíduos com ímãs. A adaptação poderá reduzir a necessidade de novas impressões a cada aplicação, ampliar a durabilidade do recurso e possibilitar sua utilização em diferentes turmas e instituições de ensino. A proposta também poderá ser aperfeiçoada para diferentes públicos, mantendo como princípio a acessibilidade e a participação dos estudantes nas atividades de educação ambiental.

3 ESTUDO DE CASO

Durante a realização das atividades, observou-se participação e interesse dos estudantes, especialmente durante o recurso de associação entre os resíduos e seus respectivos recipientes. A realização da dinâmica de forma acompanhada pelas explicações apresentadas nos slides favoreceu a aplicação imediata dos conteúdos trabalhados, permitindo que os estudantes relacionassem a exposição teórica à identificação prática dos resíduos. Essa observação é coerente com estudos que apontam o potencial dos jogos e recursos lúdicos como ferramentas de apoio ao ensino de Educação Ambiental, especialmente por favorecerem a participação, a interação e a aproximação dos conteúdos com situações práticas.

A participação observada ao longo das atividades demonstrou a importância de abordar a educação ambiental desde a infância, permitindo que os estudantes desenvolvam, de maneira gradual, uma maior consciência sobre sua relação com o meio ambiente. As discussões realizadas possibilitaram relacionar os conteúdos apresentadas a situações presentes no cotidiano dos alunos, favorecendo a compreensão não depende apenas de ações realizadas por governos ou instituições, mas também de atitudes individuais coletivas.

A experiência também permitiu relacionar os conteúdos ambientais a situações presentes no cotidiano dos estudantes, particularmente aquelas relacionadas ao consumo e à destinação dos resíduos. Essa aproximação entre conteúdo e prática é relevante porque os jogos têm sido investigados como recursos pedagógicos capazes de estimular a participação e a reflexão sobre questões ambientais no Ensino Fundamental. Estudos sobre jogos educativos em Educação Ambiental relatam que essas estratégias podem favorecer a interação dos estudantes e a abordagem de novos conhecimentos, especialmente quando associadas a momentos de discussão e mediação pedagógica. Nesse sentido, a experiência realizada sugere que a utilização do recurso desenvolvido pode constituir uma estratégia complementar para abordar a separação de resíduos de maneira participativa, embora a aplicação pontual realizada não permita afirmar mudanças permanentes nos conhecimentos ou hábitos dos estudantes.

4 CONCLUSÃO

Logo, conclui-se que a experiência possibilitou unir recursos pedagógicos a uma abordagem interativa, simples e acessível, favorecendo a participação dos estudantes durante as atividades propostas. A utilização de cores, formas e materiais físicos possibilitou que a dinâmica fosse realizada predominantemente sem depender da linguagem verbal para sua execução, contribuindo para a participação dos estudantes e para a abordagem de conteúdos relacionados à sustentabilidade e à correta separação dos resíduos no ambiente escolar. Embora a experiência tenha sido realizada em uma única turma e não permita afirmar mudanças permanentes nos hábitos dos estudantes, as observações realizadas indicam o potencial do recurso como ferramenta complementar para a educação ambiental. Além disso, a possibilidade de aprimorar o material para uma versão reutilizável amplia suas perspectivas de aplicação em diferentes turmas e instituições de ensino, fortalecendo a proposta de utilização de práticas educativas acessíveis, interativas e relacionadas às questões socioambientais.

REFERÊNCIAS

Legislação/Ato normativo: BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Resolução ANA nº 187, de 19 de março de 2024: aprova a Norma de Referência nº 7/2024 para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico [...]. In: **Diário Oficial da União**: seção 1. Brasília, DF: Imprensa Nacional, n. 56, p. 83-86, 21 fev. 2024.

Relatório técnico: BRASIL. Ministério das Cidades. Relatório do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (Sinisa): resíduos sólidos 2024. In: **Resultados SINISA**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, p. 1-150, 2024.

Artigo científico: CAMELO, M. M. Sociedade de consumo e produção industrial em massa: influências na sustentabilidade ambiental. **Revista de Direito da Faculdade Guanambi**, [S. l.], p. 42-49, 2015.

Artigo científico: MIKHAILOVA, I. Sustentabilidade: evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática. **Revista Economia e Desenvolvimento**, Santa Maria, n. 16, p. 23-35, 2004.

Artigo científico: SANTOS, Leonardo dos; ARAÚJO, Patrício Câmara. O uso de jogos como ferramenta didática no ensino da Educação Ambiental: uma revisão sistemática da literatura. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, São Paulo, v. 20, n. 7, p. 403-422, 2025.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ALÉM DA DIMENSÃO AMBIENTAL: A SEGURANÇA E A SAÚDE OCUPACIONAL COMO COMPONENTES DA SUSTENTABILIDADE ORGANIZACIONAL

CARLOS VINÍCIUS CAVALCANTE DE OLIVEIRA; MARISETE DANTAS DE AQUINO; WEVILLA DESIREÊ NOGUEIRA DA SILVA OLIVEIRA

Introdução: A sustentabilidade organizacional geralmente é associada apenas à vertente ambiental, mas ela também aborda condições sociais em que a atividade econômica é desenvolvida. Nesse contexto, a segurança e saúde no trabalho deixa de ser apenas uma obrigação legal e passa a ser compreendida como componente da sustentabilidade social e da responsabilidade empresarial, corroborando com a abordagem do modelo ESG (*Enviromental, Social and Governance*). **Objetivo:** O presente estudo tem como objetivo analisar, por meio de revisão bibliográfica, a relação entre segurança e saúde ocupacional e a sustentabilidade organizacional, com ênfase na dimensão social e nas condições dignas de trabalho. **Metodologia:** A pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica integrativa, de caráter exploratório. O levantamento foi realizado por meio dos bancos de dados do *Google Scholar* e do Portal de Periódicos da CAPES, por onde foi restringido na busca de publicações entre 2022 e 2026, revisadas por pares e publicadas em periódicos internacionais. Foram selecionados para este estudo os artigos científicos que traziam a interseção entre sustentabilidade, responsabilidade empresarial e saúde e segurança do trabalho. **Resultados:** Como resultado do estudo, percebeu-se, na literatura, a presença da saúde e segurança do trabalho como componente da sustentabilidade social; a prevenção de acidentes como estratégia organizacional; indicadores de SST como elementos da dimensão social do ESG; e a integração da gestão de riscos ocupacionais às estratégias de sustentabilidade organizacional. **Conclusão:** Diante do exposto, a literatura analisada indica que a segurança e a saúde ocupacional constituem componentes relevantes da sustentabilidade organizacional, especialmente em sua dimensão social. A integração das práticas de prevenção de riscos às estratégias de sustentabilidade pode contribuir não apenas para a proteção dos trabalhadores, mas também para a responsabilidade empresarial, a continuidade operacional, a geração de valor sustentável e o fortalecimento da cultura ESG.

Palavras-chave: **SEGURANÇA DO TRABALHO; GESTÃO AMBIENTAL; SUSTENTABILIDADE ORGANIZACIONAL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88531

O QUINTAL PEDAGÓGICO COMO ESPAÇO PROMOTOR DE BEM-ESTAR BIOPSICOSSOCIAL, EDUCAÇÃO AMBIENTAL E INCLUSÃO ESCOLAR: UM ESTUDO DE CASO NA UEI ELCIONE BARBALHO

BRENDA SILVA DE LIMA; RENATA RIBEIRO LOPES; ANA PAULA LIMA DE OLIVEIRA; LUCAS RODRIGUES DE CASTRO; HELLEN KEMPFER PHILIPPSEN; ROSIGLEYSE CORRÊA DE SOUSA-FELIX; LILIANE FERREIRA DO ROSÁRIO

RESUMO

Os quintais pedagógicos constituem espaços com potencial para integrar aprendizagem, educação ambiental, convivência e contato com a natureza no cotidiano escolar. Entretanto, limitações relacionadas à infraestrutura, manutenção, acessibilidade e apoio institucional podem restringir seu aproveitamento educativo. Nesse contexto, este estudo objetivou analisar a percepção de crianças e adultos da comunidade escolar acerca das contribuições de um quintal pedagógico para o bem-estar biopsicossocial, a educação ambiental e os processos de aprendizagem, bem como identificar demandas relacionadas às condições de utilização desse espaço. Trata-se de um estudo de caso, de abordagem quanti-qualitativa, realizado em uma Unidade de Educação Infantil localizada em Ananindeua, Pará. Participaram 60 indivíduos, sendo 30 crianças, com idades entre três e cinco anos, e 30 adultos integrantes da comunidade escolar. A coleta de dados ocorreu entre 16 e 22 de junho de 2026, mediante aplicação de questionários estruturados e, para o público infantil, atividade complementar de representação gráfica. Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva por meio de frequências percentuais. Entre as crianças, 100% afirmaram gostar do quintal, 93,3% associaram sua permanência no ambiente a sentimentos de felicidade ou animação e 90% indicaram perceber frequentemente novas aprendizagens no espaço. Entre os adultos, 100% avaliaram positivamente a influência do quintal sobre o bem-estar da comunidade escolar e 86,7% consideraram que o contato com elementos naturais contribui muito para o desenvolvimento infantil. Em contrapartida, apenas 50% avaliaram as condições atuais do espaço como boas ou excelentes, destacando-se demandas relacionadas à manutenção, disponibilidade de recursos e acessibilidade. Conclui-se que o quintal pedagógico é percebido pela comunidade escolar como um recurso educativo e socioambiental relevante, embora seu pleno aproveitamento dependa do fortalecimento das condições estruturais e institucionais necessárias à sua utilização.

Palavras-chave: Natureza; infância; sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

O contato com ambientes naturais no contexto escolar pode favorecer o bem-estar, a aprendizagem e o desenvolvimento infantil, além de ampliar as possibilidades de educação ambiental por meio de experiências diretas com a natureza (Louv, 2016; Mann et al., 2022). Nesse contexto, quintais pedagógicos constituem espaços educativos que integram elementos naturais, convivência e práticas de aprendizagem, especialmente relevantes na Educação Infantil.

Na Amazônia, esses ambientes também possibilitam práticas contextualizadas de valorização da biodiversidade e de aproximação das crianças com seu território (Paz, 2022;

DOI: 10.51189/vii-coninters/88534

Santos; Barreto Neta, 2025). Entretanto, limitações de infraestrutura, manutenção, acessibilidade e apoio institucional podem restringir seu aproveitamento pedagógico.

Assim, este estudo objetivou analisar a percepção de crianças e adultos da comunidade escolar sobre as contribuições do quintal pedagógico da UEI Elcione Barbalho para o bem-estar, a educação ambiental e a aprendizagem, bem como identificar demandas relacionadas às condições de utilização desse espaço.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de estudo de caso, de abordagem quanti-qualitativa, realizado na UEI Elcione Barbalho, em Ananindeua, Pará. Participaram 60 indivíduos: 30 crianças de três a cinco anos, matriculadas na Educação Infantil, e 30 adultos da comunidade escolar. A coleta ocorreu entre 16 e 22 de junho de 2026, mediante autorização institucional, preservando-se o anonimato dos participantes.

Foram aplicados questionários estruturados aos dois grupos. Para as crianças, o instrumento impresso utilizou linguagem acessível, recursos visuais e mediação dos pesquisadores e profissionais da instituição, além de atividade complementar de representação gráfica. Aos adultos, o questionário foi disponibilizado pelo Google Forms, mediante apresentação do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Os dados foram submetidos à análise estatística descritiva, por frequências percentuais (%).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Percepção das crianças sobre o quintal pedagógico

A elevada aceitação do quintal evidencia o vínculo positivo das crianças com esse ambiente, em consonância com Louv (2016) e com a hipótese da biofilia de Wilson (1984), que relacionam o contato com a natureza à aproximação afetiva com os ambientes naturais.

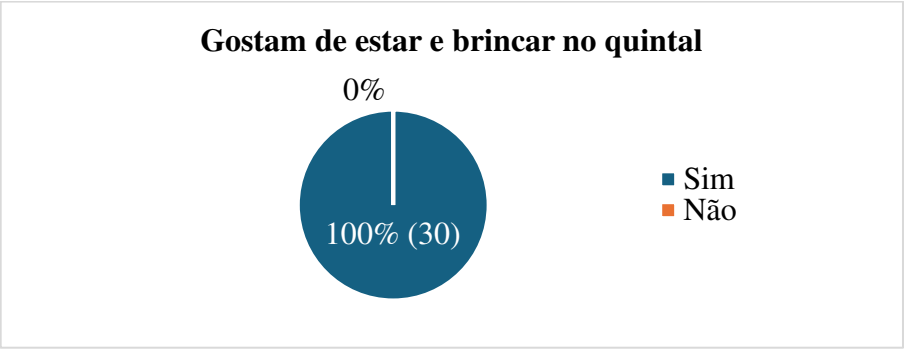


Figura 1 – Avaliação do vínculo afetivo das crianças com o quintal pedagógico.

A predominância de estados emocionais positivos sugere que o quintal é percebido pelas crianças como ambiente agradável, convergindo com Boeno, Kirchner e Silva (2024), que associam o contato infantil com a natureza a experiências afetivas e ao fortalecimento do sentimento de pertencimento.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88534

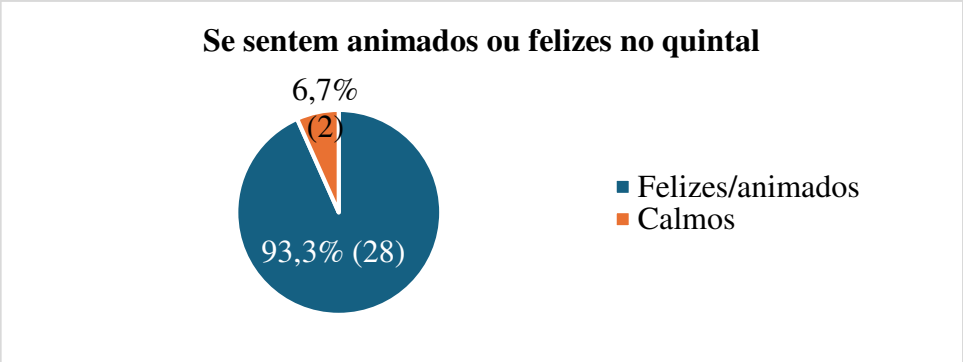


Figura 2 – Percepção das crianças sobre o bem-estar emocional no quintal pedagógico.

O interesse predominante pelos elementos naturais evidencia que, além da função lúdica, a biodiversidade constitui importante componente de atração do quintal, favorecendo curiosidade, observação e aprendizagens contextualizadas (Paz, 2022; Mann et al., 2022).

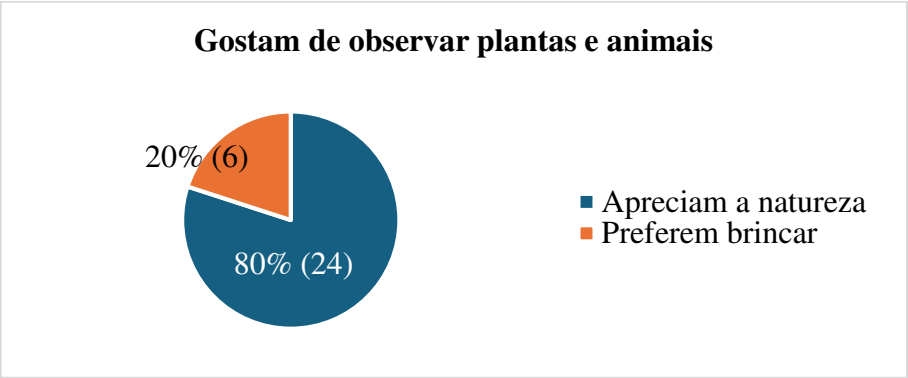


Figura 3 – Preferências das crianças quanto às atividades realizadas no quintal pedagógico.

A percepção infantil também evidencia o quintal para além de sua função recreativa, reconhecendo-o como espaço de aprendizagem pela observação, interação e experiência direta com o ambiente (Macedo, 2025; Machado, 2025).

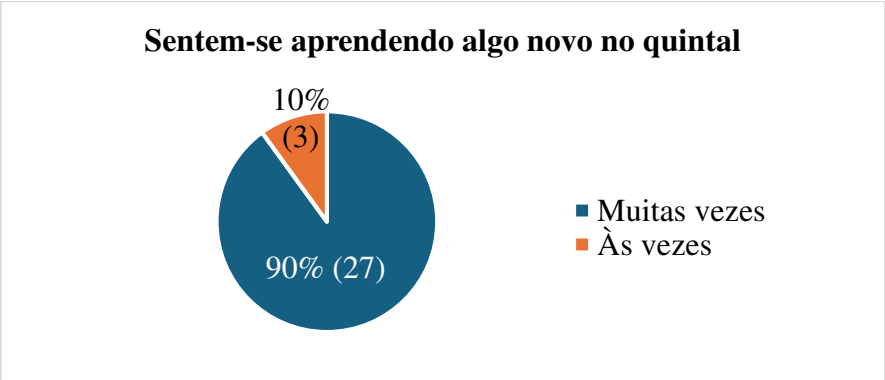


Figura 4 – Percepção das crianças sobre a aprendizagem no quintal pedagógico.

As demandas apontadas demonstram que a valorização do quintal coexiste com o reconhecimento, pelas próprias crianças, da necessidade de ampliar seus recursos, reforçando a relevância de sua escuta no planejamento do espaço educativo.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88534

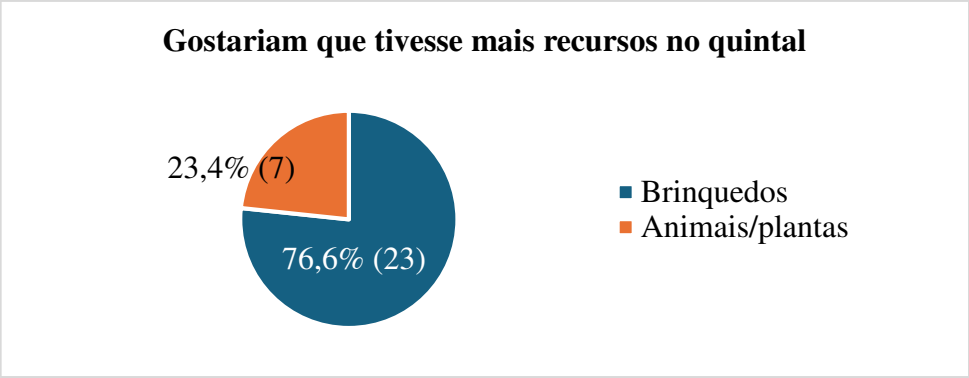


Figura 5 – Demandas percebidas pelas crianças para o quintal pedagógico.

As representações gráficas complementam esses achados ao associarem o quintal à vegetação, às brincadeiras e à presença humana, reforçando sua apropriação pelas crianças como espaço de natureza, convivência e experiências educativas (Trovarelli; Battaini; Sorrentino, 2021; UNESCO, 2021).

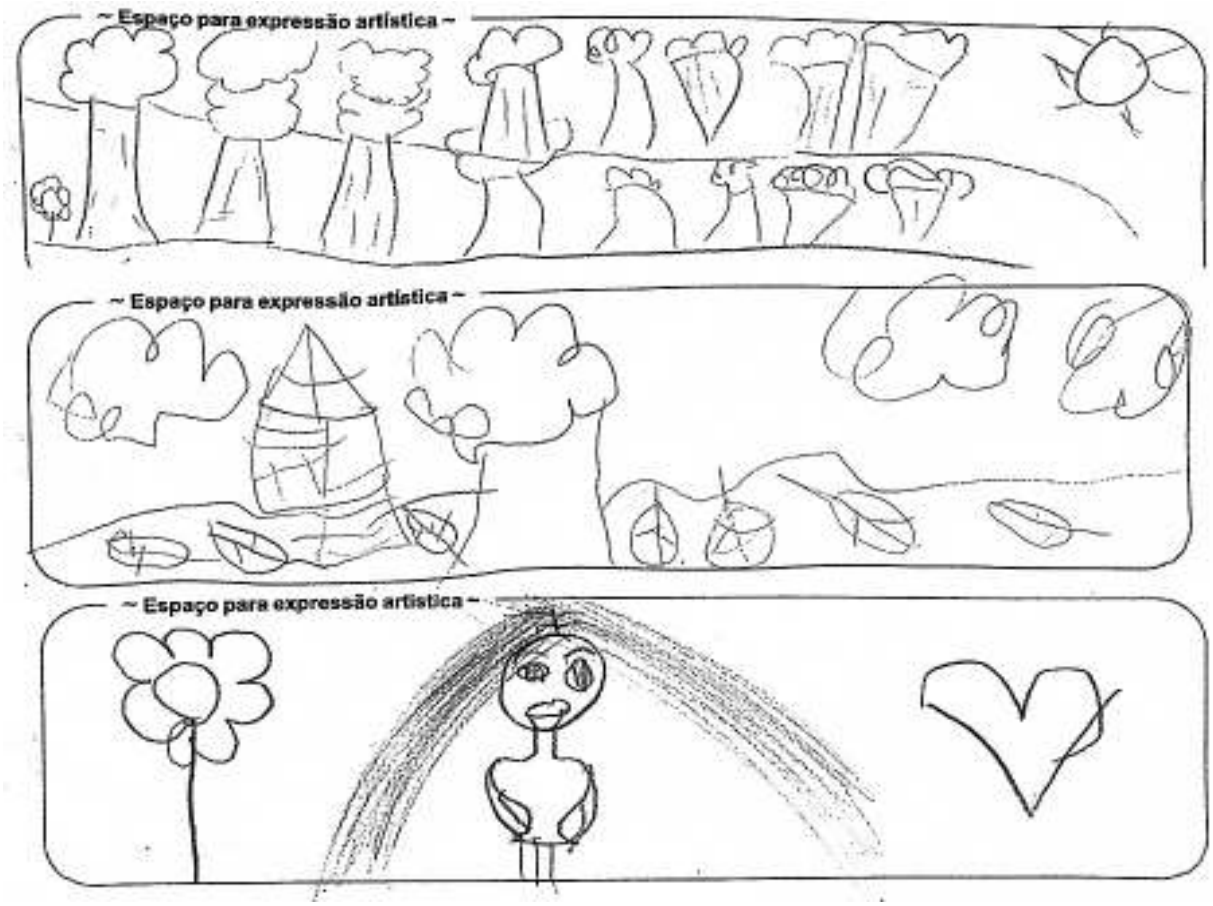


Figura 6 – Representações gráficas das crianças sobre o quintal pedagógico.

3.2 Percepção dos adultos da comunidade escolar sobre o quintal pedagógico

A avaliação consensualmente positiva evidencia que os adultos reconhecem o quintal como ambiente favorável ao bem-estar da comunidade escolar, ampliando sua relevância para além da função estritamente pedagógica.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88534

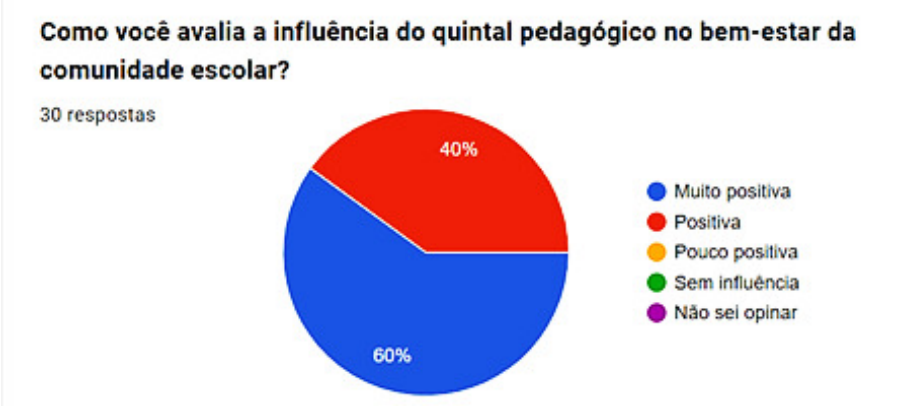


Figura 7 – Percepção da comunidade escolar sobre a influência deste quintal no bem-estar.

A associação do quintal a estados emocionais positivos indica que os participantes percebem o ambiente como favorável ao seu bem-estar, sem implicar, contudo, efeitos clínicos sobre a saúde mental. Essa percepção é compatível com benefícios atribuídos ao contato com ambientes naturais na literatura (Louv, 2016; Boeno; Kirchner; Silva, 2024).

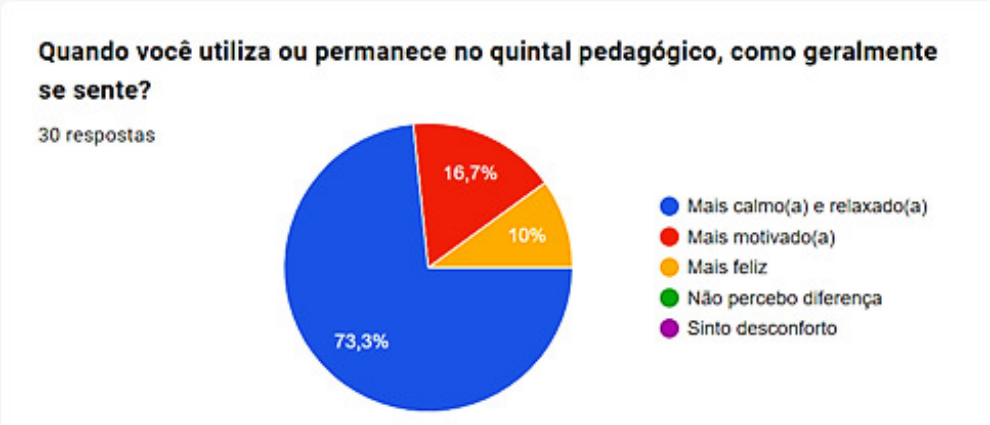


Figura 8 – Percepção dos adultos sobre o estado emocional no quintal pedagógico.

O reconhecimento da contribuição dos elementos naturais para o desenvolvimento infantil reforça a compreensão do quintal como espaço educativo, em consonância com estudos que associam o contato com a natureza a oportunidades de aprendizagem e educação ambiental (Paz, 2022; Santos; Barreto Neta, 2025).

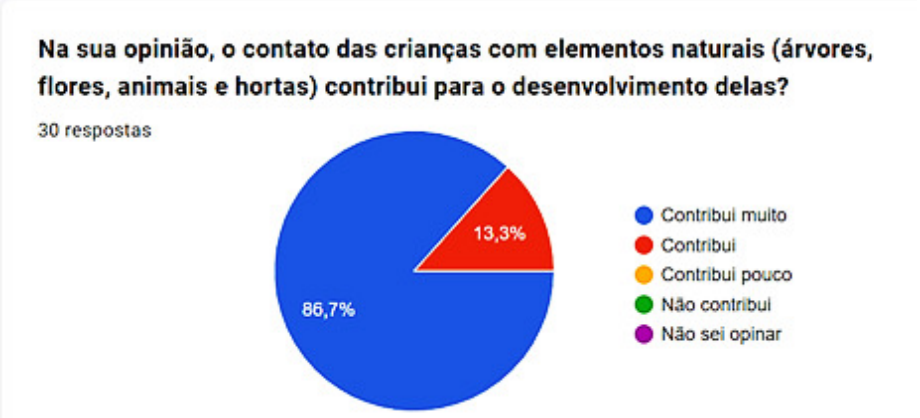


Figura 9 – Percepção dos adultos sobre a relação entre natureza e desenvolvimento infantil.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88534

A avaliação das condições estruturais revela um contraste importante: o reconhecimento dos benefícios do quintal não corresponde necessariamente à satisfação com suas condições atuais, evidenciando limitações para seu pleno aproveitamento educativo.

Figura 10 – Avaliação dos adultos sobre as condições estruturais do quintal pedagógico.

As prioridades apontadas concentram-se na manutenção, ampliação de recursos, educação ambiental e acessibilidade, indicando demandas concretas que podem orientar o planejamento institucional e subsidiar intervenções voltadas ao aprimoramento do espaço.

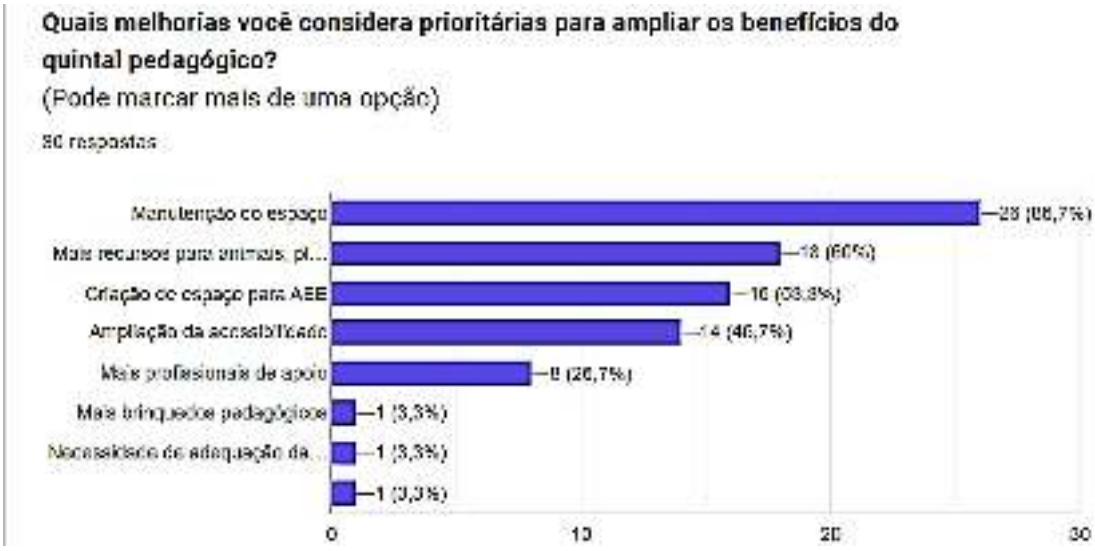


Figura 11 – Melhorias consideradas prioritárias pelos adultos para o quintal pedagógico.

Em conjunto, os resultados revelam convergência entre crianças e adultos quanto ao valor educativo, socioambiental e de bem-estar atribuído ao quintal, ao mesmo tempo em que evidenciam demandas para seu aprimoramento. Assim, seu potencial não depende apenas da existência do espaço natural, mas também de condições adequadas de utilização, conservação e integração às práticas educativas (Trovarelli; Battaini; Sorrentino, 2021; UNESCO, 2021).

4 CONCLUSÃO

Os resultados evidenciam que o quintal pedagógico é reconhecido pela comunidade escolar como espaço favorável ao bem-estar, à aprendizagem, à educação ambiental e à convivência. Entretanto, limitações relacionadas à infraestrutura, manutenção, acessibilidade e apoio institucional restringem seu pleno aproveitamento, indicando que a valorização desses ambientes deve ser acompanhada por condições adequadas de uso e conservação.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88534

Assim, o fortalecimento dos quintais pedagógicos pode ampliar sua função educativa, inclusiva e socioambiental, e os achados deste estudo podem subsidiar ações institucionais e políticas públicas voltadas à valorização dos espaços naturais escolares. Por se tratar de um estudo de caso com amostra restrita, os resultados representam a realidade investigada, sendo recomendada a ampliação das instituições, participantes e estratégias de avaliação em estudos futuros.

REFERÊNCIAS

BOENO, L. P.; KIRCHNER, E. A.; SILVA, E. P. Educação infantil: o contato da criança com a natureza e o sentimento de pertencimento. **Revista Saberes e Sabores Educacionais**, v. 11, 2024.

LOUV, R. **A última criança na natureza: resgatando nossas crianças do transtorno do déficit de natureza.** São Paulo: Aquariana, 2016.

MACEDO, R. O contato com a natureza como recurso pedagógico na educação infantil. **Revista Tópicos**, v. 19, n. 3, 2025.

MACHADO, D. F. **Percepções de um grupo de professores da educação infantil a respeito da prática pedagógica sobre a educação ambiental.** Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Cornélio Procópio, 118 f. 2025.

MANN, J.; GRAY, T.; TRUONG, S.; BRYMER, E.; PASSY, R.; HO, S.; SAHLBERG, P.; WARD, K.; BENTSEN, P.; CURRY, C.; COWPER, R. Getting out of the classroom and into nature: a systematic review of nature-specific outdoor learning on school children's learning and development. **Frontiers in Public Health**, v. 10, p. 877058, 2022. DOI: 10.3389/fpubh.2022.877058.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA (UNESCO). **Integrar o meio ambiente aos programas escolares até 2025.** Paris: UNESCO, 2021.

PAZ, D. T. **Conexão com a natureza e implicações de experiências educativas na floresta amazônica.** Tese (Doutorado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 132 f. 2022.

SANTOS, F. G. M.; BARRETO NETA, L. O quintal ecológico como ambiente de aprendizagem na Educação Infantil. **Revista Sertão Sustentável**, v. 7, n. 2, p. 21-28, jul./dez. 2025.

TROVARELLI, R. A.; BATTAINI, V.; SORRENTINO, M. A transição para sociedades sustentáveis: uma abordagem a partir de processos educadores. **Pesquisa em Educação Ambiental**, Rio Claro, v. 16, n. 1, 2021.

WILSON, E. O. **Biophilia.** Cambridge: Harvard University Press, 1984.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ECOEFICIÊNCIA NA CALDEIRARIA PESADA: OTIMIZAÇÃO DA FABRICAÇÃO DE REFORÇOS DE BOCAIS DE VASOS DE PRESSÃO

ANA RAQUEL DE ALMEIDA SANTOS; GABRIEL JOSÉ RAMOS DE AQUINO

Introdução: Os vasos de pressão desempenham um papel fundamental na indústria de processo. Em seu projeto mecânico, aberturas para acessos, conexões e instrumentação geram concentração de tensões que podem fragilizar o casco pressurizado. Para restabelecer a resistência local, faz-se uso de reforços de bocais - também conhecidos como colares. A fabricação de vasos de pressão sob encomenda impõe desafios complexos à indústria de caldeiraria pesada, pois impede a produção em massa e exige a reengenharia de processos a cada projeto. Fluxos produtivos engessados resultam em elevado desperdício de insumos e recursos, acúmulo de sobras de baixo reuso e retrabalho. Nesse cenário, a otimização do fluxo de fabricação pode atuar como elemento-chave para alcançar uma maior eficiência operacional e sustentabilidade industrial. **Objetivo:** O presente artigo busca relatar como a otimização do processo de fabricação de reforços de bocais reduziu o refugo de aço, a necessidade de estocagem de sobras, o tempo de conformação e os custos com retrabalho. **Relato de Caso:** Os reforços de bocais com diferentes diâmetros eram fabricados individualmente, seguindo basicamente o fluxo: oxicorte do anel, identificação, rebarba, conformação na prensa e biselamento. Entretanto, esse processo gerava muito refugo e sobras que, além de terem sua utilidade reduzida, necessitavam de rastreabilidade. Além disso, a conformação conferia à peça marcas e afundamentos que eram posteriormente retrabalhados. A otimização se deu no posicionamento de anéis menores dentro de anéis maiores e na alteração da sequência de fabricação para: oxicorte de placas, conformação na calandra, traçagem de todos os anéis e recorte dos anéis, rebarba e biselamento.**Conclusão:** A reformulação do processo de fabricação dos reforços de bocais provou ser uma solução eficaz para a indústria de caldeiraria pesada. A redução do desperdício de aço maximiza o aproveitamento da matéria-prima, diminui os custos operacionais na caldeiraria e fortalece a sustentabilidade, promovendo a economia circular pela redução de resíduos industriais e menor impacto ambiental na cadeia produtiva. Este estudo de caso demonstra que a engenharia de processos pode atuar como um agente estratégico para a sustentabilidade e a economia circular na caldeiraria pesada.

Palavras-chave: **CALDEIRARIA PESADA; ECOEFICIÊNCIA; OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88537

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE REGIONAL: O PAPEL TRANSFORMADOR DO PROJETO ITAIPU BINACIONAL NOS MUNICÍPIOS LINDEIROS

JULIANA SALDEIRA DO NASCIMENTO

Introdução: A preservação dos recursos naturais e a conscientização comunitária demandam estratégias integradas de gestão socioambiental. Nesse cenário, o Projeto Regional de Educação Ambiental, promovido pela Itaipu Binacional em parceria com a Secretaria Municipal de Educação e Cultura, destaca-se como uma iniciativa educativa de grande relevância. O programa atua diretamente no fortalecimento da sustentabilidade local nos 55 municípios lindeiros ao Lago de Itaipu, promovendo a cooperação regional e o uso consciente dos recursos. **Objetivo:** Apresentar as ações e contribuições do Projeto de Educação Ambiental da Itaipu Binacional para a conscientização ecológica, o fortalecimento da cidadania e o desenvolvimento sustentável nos municípios atendidos. **Metodologia:** Tratou-se de uma análise descritiva e qualitativa das atividades desenvolvidas pelo projeto regional, observando a aplicação de oficinas educativas, projetos ecológicos e estratégias de conservação integradas às redes públicas municipais de ensino, apoiando-se também em referenciais teóricos sobre educação ambiental e desenvolvimento sustentável, como Henri Acselrad e Arturo Escobar. **Resultados:** Constatou-se que o projeto desempenha papel fundamental na construção da consciência ambiental de professores, estudantes e lideranças locais. Entre as principais realizações, destacam-se o incentivo à conservação de nascentes, a recuperação de áreas degradadas, a gestão adequada de resíduos sólidos e o estímulo à agricultura sustentável. Além disso, a iniciativa fortalece a cidadania ao integrar o município a uma rede cooperativa intermunicipal, compartilhando soluções eficientes e garantindo a proteção contínua dos recursos hídricos do Lago de Itaipu. **Conclusão:** A atuação da Itaipu Binacional vai além do âmbito educativo tradicional, consolidando-se como um instrumento de transformação social e equilíbrio ecológico. O projeto gera melhorias reais na qualidade de vida da população e reafirma o compromisso com o desenvolvimento sustentável para as futuras gerações.

Palavras-chave: **CIDADANIA; EDUCAÇÃO AMBIENTAL; SUSTENTABILIDADE**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88571

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

DEGRADAÇÃO QUIMICA E RECUPERAÇÃO EFICIENTE DE OURO EM BANHO NÃO-CIANÍDRICO DE TIOSSULFATO-SULFITO

SABRINA MILENA DE LIMA DE ANDRADE; ANDSON SANTOS DE MELO; OSCAR OLIMPIO DE ARAUJO FILHO; EDVAL GONCALVES DE ARAUJO

Introdução: A galvanoplastia de joias utiliza tradicionalmente banhos cianídricos, altamente tóxicos e danosos ao meio ambiente e a saúde ocupacional. Como alternativa sustentável, surgem os banhos híbridos não-cianidricos de tiossulfato e sulfito, alinhados aos principais da Química Verde. Contudo, esses sistemas apresentam instabilidade termodinâmica sob eletrólise prolongada, gerando a degradação e o “apodrecimento“ do banho por oxidação do tiossulfato. Recuperar o ouro retido nesses efluentes exauridos é fundamental para viabilizar a economia circular no setor joalheiro e evitar o descarte de resíduos valiosos e danosos ao meio-ambiente. **Objetivo:** Avaliar a eficiência do processo de separação quimica por acidificação controlada seguida de refinamento na recuperação e consolidação do ouro contido em um banho nã-cianídrico efluente e degradado. **Relato de Experiência:** Um banho híbrido de tiossulfato/sulfito foi formulado com 2,0 g (0,0102 mol) de ouro 24K dissolvido. Após os ensaios de eletrodeposição em peças de joalharia (prata 950), o banho sofreu degradação química com oxidação anódica com anodo de Ti/Pt, tornando-se turvo, escuro e inoperante devido a precipitação coloidal de enxofre e sulfetos. Para a recuperação do metal precioso no líquido degradado, efetuou-se a acidificação controlada da solução até pH=1,0 com água regia promovendo a desestabilização completa dos complexos de ouro $[Au(S_2O_3)_2]^{3-}$ e a precipitação quantitativa de um pó fino utilizando metabissulfito de sódio. O precipitado foi filtrado, lavado e seco. Sequencialmente, realizou-se uma segunda etapa de fusão e retravamento pirometalurgico do resíduo impregnado nas vidrarias, obtendo-se uma fração adicional de 0,3 g. Os materiais consolidados foram submetidos a fusão por maçarico oxiacetilenico, gerando botões metálicos de alta pureza que totalizaram 1,8083 g de ouro aferidos em balança analítica. **Conclusão:** O método de acidificação e fusão pirometalurgica demonstrou alta eficiência ambiental e econômica, atingindo um rendimento de 90,42% do ouro inicial. O processo viabiliza o fechamento do ciclo de vida do metal na indústria joalheira sustentável, mitigando o descarte de efluentes e eliminando o uso de reagentes cianídricos nocivos.

Palavras-chave: **QUIMICA VERDE; BANHOS NAO-CIANÍDRICOS; RECUPERAÇÃO DE OURO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88679

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ESTRATÉGIAS PARA MITIGAÇÃO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS EM CONSTRUÇÕES RURAIS

CAROLINA DOS SANTOS RANGEL

Introdução: A construção civil ocupa papel central na produção e transformação do espaço, mas está associada ao elevado consumo de recursos naturais, à geração de resíduos e às emissões de gases de efeito estufa. O agravamento das mudanças climáticas e a intensificação de eventos extremos tornam necessário repensar modelos construtivos capazes de reduzir impactos ambientais e ampliar a resiliência das edificações, tanto em contextos urbanos quanto rurais. **Objetivo:** Analisar estratégias aplicáveis à engenharia civil para promover construções mais sustentáveis e adaptadas às mudanças climáticas, com ênfase em soluções de conforto ambiental, eficiência energética e adequação às condições climáticas locais, particularmente no contexto de construções rurais. **Metodologia:** A pesquisa foi desenvolvida por meio de revisão bibliográfica sobre mudanças climáticas, construção civil sustentável, arquitetura bioclimática, conforto ambiental, eficiência energética e materiais de menor impacto ambiental. Foram analisadas estratégias relacionadas à ventilação natural, orientação solar, climatização passiva, arborização, manejo da água, escolha de materiais construtivos e adequação das edificações às características do território. **Resultados:** A literatura consultada indica que a adoção de soluções bioclimáticas e de técnicas construtivas adequadas às condições locais pode contribuir para a redução do consumo energético, a melhoria do conforto térmico e a diminuição dos impactos ambientais das edificações. No contexto das construções rurais, destacam-se estratégias como ventilação cruzada, sombreamento, aproveitamento da iluminação natural, uso de materiais de menor impacto ambiental e implantação das edificações conforme as condições de insolação, ventos predominantes e regime de chuvas. **Conclusão:** A incorporação de critérios ambientais e climáticos aos processos de projeto e construção constitui uma necessidade técnica, social e ambiental. A engenharia civil possui papel estratégico no desenvolvimento de habitações mais resilientes, capazes de responder aos desafios das mudanças climáticas e de promover melhores condições de habitabilidade em diferentes contextos territoriais.

Palavras-chave: **ARQUITETURA BIOCLIMÁTICA; MUDANÇAS CLIMÁTICAS; CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL;**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88782

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

COMO A DIVULGAÇÃO CIENTIFICA PODE AJUDAR A MITIGAR DANOS DAS CONSTRUÇÃO CIVIL E DIFUNDIR PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS?

CAROLINA DOS SANTOS RANGEL

Introdução: A construção civil constitui um setor fundamental para a produção do espaço, mas também contribui significativamente para o consumo de recursos naturais, a geração de resíduos e as emissões de gases de efeito estufa. Diante do agravamento das mudanças climáticas e da intensificação de eventos extremos, torna-se necessário ampliar a circulação de conhecimentos científicos capazes de orientar práticas construtivas mais sustentáveis e adaptadas às novas condições ambientais. **Objetivo:** Discutir o papel da divulgação científica como instrumento de aproximação entre conhecimento técnico, sociedade e práticas da construção civil, contribuindo para a disseminação de estratégias de mitigação e adaptação às mudanças climáticas. **Metodologia:** A partir de revisão bibliográfica, buscou-se analisar como conhecimentos relacionados à eficiência energética, ao conforto térmico, à ventilação natural, à orientação solar, à escolha de materiais e à redução de resíduos podem ser traduzidos e difundidos para diferentes públicos. **Resultados:** A literatura consultada indica que a comunicação sobre riscos climáticos participa da avaliação de riscos e da orientação de ações sociais, tornando-se fundamental diante da emergência climática. Destaca-se também a relevância da divulgação científica na aproximação entre o conhecimento científico e a população, bem como a importância de estratégias construtivas voltadas à adaptação das habitações às mudanças climáticas e de soluções relacionadas à eficiência energética e ao conforto ambiental. Observa-se, ainda, que os impactos ambientais associados à apropriação intensiva de recursos naturais pela produção do espaço reforçam a necessidade de disseminar conhecimentos técnicos voltados à sustentabilidade na construção civil. **Conclusão:** Conclui-se que a divulgação científica pode contribuir para democratizar conhecimentos sobre construção sustentável, fortalecer a tomada de decisões e difundir práticas capazes de reduzir os impactos ambientais da construção civil, aproximando ciência, engenharia e sociedade no enfrentamento da crise climática.

Palavras-chave: **DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA; MUDANÇAS CLIMÁTICAS; CONSTRUÇÃO CIVIL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88783

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

EMPREENDEDORISMO SUSTENTÁVEL E ALINHAMENTO AOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (ODS): UMA REVISÃO DOCUMENTAL DE MODELOS DE NEGÓCIOS INOVADORES

ELANE BOTELHO MONTEIRO; WELESON VICTOR BERNARDES CORDEIRO; RENATO VIANNA CORTEZ DE SOUZA; SAULO NAUAR PANTOJA

Introdução: O empreendedorismo sustentável configura-se como um mecanismo fundamental para a transição rumo a economias de baixo carbono e de maior equidade social, unindo viabilidade financeira e impacto socioambiental positivo. No contexto contemporâneo, a atuação dessas organizações é balizada pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas, que fornecem o arcabouço normativo e estratégico para orientar práticas empresariais responsáveis. Não obstante, estruturar negócios capazes de integrar a geração de valor econômico à mitigação de passivos socioambientais exige a compreensão teórica e o redesenho de processos produtivos alinhados a metas globais claras. **Objetivo:** Analisar, por intermédio de revisão bibliográfica e análise documental, como o empreendedorismo sustentável articula modelos de negócio inovadores ao cumprimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). **Metodologia:** O estudo adotou uma abordagem qualitativa de natureza descritiva, fundamentada em revisão sistemática da literatura e análise documental de relatórios institucionais, diretrizes globais para a Agenda 2030 e publicações acadêmicas recentes (2024–2026). A investigação examinou a tradução de metas macroambientais em estratégias microeconômicas e operacionais de novos negócios. **Resultados:** Os dados teóricos e documentais revelam que iniciativas de empreendedorismo sustentável que incorporam explicitamente os ODS, com destaque para o ODS 8 (Trabalho Decente) e o ODS 12 (Consumo e Produção Responsáveis), alcançam maior resiliência de mercado, facilitam o acesso a investimentos socialmente responsáveis e fortalecem a governança corporativa. **Conclusão:** Conclui-se que o empreendedorismo sustentável, quando fundamentado nos ODS, deixa de ser um diferencial competitivo secundário e passa a configurar um eixo estruturante indispensável para a viabilidade financeira de longo prazo e a transformação socioeconômica regional.

Palavras-chave: **EMPREENDEDORISMO; OBJETIVOS; DESENVOLVIMENTO;**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88809

COSTURANDO FUTUROS: PROTAGONISMO JUVENIL, ECONOMIA CIRCULAR E JUSTIÇA SOCIOAMBIENTAL NA EDUCAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE

ELOIZA ANTONIA ARAUJO LINHARES; MÁRCIA WENZEL GONÇALVES; SANDRA PAULUSSI DA SILVA

RESUMO

Este artigo apresenta um relato de experiência pedagógica interdisciplinar desenvolvido com estudantes da EMEF Padre Gregório Westrup, tendo como eixo problematizador o descarte de resíduos têxteis e seus impactos socioambientais. A proposta articulou Educação em Direitos Humanos, Educação Ambiental, Ciências, Educomunicação e Letramento Digital, promovendo a integração entre conhecimentos científicos, participação social, produção autoral e formação cidadã. O projeto foi fundamentado nas diretrizes do Plano Municipal de Educação, do Plano Municipal de Educação em Direitos Humanos, do Currículo da Cidade e do Projeto Político-Pedagógico da unidade escolar, estabelecendo relações entre consumo consciente, economia circular, racismo ambiental e valorização das culturas africanas e afro-brasileiras. O percurso metodológico envolveu pesquisa de campo, cartografia afetiva, mapeamento dos resíduos presentes no entorno da escola, oficinas de moda sustentável, produção de documentário, desenvolvimento de jogo educativo na plataforma Scratch e culminância aberta à comunidade escolar. Essas ações possibilitaram aos estudantes investigar problemas presentes em seu território, analisar suas causas e consequências e elaborar estratégias de intervenção e sensibilização. Os resultados evidenciaram ampliação da consciência crítica em relação ao consumo, ao descarte de resíduos e às questões socioambientais, além do fortalecimento do protagonismo juvenil e da capacidade de produção e comunicação dos estudantes. Também foram observadas mudanças concretas em práticas cotidianas dos estudantes, incluindo a redução do descarte inadequado de resíduos e do desperdício de alimentos durante as refeições. A experiência demonstrou que a abordagem interdisciplinar, associada a metodologias participativas e ao uso de tecnologias digitais, pode favorecer aprendizagens contextualizadas e socialmente significativas. Conclui-se que a articulação entre educação ambiental, direitos humanos, cultura, ciência e tecnologias digitais amplia as possibilidades de formação cidadã e contribui para que os estudantes se reconheçam como sujeitos capazes de compreender, questionar e transformar problemas socioambientais presentes em seu território.

Palavras-chave: cidadania; diversidade; comunicação.

1 INTRODUÇÃO

A educação formal, quando comprometida com os direitos humanos e a transformação social, ultrapassa a transmissão de conteúdos e se constitui como espaço de investigação, participação e construção coletiva de conhecimentos. Nessa perspectiva, a experiência pedagógica partiu de um problema socioambiental presente no território: o descarte inadequado

DOI: 10.51189/vii-coninters/88887

de resíduos, com destaque para os resíduos têxteis e seus impactos ambientais, sociais e culturais (Sahimaa *et al.,* 2024).

A educação para a sustentabilidade demanda práticas pedagógicas que ultrapassem a mera transmissão de conhecimentos e favoreçam a participação ativa dos estudantes na compreensão e transformação dos problemas socioambientais de seus territórios (São Paulo, 2019) . Nessa perspectiva, práticas educativas relacionadas à moda podem contribuir para o desenvolvimento de conhecimentos e competências voltados à sustentabilidade e à economia circular, aproximando os processos de aprendizagem dos desafios contemporâneos da produção e do consumo têxtil (*Circular Economy Practices In Fashion Design Education*, 2025). A economia circular propõe alternativas ao modelo linear de produção e descarte, valorizando estratégias como redução, reutilização, reparo, customização e reciclagem, capazes de prolongar a vida útil dos materiais e reduzir a geração de resíduos (Saha; Dey; Kumar, 2024; Abagnato; Rigamonti; Grosso, 2024). Essa perspectiva é especialmente relevante para o setor têxtil, diante dos impactos ambientais associados aos atuais padrões de produção e consumo e da necessidade de mudanças sistêmicas em direção a modelos mais sustentáveis e circulares (Sahimaa et al., 2024; Huang *et al*., 2024).

A escolha do tema buscou aproximar os conteúdos do Currículo da Cidade de situações vivenciadas pelos estudantes, possibilitando discutir consumo consciente, geração e gestão de resíduos, desperdício de recursos naturais e alternativas de reutilização e reaproveitamento(Abagnato; Rigamonti; Grosso, 2024; São Paulo 2019). Essa abordagem permitiu que os estudantes compreendessem que os impactos ambientais não são distribuídos igualmente entre diferentes grupos sociais e territórios, evidenciando relações entre degradação ambiental, desigualdades socioambientais e racismo ambiental (São Paulo, 2023).

Diante desse contexto, o projeto foi articulado à Educação em Direitos Humanos, às Ciências, à Educomunicação, Letramento Digital e Educação Antirracista, favorecendo uma abordagem interdisciplinar da problemática (São Paulo, 2016). A proposta também valorizou as matrizes africanas e afro-brasileiras como parte da formação humana, contribuindo para o reconhecimento da identidade, da memória e da diversidade cultural(São Paulo, 2022).

Assim, a experiência teve como objetivo desenvolver uma proposta pedagógica interdisciplinar que possibilitasse aos estudantes compreender os impactos socioambientais relacionados aos resíduos têxteis, refletir sobre consumo e produção responsáveis e reconhecer as relações entre ambiente, território, direitos humanos e justiça socioambiental. Buscou-se, ainda, fortalecer o protagonismo estudantil, a consciência crítica, a responsabilidade coletiva e a participação cidadã, em diálogo com os princípios dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

2 RELATO DE CASO/EXPERIÊNCIA

Fundamentado nas diretrizes do Plano Municipal de Educação, do Plano Municipal de Educação em Direitos Humanos, do Currículo da Cidade e do Projeto Político-Pedagógico da unidade escolar, ambos da Secretaria Municipal de Educação da Cidade de São Paulo, o trabalho promoveu investigação, produção autoral, participação social e formação cidadã, articuladas aos princípios da equidade, da justiça social, da sustentabilidade e da valorização da diversidade(São Paulo, 2019) .

A metodologia foi organizada em etapas investigativas, participativas e interdisciplinares. Inicialmente, os estudantes identificaram o problema a partir da observação do cotidiano escolar e do entorno da comunidade. Em seguida, levantaram hipóteses sobre as causas e consequências do descarte inadequado de resíduos, valorizando conhecimentos prévios e construindo perguntas norteadoras para a pesquisa.

Na sequência, foi realizada uma cartografia afetiva com estudantes do 5º ano A, com o objetivo de compreender percepções, memórias e relações com o território. Depois, os

estudantes aplicaram um protocolo de ciência cidadã para mapear resíduos no entorno da escola, registrando tipos de materiais, locais de maior concentração e possíveis fontes geradoras.

Com base nesses dados, foram desenvolvidas ações educativas, como rodas de conversa, palestras com especialistas, intervenções com outras turmas e a criação de um jogo pedagógico na plataforma Scratch sobre coleta seletiva e reciclagem. Paralelamente, realizaram-se oficinas de moda sustentável, nas quais resíduos têxteis foram reaproveitados em peças customizadas, estimulando criatividade, consumo consciente e economia circular.

Como estratégia de comunicação e socialização dos aprendizados, os estudantes produziram um documentário autoral, reunindo entrevistas, registros das atividades e reflexões construídas ao longo do percurso. A culminância ocorreu em um evento aberto à comunidade escolar, com exibição do documentário, desfile de moda sustentável e momentos de diálogo com famílias, professores e estudantes.

3 DISCUSSÃO

Os resultados do projeto foram observados em diferentes dimensões. Na aprendizagem, os estudantes ampliaram a compreensão sobre os impactos ambientais e sociais do descarte de resíduos têxteis, desenvolveram capacidade de argumentar com base em evidências e fortaleceram habilidades de investigação, comunicação, criatividade e trabalho colaborativo.

O protagonismo estudantil foi um dos principais avanços. Os alunos atuaram como pesquisadores, produtores de conteúdo, mediadores de intervenções educativas e multiplicadores de conhecimento, assumindo papel ativo no processo formativo (Mahanty; Domenech, 2024).

A produção do documentário e do jogo autoral ampliou o alcance das ações, permitindo que o conhecimento circulasse para além da turma envolvida diretamente no projeto.

Figura 1 – Intervenções educativas

Desenvolvimento de diferentes ações educativas, incluindo aulas expositivas dialogadas, palestras com educadores ambientais, elaboração e aplicação de jogos educativos, oficina de cartografia e saída de campo, realizadas com a mediação e orientação dos estudantes do 9º ano junto aos alunos do 5º ano e a produção de documentário sobre os impactos sociais e ambientais do descarte inadequado de resíduos, com protagonismo das alunas da Imprensa Jovem e do Grêmio Estudantil

Fonte: Arquivo Pessoal, 2025

Outro impacto relevante foi o fortalecimento da valorização da cultura africana e afro-brasileira, especialmente por meio do desfile temático (Figura 2) e das discussões sobre racismo ambiental. Dessa forma, o projeto contribuiu para o enfrentamento de preconceitos e para a construção de uma cultura escolar mais inclusiva, ética e sensível à diversidade.

DOI: 10.51189/vii-coninters/88887

Figura 2 – Costura sustentável, customização e economia circular:

Saída de campo para aplicação do protocolo, oficina de reaproveitamento customização de resíduos têxteis, transformando roupas usadas e retalhos em novas peças. As produções foram apresentadas em um desfile, destacando a criatividade, o consumo consciente e os princípios da economia circular.

Fonte: Arquivo Pessoal, 2025

Além disso, foram observadas mudanças concretas no cotidiano escolar. Após as ações de conscientização, observou-se redução de resíduos sólidos e alimentos descartados durante os intervalos .

4 CONCLUSÃO

Com isso conclui-se que os projetos interdisciplinares, quando ancorados em problemas reais do território, têm alto potencial formativo. Ao articular educação ambiental, direitos humanos e relações étnico-raciais, o trabalho permitiu aos estudantes compreenderem a complexidade dos desafios contemporâneos e perceberem que soluções sustentáveis exigem compromisso coletivo.

A abordagem baseada em fenômenos e evidências , usando a abordagem STEM favoreceu uma aprendizagem mais significativa, pois os estudantes investigaram, testaram hipóteses, analisaram dados e construíram modelos de intervenções concretas. Esse processo fortaleceu a autonomia intelectual e a responsabilidade social, contribuindo para uma formação integral e inclusiva.

REFERÊNCIAS

ABAGNATO, SAMUELE; RIGAMONTI, LUCIA; GROSSO, MARIO. Life cycle assessment applications to reuse, recycling and circular practices for textiles: a review. ***Waste Management*,** v. 182, p. 74–90, 2024. DOI: 10.1016/j.wasman.2024.04.016. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2024.04.016. Acesso em: 24 ago. 2026.

HUANG, XINXIN; TAN, YUHAN; HUANG, JIWEI; ZHU, GUANGZHOU; YIN, RONG; TAO, XIAOMING; TIAN, XIAO. Industrialization of open- and closed-loop waste textile recycling towards sustainability: a review. ***Journal of Cleaner Productio****n*, v. 436, 140676, 2024. DOI: 10.1016/j.jclepro.2024.140676. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.140676. Acesso em: 24 ago. 2026.

MOREIRA, SOFIA; FELGUEIRAS, HELENA P.; MARQUES, ANTÓNIO DINIS. Circular economy practices in fashion design education: the first phase of a case study. ***Sustainability***, v. 17, n. 3, 951, 2025. DOI: 10.3390/su17030951. Disponível em: https://doi.org/10.3390/su17030951. Acesso em: 24 ago. 2026.

SAHA, KRISHNENDU; DEY, PRASANTA KUMAR; KUMAR, VIKAS. A comprehensive review of circular economy research in the textile and clothing industry. ***Journal of Cleaner Production***, v. 444, 141252, 2024. DOI: 10.1016/j.jclepro.2024.141252. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.141252. Acesso em: 24 ago. 2026.

SAHIMAA, OLLI; MILLER, ELIZABETH M.; HALME, MINNA; NIINIMÄKI, KIRSI; TANNER, HANNU; MÄKELÄ, MIKKO; RISSANEN, MARJA; HÄRRI, ANNA; HUMMEL, MICHAEL. From simplistic to systemic sustainability in the textile and fashion industry. ***Circular Economy and Sustainability***, v. 4, n. 2, p. 1115–1131, 2024. DOI: 10.1007/s43615-023-00322-w. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s43615-023-0322-w. Acesso em: 24 ago. 2026.

SÃO PAULO (Município). Secretaria Municipal de Educação. *Currículo da Cidade: Ensino Fundamental: Ciências Naturais*. São Paulo: SME/COPED, 2019. Disponível em:

https://acervodigital.sme.prefeitura.sp.gov.br/acervo/curriculo-da-cidade-ensino-fundamental-ciencias-naturais/>. Acesso em: 24 ago. 2026.

SÃO PAULO (Município). Secretaria Municipal de Educação**.** *Currículo da Cidade: Educação Ambiental: orientações pedagógicas*. São Paulo: SME/COPED, 2023. Disponível em: <https://acervodigital.sme.prefeitura.sp.gov.br/acervo/curriculo-da-cidade-educacao-ambiental-orientacoes-pedagogicas/>. Acesso em: 24 ago. 2026.

SÃO PAULO (Município). Secretaria Municipal de Educação**.** *Currículo da Cidade: Educação Antirracista: orientações pedagógicas: povos afro-brasileiros*. São Paulo: SME/COPED, 2022. Disponível em: <https://acervodigital.sme.prefeitura.sp.gov.br/acervo/curriculo-da-cidade-educacao-antirracista-orientacoes-pedagogicas-povos-afro-brasileiros/>. Acesso em: 24 ago. 2026.

SÃO PAULO (Município). Secretaria Municipal de Educação; SÃO PAULO (Município). Secretaria Municipal de Direitos Humanos e Cidadania; INSTITUTO VLADIMIR HERZOG**.** *Respeitar é preciso!: orientações gerais: educação em direitos humanos*. São Paulo: SME; SMDHC; Instituto Vladimir Herzog, 2015. Disponível em:< https://acervodigital.sme.prefeitura.sp.gov.br/acervo/respeitar-e-preciso-orientacoes-gerais-educacao-em-direitos-humanos>/. Acesso em: 24 ago. 2026.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

SAZONALIDADE CLIMÁTICA E DEMANDA EVAPORATIVA EM DOM ELISEU-PA COMO SUBSÍDIO À AGRICULTURA SUSTENTÁVEL NA AMAZÔNIA

EDUARDO MACHADO DA SILVA; ANDRÉ VICTORINO DE BARROS

Introdução: Regiões de fronteira agrícola na Amazônia, como Dom Eliseu-PA, dependem do conhecimento detalhado do regime hídrico e da demanda evaporativa para o planejamento de práticas agrícolas sustentáveis e para a mitigação de riscos associados à estação seca. O monitoramento por estações automáticas permite captar, com maior resolução temporal, transições sazonais relevantes para a tomada de decisão no manejo agrícola. **Objetivo:** Caracterizar a transição sazonal entre os períodos chuvoso e seco em Dom Eliseu-PA a partir de dados de estação automática do INMET, como subsídio ao planejamento de práticas agrícolas adaptadas à sazonalidade climática da região. **Metodologia:** Foram utilizados dados diários de estação automática do INMET no município, coletados entre 01/01/2021 e 25/09/2021 (268 dias). Calcularam-se o saldo de radiação, o déficit de pressão de vapor e a evapotranspiração potencial diária pelo método de Penman, agregados em totais e médias mensais. **Resultados:** O período evidenciou transição sazonal marcada. De janeiro a abril, a chuva mensal variou de 189,2 a 522,2 mm, com umidade relativa entre 84,5 e 93,2%. A partir de maio, a precipitação caiu progressivamente, chegando a 16,6-35,0 mm mensais entre julho e setembro, com até 24 dias sem chuva em julho e agosto. Nesse período, o déficit de pressão de vapor médio mais que quadruplicou (0,20 a 0,93 kPa) e a evapotranspiração potencial mensal mais que triplicou (65,8 a 241,6 mm), enquanto o saldo de radiação variou pouco (13,9 a 15,1 $MJ/m^2 \cdot dia$), indicando que o aumento da demanda evaporativa decorreu principalmente do déficit de vapor, não da radiação disponível. **Conclusão:** A caracterização da transição chuvoso-seco fornece subsídio direto ao planejamento de práticas agrícolas regenerativas na região, como o ajuste de calendários de plantio e a adoção de estratégias de conservação de água no solo durante o pico da demanda evaporativa. A interrupção do funcionamento da estação em setembro de 2021 reforça a importância da continuidade do monitoramento automático para apoiar a agricultura sustentável em áreas de fronteira agrícola amazônica.

Palavras-chave: **AGROMETEOROLOGIA; DÉFICIT DE PRESSÃO DE VAPOR; ESTAÇÃO AUTOMÁTICA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88989

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

BALANÇO HÍDRICO CLIMATOLÓGICO DE UBATUBA-SP COMO SUBSÍDIO À GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS HÍDRICOS COSTEIROS

EDUARDO MACHADO DA SILVA; WANESSA ALVES FIGUEIREDO PENEDO SALLES; ANDRÉ VICTORINO DE BARROS

Introdução: Municípios costeiros como Ubatuba-SP enfrentam pressão crescente sobre seus recursos hídricos, decorrente da expansão urbana e do turismo sazonal, tornando a caracterização do regime hídrico local uma ferramenta relevante para o planejamento territorial sustentável. O uso de séries climatológicas históricas permite identificar a disponibilidade natural de água na região e apoiar decisões de gestão de recursos hídricos e uso do solo. **Objetivo:** Caracterizar o balanço hídrico climatológico de Ubatuba-SP a partir de normais do INMET, avaliando a relação entre precipitação e evapotranspiração potencial como subsídio à gestão sustentável dos recursos hídricos costeiros. **Metodologia:** Foram utilizados dados da estação convencional do INMET em Ubatuba-SP, referentes à normal climatológica 1981-2010. A partir das variáveis observadas, calcularam-se os componentes do balanço de energia à superfície, incluindo o saldo de radiação e o déficit de pressão de vapor, além da evapotranspiração potencial mensal pelo método de Thornthwaite, comparada com a precipitação mensal registrada. **Resultados:** A precipitação anual totalizou 2.517,5 mm, superando a evapotranspiração potencial anual (1.009,5 mm) em todos os meses avaliados, inclusive no mais seco (agosto: 74,4 mm de chuva contra 53,8 mm de ETP), indicando superávit hídrico constante ao longo do ano. O saldo de radiação variou pouco entre os meses (10,5 a 12,1 MJ/m^2·dia), e o déficit de pressão de vapor manteve-se baixo (0,32 a 0,57 kPa), coerente com a umidade relativa elevada (82,2 a 85,3%) típica do clima costeiro. **Conclusão:** O superávit hídrico constante indica que a disponibilidade natural de água não é, por si, fator limitante em Ubatuba-SP, mas a pressão da ocupação urbana sobre mananciais e áreas de recarga exige que esse potencial seja incorporado ao planejamento territorial. A caracterização climatológica aqui apresentada oferece uma base objetiva para políticas locais de gestão de recursos hídricos e uso sustentável do solo costeiro.

Palavras-chave: **EVAPOTRANSPIRAÇÃO; PLANEJAMENTO AMBIENTAL; PRECIPITAÇÃO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/88992

GOVERNANÇA E GESTÃO COMPARTILHADA DA ÁGUA EM TERRITÓRIOS RURAIS: ASPECTOS SOBRE CENTRAIS DE ASSOCIAÇÕES NA BAHIA

ELISAMA DE ALMEIDA SANTOS; PAULO ROMERO SERRANO GUIMARÃES DE ANDRADE

RESUMO

A crise hídrica que vem assolando muitas regiões do mundo revela um cenário de desigualdades históricas, aprofundadas por eventos climáticos extremos e pela fragilidade das políticas de proteção social, especialmente no meio rural. Secas e enchentes recorrentes, contaminação de mananciais e redução da disponibilidade de água potável têm afetado de forma mais intensa as populações que dependem diretamente dos recursos naturais para seu desenvolvimento socioeconômico e cultural. Nesse contexto, a água se torna não apenas um recurso ambiental, mas um elemento estruturante da proteção social, especialmente em territórios vulnerabilizados pela ausência do Estado e pela lógica excludente do capitalismo periférico. A distância institucional, a precariedade da governança, a escassez de investimentos e a baixa oferta de serviços públicos essenciais, como saneamento básico, criam vazios que comprometem o direito humano à água e prejudicam a capacidade de adaptação de muitas comunidades.

É nesse cenário que emergem práticas de gestão comunitária da água, construídas como resposta direta às omissões estatais e às desigualdades de acesso. A gestão comunitária, ao articular saberes tradicionais, cooperação local e controle social, se configura como uma tecnologia social capaz de gerar soluções efetivas, sustentáveis e legitimadas pelo território. No entanto, sua eficácia se amplia quando essas práticas se articulam em redes cooperadas, como as Centrais de Associações, que fortalecem a escala política, ampliam a capacidade de diálogo com instituições públicas e consolidam modelos de gestão compartilhada. Neste contexto, o presente artigo tem como objetivo analisar de que forma as Centrais de Associações contribuem para o fortalecimento da governança e potencializam a gestão comunitária da água, como tecnologia social, especialmente em territórios rurais marcados por vulnerabilidade hídrica e desigualdades socioeconômicas. Busca-se demonstrar que esse arranjo organizativo constitui não apenas uma estratégia de participação, mas uma forma concreta de proteção social territorializada frente aos desafios impostos pelo capitalismo e pelos eventos climáticos.

Palavras-chave: Justiça hídrica; Participação Social; Saneamento rural.

1 INTRODUÇÃO

A crise hídrica em muitas regiões revela desigualdades históricas aprofundadas por eventos climáticos extremos e pela fragilidade das políticas de proteção social, especialmente no meio rural. Secas e enchentes recorrentes, contaminação de mananciais e redução da disponibilidade de água potável afetam de forma mais intensa populações que dependem diretamente dos recursos naturais para seu desenvolvimento socioeconômico e cultural. Nesse contexto, a água constitui elemento estruturante da proteção social em territórios vulnerabilizados pela ausência do Estado, pela precariedade da governança e pela baixa oferta de serviços públicos essenciais, como o saneamento básico.

DOI: 10.51189/vii-coninters/89026

Empinotti *et al.* (2021) destacam que a água possui múltiplos significados sociais, econômicos, ecológicos e políticos, o que amplia a complexidade dos processos de governança. Nicollier, Kiperstok e Bernardes (2023) ressaltam a necessidade de integração multinível, descentralização e participação social na gestão dos recursos hídricos. Nesse cenário, a gestão comunitária da água articula saberes locais, cooperação e controle social. Santos e Santana (2020) apontam seu potencial como estratégia de organização local para a construção e operação de sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário, especialmente em aglomerados rurais.

Pereira (2025) estabelece a distinção entre governança da água e gestão dos recursos hídricos. Enquanto a governança compreende o ambiente político, institucional, social e técnico no qual as decisões sobre a água acontece, a gestão dos recursos hídricos "está inserida em uma rede de regulamentos e processos conhecidos como governança da água; esta, por sua vez, reflete uma estrutura de valores sociais e envolve múltiplas interações com as condições naturais, técnicas e econômicas desse sistema". Isso significa que a gestão de recursos hídricos não está dissociada da governança, mas se configura como parte de uma estrutura mais ampla de relações, instituições, interesses e processos decisórios que orientam a utilização e a proteção da água. A governança da água, portanto, é fundamental para implementação a gestão integrada de recursos hídricos na medida em que crises hídricas se tornaram mais frequentes e intensas em todo país (ANA, 2019).

A gestão compartilhada da água emerge como resposta às omissões estatais e às desigualdades de acesso, articulando saberes tradicionais, cooperação local e controle social. Sua eficácia pode ser ampliada quando essas práticas se articulam em redes cooperadas, como as Centrais de Associações, que fortalecem a escala política, ampliam a capacidade de diálogo com instituições públicas e consolidam modelos de gestão compartilhada. A governança da água, por sua vez, pressupõe integração multinível, descentralização e participação social nos processos decisórios (Nicollier, Kiperstok e Bernardes, 2023). Assim, este estudo tem como objetivo analisar de que forma as Centrais de Associações contribuem para o fortalecimento da governança e potencializam a gestão comunitária da água, como tecnologia social, especialmente em territórios rurais marcados por vulnerabilidade hídrica e desigualdades socioeconômicas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido por meio de revisão bibliográfica e análise documental, contemplando produções sobre governança da água, gestão comunitária, saneamento rural, tecnologias sociais e experiências de articulação comunitária. Foram consideradas referências acadêmicas, documentos institucionais e informações sobre a experiência das Centrais de Associações na Bahia. A análise foi orientada pela relação entre governança, participação social, gestão compartilhada e universalização do acesso à água e ao saneamento em territórios rurais. O percurso metodológico permitiu reunir elementos conceituais e informações sobre a implantação e o funcionamento desse modelo, sem pretensão de produzir avaliação empírica direta junto às populações atendidas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A experiência das Centrais de Associações na Bahia, em saneamento básico rural, é patente há mais de duas décadas, consolidando-se como referência de gestão compartilhada dos sistemas de abastecimento de água em comunidades rurais (Central, 2020). Em comparação com outros modelos de gestão do saneamento básico, nota-se que a gestão estatal apresenta vantagens como a padronização dos procedimentos e maior capacidade técnica, porém tende a ser mais burocrático e menos adaptável às especificidades locais. O modelo baseado no mercado da água, por sua vez, privilegia a eficiência econômica e incentiva o uso racional das

águas, mas pode ampliar desigualdades no acesso e desconsiderar impactos sociais. Já o associativismo no saneamento básico rural, demanda elevado grau de organização social e participação contínua dos usuários, contemplando vantagens como: a legitimidade das decisões (aproveitamento do conhecimento local e maior capacidade de adaptação às características territoriais); o fortalecimento do controle social e do sentimento de pertencimento da comunidade em relação aos sistemas de água e esgoto; prática de tarifas acessíveis (reduz intermediários e altos custos administrativos, típicos de grandes empresas estatais ou privadas). Alguns aspectos positivos e certas desvantagens (por ex.: a dificuldade de assegurar a qualidade contínua da água tratada) estão apontados no Quadro 1. Como um desafio, destaca-se o destino dos efluentes gerados no meio rural, pois a má condução desse material, denominado "águas negras", pode implicar na poluição de rios, impactando na qualidade das nossas águas.

Quadro 1- Aspectos comparativos entre Modelos de Gestão da Água / Saneamento Básico

ASPECTOS COMPARADOS	GESTÃO ESTATAL (centralizada)	MERCADO DA ÁGUA (gestão via mercado)	GESTÃO COMUNITÁRIA (Central de Associações / SISAR)
Quem decide	Órgãos e instituições do poder público	Usuários e agentes econômicos por meio de negociação	Comunidades, associações locais, poder público e entidades de apoio (gestão compartilhada)
Base de decisão	Leis, normas e planos governamentais	Preços, oferta e demanda e direitos de uso negociáveis	Participação social, regras acordadas localmente e apoio técnico
Principais vantagens	• Padronização e controle • Capacidade técnica e financeira • Coordenação em larga escala • Segurança jurídica	• Eficiência econômica • Incentivo ao uso racional • Flexibilidade e inovação • Sinalização de escassez	• Participação social e legitimidade • Valorização do conhecimento local • Economia de escala (custos menores) • Controle social e transparência • Maior sustentabilidade dos sistemas • Fortalecimento do capital social
Principais limitações	• Burocracia e lentidão • Menor adaptação às realidades locais • Distanciamento dos usuários • Dependência de recursos públicos	• Desigualdade no acesso • Risco de exclusão de populações vulneráveis • Foco no lucro pode reduzir objetivos sociais • Necessidade de regulação forte	• Exige organização e participação contínua da comunidade • Necessidade de capacitação técnica permanente • Dependência de apoio institucional e financeiro
Foco principal	Universalização e controle institucional	Eficiência econômica e alocação ótima de recurso	Sustentabilidade, participação e bem-estar coletivo
Adequação territorial	Mais adequado a áreas urbanas e sistemas de grande porte	Aplicável em diferentes escalas, com regulações adequadas	Mais adequado a áreas rurais e comunidades de pequeno porte e bacias locais

SÍNTESE As Centrais de Associações representam um modelo de governança compartilhada que combina participação social, cooperação institucional e suporte técnico, promovendo a sustentabilidade dos sistemas de abastecimento de água e o fortalecimento da governança hídrica, especialmente em áreas rurais.

Fonte: Elaborado pela autora, adaptando informações de Roza e Araújo (2020); Santos e Santana (2020); Central Caetité (2020).

A literatura analisada evidencia que a gestão comunitária pode fortalecer a transparência, a responsabilidade, a sustentabilidade dos serviços e a participação dos usuários nas decisões. O modelo multicomunitário reúne associações rurais em uma estrutura compartilhada para operação e manutenção dos sistemas, articulando dimensões técnica, social e administrativo-financeira. Na Bahia, esse arranjo foi implantado em 1995, na região da Chapada Diamantina, como estratégia para superar dificuldades enfrentadas comunidades. Posteriormente, a experiência se expandiu para Jacobina e Caetité.

A experiência das Centrais de Associações na Bahia demonstra potencial de articulação entre comunidades e poder público. A Central de Caetité, criada em 2020, atende localidades rurais de 18 municípios, abrangendo 55 sistemas de abastecimento de água e cerca de 7.651 ligações domiciliares ativas, conforme as informações apresentadas no estudo. Esses dados indicam capacidade de escala e organização para a prestação compartilhada dos serviços. Ao mesmo tempo, a análise identifica desafios que precisam ser aprofundados, como a qualidade contínua da água tratada, o destino dos efluentes, a regulação, a adoção de tecnologias, a definição das atribuições dos atores e a capacitação das comunidades para o exercício do controle social.

A gestão comunitária apresenta, portanto, potencial para atuar como ponte entre governança e segurança hídrica rural, especialmente em contextos nos quais a prestação

convencional dos serviços não alcança adequadamente as comunidades. Entretanto, o fortalecimento desse modelo depende da articulação entre conhecimento técnico, participação social e autoridade pública, além de apoio institucional contínuo. A análise também aponta a necessidade de avaliar indicadores e impactos do modelo e de incorporar, em estudos futuros, a perspectiva das populações envolvidas.

4 CONCLUSÃO

As Centrais de Associações configuram uma alternativa promissora para a gestão comunitária da água em territórios rurais, sobretudo por sua capacidade de articular organização social, participação e suporte técnico à manutenção dos sistemas. A experiência baiana demonstra potencial de complementariedade na prestação dos serviços e de fortalecimento da governança compartilhada, contribuindo para a ampliação do acesso à água e para a redução de vulnerabilidades socioambientais.

Apesar dos avanços identificados, permanecem desafios relacionados à regulação, à qualidade da água, à sustentabilidade dos sistemas, à capacitação comunitária e à definição das responsabilidades dos diferentes atores. Dessa forma, recomenda-se o aprofundamento de pesquisas que analisem indicadores, impactos, avanços e fragilidades das Centrais de Associações, especialmente a partir da voz das comunidades atendidas. O fortalecimento dessas estratégias pode contribuir para o alcance do ODS 6 e para a universalização sustentável dos serviços de água e saneamento no meio rural.

5 AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), através do Convênio CAPES/UNESP No. 951420/2023. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua pelo apoio técnico científico aportado até o momento.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. Plano Nacional de Segurança Hídrica – PNSH. Brasília: ANA/MDR, 2019.

ARMANDO, Milagre Jacinto; KÜHN, Daniela Dias. A relação entre a governança das águas e o desenvolvimento rural: um resgate teórico. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 9, n. 21, p. 529-544, 2022.

CENTRAL CAETITÉ. História. Disponível em: https://centralcaetite.org/historia/. Acesso em: 02 dez. 2025.

EMPINOTTI, Vanessa Lucena et al. Desafios de governança da água: conceito de territórios hidrossociais e arranjos institucionais. Estudos Avançados, v. 35, p. 177-192, 2021.

FRACALANZA, Ana Paula; JACOB, Amanda Martins; EÇA, Rodrigo Furtado. Governança das águas e o abastecimento humano: a importância da justiça ambiental para a implementação da política de recursos hídricos do Estado de São Paulo (Brasil). 2011.

NICOLLIER, Valérie; KIPERSTOK, Asher; BERNARDES, Marcos Eduardo Cordeiro. A governança das águas no Brasil: qual o papel dos municípios? Estudos Avançados, v. 37, n. 109, p. 279-302, 2023.

OECD. Governança dos Recursos Hídricos no Brasil. Paris: OECD Publishing, 2015.

ROZA, Marcelo Ximenes Teles da; ARAÚJO, Jamile Amorim. Modelos associativistas de gestão do saneamento rural. 2020.

SANTOS, Gemar Rosa dos; SANTANA, Andriele Santos de. Gestão comunitária da água: soluções e dificuldades do saneamento rural no Brasil. 2020.

SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL; MINISTÉRIO DAS CIDADES (BRASIL). Modelos de gestão alternativa para o saneamento rural: Caderno Temático 4 – Plano Nacional de Saneamento Básico (PLANSAB). Brasília: Ministério das Cidades, 2024.

SETTI, A. L.; WERNECK, J. E. F.; CHAVES, A. G. M.; PEREIRA, I. C. Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos. 2. ed. Brasília: Agência Nacional de Energia Elétrica, 2000.

SISAR – ÁGUAS DO BRASIL. O notável modelo de acesso à água de qualidade: saneamento rural brasileiro. Revista Águas do Brasil, 12 set. 2017.

DOI: 10.51189/vii-coninters/89026

INSEGURANÇA ALIMENTAR E SAÚDE MENTAL: REPERCUSSÕES SOBRE A ANSIEDADE E A DEPRESSÃO

ELUZA DA MOTA RAMOS; ANA CAROLINA DELGADO LIMA; LIZZIANE PINHO BEZERRA; NIVIA CRISTIANE DE MACEDO

RESUMO

A insegurança alimentar compromete a saúde antes que a fome se torne visível, pois envolve incerteza de acesso, redução da variedade e perda da qualidade da dieta. Este estudo analisou evidências recentes sobre sua associação com ansiedade, depressão e sofrimento psíquico, considerando implicações para a saúde pública e a sustentabilidade social. Realizou-se revisão integrativa nas bases PubMed/MEDLINE, SciELO, LILACS e Biblioteca Virtual em Saúde. Foram incluídos estudos com seres humanos publicados entre janeiro de 2020 e agosto de 2026, além de documentos anteriores essenciais à fundamentação conceitual. Levantamentos nacionais e internacionais complementaram a análise. As evidências mostraram associação consistente entre insegurança alimentar e piores desfechos psicológicos. Em estudo com 57.456 adultos norte-americanos, a insegurança alimentar esteve associada a chances 2,67 vezes maiores de ansiedade e 3,04 vezes maiores de depressão. Entre 34.129 adultos de seis países, a insegurança grave esteve associada a 2,43 vezes mais chance de depressão. No Brasil, pesquisa com 484 famílias em extrema vulnerabilidade encontrou insegurança alimentar em 86% dos domicílios. O estresse crônico, o estigma, a imprevisibilidade e a limitação da funcionalidade compõem a via psicossocial. Paralelamente, a baixa diversidade alimentar pode favorecer inadequações de micronutrientes e manifestações como fadiga, irritabilidade e dificuldade de concentração, que podem coexistir com sintomas ansiosos ou depressivos. A predominância de estudos transversais recomenda cautela na interpretação causal, embora a recorrência dos achados em diferentes populações fortaleça a associação observada. Conclui-se que garantir acesso digno e contínuo a alimentos adequados também protege o bem-estar psicológico, exigindo articulação entre renda, segurança alimentar, atenção nutricional, assistência social e cuidado psicossocial.

Palavras-chave: Iniquidade; Nutrição; Vulnerabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A insegurança alimentar não se limita à ausência absoluta de comida. Ela constitui uma experiência progressiva, que pode começar na preocupação de que os alimentos terminem antes de haver dinheiro para comprar mais, avançar para a perda de variedade e qualidade da dieta e alcançar, nos quadros moderados e graves, a redução quantitativa do consumo e a fome. Neste estudo, a privação alimentar é compreendida como uma das manifestações mais severas da insegurança alimentar, e não como sinônimo de toda a experiência de acesso incerto ou inadequado aos alimentos. A Escala Brasileira de Insegurança Alimentar reconhece essa progressão e permite compreender que a violação do direito à alimentação começa antes da privação severa (IBGE, 2025; Segall-Corrêa et al., 2004).

Ao definir segurança alimentar e nutricional como o acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente e sem comprometimento de outras necessidades essenciais, a legislação brasileira situa a alimentação no campo dos direitos humanos. Quando esse direito é ameaçado, não apenas a ingestão de nutrientes se modifica: a

DOI: 10.51189/vii-coninters/89079

previsibilidade do cotidiano, a autonomia das famílias, a convivência e a percepção de dignidade também podem ser abaladas (Brasil, 2006).

O problema permanece expressivo no mundo. O relatório The State of Food Security and Nutrition in the World 2025 estimou que 673 milhões de pessoas vivenciaram fome em 2024 e que 2,3 bilhões, equivalentes a 28,0% da população mundial, enfrentaram insegurança alimentar moderada ou grave. Apesar de uma discreta melhora em relação ao ano anterior, esse contingente permaneceu 335 milhões acima do observado antes da pandemia de COVID-19. No mesmo período, aproximadamente 2,60 bilhões de pessoas não conseguiam custear uma dieta saudável, demonstrando que ter algum alimento disponível não significa ter acesso a uma alimentação adequada (FAO *et al.*, 2025).

No Brasil, a PNAD Contínua: Segurança Alimentar 2024 estimou 78,3 milhões de domicílios particulares. Desses, 18,9 milhões, ou 24,2%, apresentavam algum grau de insegurança alimentar, envolvendo 54,7 milhões de pessoas. A proporção foi inferior aos 27,6% registrados em 2023, mas manteve desigualdades relacionadas à renda, ao território, à raça, ao gênero da pessoa responsável pelo domicílio e à presença de crianças. Durante a crise sanitária, o II VIGISAN havia estimado 125,2 milhões de brasileiros em algum grau de insegurança e 33,1 milhões em insegurança grave, dados que documentam a sensibilidade da fome às crises econômicas e ao enfraquecimento da proteção social (IBGE, 2024, 2025; Rede PENSSAN, 2022).

Paralelamente, a carga global de sofrimento mental é elevada. A Organização Mundial da Saúde estimou que 970 milhões de pessoas viviam com algum transtorno mental em 2019, sendo ansiedade e depressão as condições mais frequentes. Estimativas atualizadas indicam aproximadamente 332 milhões de pessoas com depressão e 359 milhões com transtornos de ansiedade. No Brasil, a Pesquisa Nacional de Saúde de 2019 entrevistou 90.846 adultos e estimou que 10,2% da população com 18 anos ou mais, cerca de 16,3 milhões de pessoas, havia recebido diagnóstico de depressão por profissional de saúde (IBGE, 2020; WHO, 2022, 2025a, 2025b).

A aproximação entre esses fenômenos é socialmente relevante. Não saber se haverá comida suficiente no dia seguinte produz preocupação contínua; diminuir a própria porção para alimentar os filhos pode mobilizar culpa e impotência; e sintomas depressivos ou ansiosos podem, em sentido inverso, limitar o trabalho, a organização financeira e o preparo das refeições. Essa associação tende a se intensificar em contextos de vulnerabilidade social. Além da tensão produzida pela escassez, dietas pouco variadas podem favorecer inadequações de vitaminas e minerais envolvidos no metabolismo energético e no funcionamento do sistema nervoso, acrescentando uma via biológico-nutricional à experiência psicossocial da fome (Wu et al., 2022).

Sob a perspectiva da sustentabilidade social, enfrentar a fome significa também proteger o bem-estar, reduzir desigualdades e fortalecer a capacidade das comunidades de atravessar crises. Assim, este estudo objetivou analisar as evidências publicadas a partir de 2020 sobre a associação entre insegurança alimentar, ansiedade e depressão, identificando mecanismos, grupos vulneráveis e implicações para políticas públicas e para a atuação do nutricionista (Myers, 2020; Jones, 2020; Bateson et al., 2025).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de revisão bibliográfica integrativa, conduzida para responder à questão: quais evidências científicas recentes relacionam insegurança alimentar, ansiedade e depressão? As buscas foram realizadas em agosto de 2026 nas bases PubMed/MEDLINE, SciELO, LILACS e Biblioteca Virtual em Saúde, com consulta complementar à Scopus, Web of Science e Google Scholar. Foram combinados descritores e termos livres em português e inglês referentes a

insegurança alimentar, ansiedade, depressão, saúde mental e nutrição, conforme os princípios da revisão integrativa (Souza; Silva; Carvalho, 2010).

Foram incluídos estudos com seres humanos publicados entre janeiro de 2020 e agosto de 2026, em português, inglês ou espanhol, que avaliaram insegurança alimentar e desfechos de ansiedade, depressão ou sofrimento psíquico. Excluíram-se duplicatas, estudos experimentais com animais, textos sem resultados empíricos e publicações sem relação direta com o tema. Também foram consultados inquéritos nacionais e relatórios da FAO e da OMS. Os estudos foram organizados por autoria, ano, população, método e resultados, com síntese narrativa das associações, mecanismos e limitações.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As evidências convergiram para uma associação consistente e graduada entre insegurança alimentar e sofrimento psíquico. Em revisão sistemática e metanálise de 19 estudos conduzidos em dez países, Jones (2020) identificou maior chance de depressão (OR = 1,40; IC95%: 1,30–1,58) e estresse (OR = 1,34; IC95%: 1,24–1,44) entre pessoas em insegurança alimentar. A heterogeneidade entre instrumentos recomendou cautela, mas a repetição da associação em contextos distintos fortaleceu a compreensão de que a experiência de escassez possui repercussões para além do estado nutricional.

Em estudo com 34.129 adultos de 50 anos ou mais, representativos de China, Gana, Índia, México, Rússia e África do Sul e participantes do estudo SAGE da OMS, 6,7% apresentaram insegurança moderada, 5,1% insegurança grave e 6,0% depressão. Após ajustes por idade, sexo, riqueza, escolaridade e comportamentos de saúde, a insegurança grave esteve associada a 2,43 vezes mais chance de depressão (IC95%: 1,65–3,57). A utilização de uma amostra multinacional representativa e a presença de gradiente conforme a intensidade da privação ampliaram a consistência epidemiológica, embora o delineamento transversal não permitisse determinar causalidade (Smith *et al.*, 2021).

O maior estudo individual identificado utilizou a National Health Interview Survey de 2020–2021, com 57.456 adultos norte-americanos. Após controle para características sociodemográficas, a insegurança alimentar esteve associada a chance 2,67 vezes maior de ansiedade (IC99%: 2,33–3,06) e 3,04 vezes maior de depressão (IC99%: 2,60–3,55). As associações permaneceram nos diferentes subgrupos e foram particularmente relevantes entre pessoas com filhos, mulheres e adultos negros para alguns desfechos. A representatividade nacional e o tamanho amostral reduzem a probabilidade de que os achados sejam casuais, embora a natureza transversal impeça afirmar que a insegurança tenha causado os sintomas (Cai *et al.*, 2024).

Uma coorte norte-americana baseada no Medical Expenditure Panel Survey acompanhou 9.906 adultos entre 2016 e 2017. A insegurança alimentar em um ano foi associada, no ano seguinte, a aumento de 3,5 pontos percentuais na probabilidade de sintomas mensurados pelo Patient Health Questionnaire e pela escala Kessler-6, além de aumento de 5,8 pontos percentuais na probabilidade de autorrelato de saúde mental ruim. Esses achados acrescentam temporalidade à associação e sugerem que o acesso instável aos alimentos pode anteceder a piora psicológica (Park; Berkowitz, 2025).

A hipótese causal, entretanto, ainda exige prudência. Bateson *et al.* (2025) acompanharam mensalmente 244 adultos no Reino Unido e 240 na França entre setembro de 2022 e agosto de 2023. A insegurança alimentar previu sintomas concomitantes mais altos de ansiedade e depressão, mas não houve evidência suficiente para confirmar que mudanças na insegurança antecederam mudanças posteriores nos sintomas. O resultado não invalida a associação; ele mostra que escassez, saúde mental, renda e outras adversidades podem variar juntas e alimentar um ciclo complexo.

No Brasil, Santana *et al.* (2023) entrevistaram 484 famílias beneficiárias do Cartão Mais Infância Ceará, distribuídas em 24 municípios e com crianças menores de seis anos. A EBIA

identificou insegurança alimentar em 86% dos domicílios e insegurança grave em 36%. A insegurança grave alcançou 53% das mães com transtornos mentais comuns, diante de 31% entre aquelas sem o transtorno. No modelo ajustado, o transtorno mental comum materno esteve associado a risco 64% maior de insegurança grave; a ausência de água tratada elevou o risco em 55%. O estudo evidencia como fome, sofrimento mental e precariedade de infraestrutura se acumulam nas mesmas famílias.

A desigualdade dentro do domicílio também importa. Em pesquisa com 570 mães de baixa renda na Virgínia, Estados Unidos, mulheres pertencentes a lares com algum grau de insegurança relataram pior saúde mental e utilizaram de três a quatro estratégias adicionais para enfrentar a escassez. Quando os adultos eram diretamente afetados, os escores de ansiedade e depressão foram significativamente superiores aos encontrados em domicílios seguros. Muitas mães reduzem primeiro a própria alimentação para preservar as crianças, estratégia que protege parcialmente os filhos, mas concentra na mulher privação, responsabilidade e medo (Liebe; Holmes; Misyak, 2024).

Entre jovens, o Healthy Minds Study reuniu 96.379 universitários norte-americanos entre setembro de 2020 e junho de 2021. Após ajustes, a insegurança alimentar permaneceu associada a maior chance de depressão, ansiedade, solidão, percepção de necessidade de ajuda, languidez e comportamentos autolesivos. Para estudantes, a escassez pode envolver a escolha entre alimentação, moradia, transporte e materiais acadêmicos, comprometendo bem-estar, concentração e permanência na universidade (Oh *et al.*, 2022). A PeNSE 2019, com 159.245 escolares brasileiros de 13 a 17 anos, também documentou desigualdades nas condições de vida, alimentação e indicadores de sofrimento emocional, reforçando a necessidade de intervenções precoces, embora o inquérito não permita atribuir os sintomas exclusivamente à insegurança alimentar (IBGE, 2021).

Diferentes mecanismos ajudam a explicar os resultados. O primeiro é o estresse crônico da escassez: calcular se a comida chegará ao fim do mês, reorganizar dívidas e decidir quais necessidades serão adiadas mantém a pessoa em estado de vigilância. A carga cognitiva e emocional pode reduzir descanso e capacidade de planejamento, enquanto medo, vergonha e impotência favorecem sintomas ansiosos e depressivos. O segundo mecanismo envolve a dieta. Antes de faltar comida em quantidade, famílias costumam reduzir frutas, hortaliças, laticínios e fontes proteicas e aumentar a dependência de itens baratos e duráveis. A pior qualidade alimentar pode interagir com processos inflamatórios e metabólicos, mas não deve ser usada como explicação única, pois a privação está ligada a renda, moradia, violência e acesso à saúde (Myers, 2020; Marano *et al.*, 2025).

O comportamento alimentar constitui outro caminho. Ansiedade e depressão podem reduzir o apetite ou estimular alimentação emocional; a irregularidade forçada das refeições pode alterar a percepção de fome e saciedade. Por isso, insegurança alimentar e sofrimento psíquico podem se associar tanto a perda de peso e deficiências quanto a obesidade, compondo uma dupla carga de má nutrição. O estigma agrava o processo: não poder participar de refeições coletivas ou garantir a alimentação dos filhos pode ser vivido como fracasso individual, ainda que decorra de condições econômicas e políticas (Konttinen, 2020; Swinburn *et al.*, 2019).

A perda da diversidade alimentar acrescenta uma dimensão biológico-nutricional a esse percurso. Inadequações de ferro, folato e vitamina B12 podem coexistir com fadiga, apatia, irritabilidade e dificuldades de atenção ou memória, manifestações inespecíficas também observadas em quadros ansiosos e depressivos. Em metanálise de 18 estudos, maiores ingestões de vitaminas B1, B2, B6 e B12 apresentaram associação inversa com o risco de depressão, embora os autores ressaltem a necessidade de confirmação por pesquisas mais robustas (Wu et al., 2022). Para a vitamina D, metanálise de 41 ensaios clínicos, totalizando 53.235 participantes, encontrou redução dos sintomas depressivos após suplementação; entretanto, a heterogeneidade foi elevada e a certeza da evidência, muito baixa (Mikola et al., 2023).

Portanto, não se pode afirmar que uma deficiência isolada cause depressão ou ansiedade, mas inadequações nutricionais podem produzir ou intensificar sintomas semelhantes e precisam ser consideradas no cuidado integral.

A relação pode operar nos dois sentidos. A escassez produz sofrimento, enquanto depressão e ansiedade podem reduzir energia, concentração, funcionalidade e capacidade laboral, além de aumentar gastos com cuidados. Tratar apenas os sintomas psicológicos sem enfrentar a privação material devolve o indivíduo ao mesmo ambiente de estresse; oferecer alimentos ou renda sem acolher o sofrimento também pode ser insuficiente. A resposta mais coerente integra proteção de renda, segurança alimentar, avaliação nutricional e atenção psicossocial, preservando a autonomia e evitando culpabilização (Lee *et al.*, 2022; Park; Berkowitz, 2025; WHO, 2022).

Para o nutricionista, os achados reforçam a importância de investigar acesso, e não apenas consumo. Relatos de pular refeições, comprar sempre os mesmos itens, preocupar-se com o fim do mês ou priorizar a alimentação das crianças precisam ser acolhidos sem julgamento e conectados a fluxos de assistência. Prescrições incompatíveis com renda, território, tempo e equipamentos domésticos podem ampliar culpa e afastamento. No campo da Nutrição em saúde pública, esses resultados reforçam a necessidade de integrar ao cuidado a avaliação do acesso, da diversidade alimentar e de sinais compatíveis com carências nutricionais. Quando indicado, a investigação clínica e laboratorial de anemia, ferro, folato, vitamina B12 e vitamina D pode contribuir para o diagnóstico diferencial e para um plano de cuidado compartilhado, sem substituir a avaliação em saúde mental. Contudo, a atuação clínica não substitui políticas estruturais: em 2024, 54,7 milhões de brasileiros ainda viviam em domicílios com insegurança alimentar, exigindo articulação entre saúde, assistência, renda, abastecimento, alimentação escolar e ações comunitárias (Brasil, 2006; IBGE, 2025).

A predominância de estudos transversais constitui a principal limitação das evidências. A pandemia reuniu simultaneamente isolamento, luto, desemprego, inflação e interrupção de serviços, dificultando separar seus efeitos. Escalas distintas de insegurança e saúde mental também reduzem a comparabilidade. Mesmo após ajustes, pobreza, violência, racismo, gênero, doença crônica e precariedade habitacional podem influenciar exposição e desfecho. Ainda assim, a relação dose-resposta, a repetição em diferentes países, a grande dimensão de alguns inquéritos e os achados de coortes tornam improvável que toda a associação seja explicada pelo acaso (Jones, 2020; Cai *et al.*, 2024; Park; Berkowitz, 2025).

4 CONCLUSÃO

As evidências analisadas indicam que a privação alimentar e outras manifestações da insegurança alimentar estão consistentemente associadas a sintomas de ansiedade, depressão e sofrimento psíquico, especialmente entre populações expostas à vulnerabilidade social. Grandes inquéritos mostraram magnitudes relevantes, enquanto estudos com mães, famílias vulneráveis e universitários revelaram como a escassez se distribui de forma desigual. O estresse da incerteza, o estigma e a limitação da funcionalidade compõem a via psicossocial, enquanto a baixa diversidade alimentar e possíveis inadequações de micronutrientes acrescentam uma via biológico-nutricional. Essas dimensões interagem em uma relação complexa e potencialmente bidirecional (Cai et al., 2024; Santana et al., 2023; Oh et al., 2022).

Os números, entretanto, representam experiências humanas. A insegurança começa, muitas vezes, no cálculo silencioso de quem tenta fazer a comida durar; intensifica-se quando a variedade diminui e adultos reduzem a própria porção; e pode alcançar a fome. Nesse percurso, alimentação e saúde mental deixam de ser dimensões separadas. Garantir acesso digno e contínuo aos alimentos é, portanto, uma ação de saúde pública, equidade e sustentabilidade social.

O enfrentamento exige políticas de renda e abastecimento articuladas à atenção básica, à nutrição e ao cuidado psicossocial. Recomenda-se que serviços de saúde e assistência

rastreiem insegurança alimentar e estabeleçam encaminhamentos efetivos, enquanto pesquisas futuras devem ampliar coortes em países de baixa e média renda e avaliar se intervenções alimentares reduzem sintomas de forma sustentada. Combater a fome também significa reduzir medo, culpa e desamparo e devolver às famílias a possibilidade de planejar o futuro com autonomia e dignidade (Brasil, 2006; FAO et al., 2025; WHO, 2022).

REFERÊNCIAS

BATESON, M. et al. Does food insecurity cause anxiety and depression? Evidence from the Changing Cost of Living Study. PLOS Mental Health, San Francisco, 2025. DOI: 10.1371/journal.pmen.0000320.

BRASIL. Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 18 set. 2006.

CAI, J. et al. Food insecurity and mental health among US adults during the COVID-19 pandemic: results from National Health Interview Survey, 2020–2021. Journal of Affective Disorders, Amsterdam, v. 356, p. 707–714, 2024. DOI: 10.1016/j.jad.2024.04.043.

FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO. The State of Food Security and Nutrition in the World 2025: addressing high food price inflation for food security and nutrition. Rome: FAO, 2025.

IBGE. Pesquisa Nacional de Saúde 2019. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

IBGE. Pesquisa Nacional de Saúde do Escolar 2019. Rio de Janeiro: IBGE, 2021.

IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua: segurança alimentar 2023. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

IBGE. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua: segurança alimentar 2024. Rio de Janeiro: IBGE, 2025.

JONES, A. D. Food insecurity and mental health: a systematic review and meta-analysis. Public Health Nutrition, Cambridge, v. 23, n. 10, p. 1778–1790, 2020. DOI: 10.1017/S136898001900435X.

KONTTINEN, H. Emotional eating and obesity in adults: the role of depression, sleep and genes. Proceedings of the Nutrition Society, Cambridge, v. 79, n. 3, p. 283–289, 2020. DOI: 10.1017/S0029665120000166.

LEE, H. et al. Food insecurity-related interventions and mental health among US adults during the COVID-19 pandemic. Nutrients, Basel, v. 14, 2022. PMID: 35993183.

LIEBE, R. A.; HOLMES, C.; MISYAK, S. A. Differing within-household food security statuses are associated with varied maternal mental health outcomes. Nutrients, Basel, v. 16, n. 10, art. 1522, 2024. DOI: 10.3390/nu16101522.

MARANO, G. et al. The immune mind: linking dietary patterns, microbiota, inflammation and psychiatric outcomes. Nutrients, Basel, v. 18, n. 1, art. 96, 2025. DOI: 10.3390/nu18010096.

MIKOLA, T. et al. The effect of vitamin D supplementation on depressive symptoms in adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Critical

Reviews in Food Science and Nutrition, Philadelphia, v. 63, n. 33, p. 11784–11801, 2023. DOI: 10.1080/10408398.2022.2096560.

MYERS, C. A. Food insecurity and psychological distress: a review of the recent literature. Current Nutrition Reports, Cham, v. 9, p. 107–118, 2020. DOI: 10.1007/s13668-020-00309-1.

OH, H. et al. Food insecurity and mental health among young adult college students in the United States. Journal of Affective Disorders, Amsterdam, v. 303, p. 359–363, 2022. DOI: 10.1016/j.jad.2022.02.009.

PARK, S.; BERKOWITZ, S. A. Association of food insecurity with mental health status, mental health services utilisation and general healthcare utilisation among US adults. Journal of Epidemiology and Community Health, London, v. 79, n. 5, p. 332–339, 2025. DOI: 10.1136/jech-2024-221900.

REDE PENSSAN. II Inquérito Nacional sobre Insegurança Alimentar no Contexto da Pandemia da COVID-19 no Brasil: II VIGISAN. São Paulo: Fundação Friedrich Ebert; Rede PENSSAN, 2022.

SANTANA, O. M. M. L. et al. Severe food insecurity and mental health among women living in extreme poverty in Ceará, Brazil. Journal of Human Growth and Development, Santo André, v. 33, n. 3, p. 354–364, 2023. DOI: 10.36311/jhgd.v33.15282.

SEGALL-CORRÊA, A. M. et al. Acompanhamento e avaliação da segurança alimentar de famílias brasileiras: validação de metodologia e de instrumento de coleta de informação. Campinas: UNICAMP, 2004.

SMITH, L. et al. Association between food insecurity and depression among older adults from low- and middle-income countries. Depression and Anxiety, Hoboken, v. 38, n. 4, p. 439–446, 2021. DOI: 10.1002/da.23147.

SOUZA, M. T.; SILVA, M. D.; CARVALHO, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. Einstein, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 102–106, 2010. DOI: 10.1590/S1679-45082010RW1134.

SWINBURN, B. A. et al. The global syndemic of obesity, undernutrition, and climate change: The Lancet Commission report. The Lancet, London, v. 393, n. 10173, p. 791–846, 2019. DOI: 10.1016/S0140-6736(18)32822-8.

WHO. World mental health report: transforming mental health for all. Geneva: World Health Organization, 2022.

WHO. Depressive disorder (depression). Geneva: World Health Organization, 2025a. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/depression. Acesso em: 18 ago. 2026.

WHO. Mental disorders. Geneva: World Health Organization, 2025b. Disponível em: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-disorders. Acesso em: 18 ago. 2026.

WU, Y. et al. Associations of dietary vitamin B1, vitamin B2, vitamin B6, and vitamin B12 with the risk of depression: a systematic review and meta-analysis. Nutrition Reviews, Oxford, v. 80, n. 3, p. 351–366, 2022. DOI: 10.1093/nutrit/nuab014.

SUSTENTABILIDADE SOCIAL E ENVELHECIMENTO: DESAFIOS HABITACIONAIS PARA CIDADES INCLUSIVAS

LUCAS DA SILVA CHAVES SASS

RESUMO

O envelhecimento populacional brasileiro impõe novos desafios à efetivação do direito à moradia adequada e à construção de cidades socialmente sustentáveis. A sustentabilidade urbana não se limita às dimensões ambiental e econômica, abrangendo também inclusão, segurança, acessibilidade e condições habitacionais compatíveis com a dignidade humana. Este estudo analisa a inadequação de domicílios duráveis urbanos ocupados por pessoas idosas como fator de vulnerabilidade e como obstáculo à sustentabilidade social, relacionando a proteção jurídica da moradia às metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 11 da Agenda 2030. Objetiva-se examinar em que medida as condições inadequadas de habitação comprometem a efetivação do direito à moradia e a dimensão social da sustentabilidade urbana. A pesquisa é bibliográfica e documental, de abordagem qualitativa e caráter descritivo, fundamentada no relatório Inadequação de Domicílios no Brasil 2024, da Fundação João Pinheiro, na literatura sobre Gerontologia Ambiental e prevenção de quedas, na Constituição Federal de 1988, no Estatuto da Pessoa Idosa, no Pacto Internacional sobre Direitos Econômicos, Sociais e Culturais e no Comentário Geral nº 4 do Comitê de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais das Nações Unidas. Os resultados evidenciam a presença expressiva de pessoas idosas em domicílios inadequados e demonstram que deficiências de infraestrutura, edilícias e de acessibilidade podem comprometer segurança, autonomia e qualidade de vida. A análise também revela que a adequação habitacional deve considerar as necessidades específicas decorrentes do envelhecimento, especialmente quanto à habitabilidade, acessibilidade e prevenção de riscos no ambiente residencial. Conclui-se que a superação da inadequação habitacional constitui requisito para a efetivação do direito à moradia adequada e para a realização da dimensão social da sustentabilidade urbana, especialmente diante do compromisso assumido no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 11 de promover cidades e assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis.

Palavras-chave: Agenda 2030; Gerontologia Ambiental; Inadequação habitacional.

1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento da população brasileira atribui crescente importância às condições do ambiente no qual a pessoa idosa vive. A longevidade, quando examinada sob a perspectiva dos direitos humanos e da sustentabilidade, não pode ser dissociada das condições materiais necessárias à preservação da autonomia, da segurança, da saúde e da participação social. A moradia ocupa posição central nesse processo. Mais do que abrigo físico, constitui o espaço no qual se desenvolve parcela significativa da vida cotidiana e, especialmente no envelhecimento, pode atuar tanto como elemento de proteção e promoção da autonomia quanto como fator de vulnerabilidade. Barreiras arquitetônicas, deficiências de infraestrutura, inadequações construtivas e ausência de condições de acessibilidade podem comprometer a permanência segura da pessoa idosa em sua própria residência. A qualidade do ambiente residencial assume, assim, especial relevância para um envelhecimento digno e autônomo.

DOI: 10.51189/vii-coninters/89089

No plano jurídico brasileiro, o direito à moradia integra o rol dos direitos sociais previsto no art. 6º da Constituição Federal de 1988. A proteção constitucional da pessoa idosa é reforçada pelo art. 230, que atribui à família, à sociedade e ao Estado o dever de ampará-la, assegurando sua participação na comunidade, defendendo sua dignidade e bem-estar e garantindo-lhe o direito à vida. O Estatuto da Pessoa Idosa desenvolve essa proteção e prevê atenção específica ao direito à moradia, inclusive com prioridade em programas habitacionais públicos ou subsidiados com recursos públicos (Brasil, 1988, 2003).

No plano internacional, o art. 11, § 1º, do Pacto Internacional sobre Direitos Econômicos, Sociais e Culturais reconhece o direito de toda pessoa a um nível de vida adequado, incluindo moradia adequada. O Comentário Geral nº 4 do Comitê de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais esclarece que esse direito não pode ser interpretado de maneira restritiva, como simples existência de um teto, abrangendo, entre outros elementos, segurança da posse, disponibilidade de serviços, economicidade, habitabilidade, acessibilidade, localização e adequação cultural (United Nations, 1991).

A questão habitacional também integra a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 11 estabelece o compromisso de tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. Sua meta 11.1 prevê, até 2030, o acesso de todos à habitação segura, adequada e economicamente acessível e aos serviços básicos. A meta 11.2, embora relacionada à mobilidade urbana, evidencia a necessidade de atenção especial às pessoas em situação de vulnerabilidade, incluindo expressamente as pessoas idosas (United Nations, 2015).

A aproximação entre o direito à moradia adequada e o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 11 permite compreender que a inadequação habitacional não constitui somente problema construtivo ou urbanístico. Quando alcança grupos sujeitos a vulnerabilidades específicas, como a população idosa, passa a representar também questão de direitos humanos e sustentabilidade social. Nesse contexto, formula-se o seguinte problema de pesquisa: em que medida a inadequação dos domicílios duráveis urbanos ocupados por pessoas idosas constitui obstáculo à efetivação do direito à moradia adequada e à dimensão social da sustentabilidade preconizada pelo Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 11 da Agenda 2030?

O objetivo geral consiste em analisar a inadequação habitacional de domicílios ocupados por pessoas idosas sob a perspectiva do direito à moradia adequada e da sustentabilidade social. Especificamente, busca-se identificar a dimensão das inadequações habitacionais apontadas pela Fundação João Pinheiro; correlacioná-las com os aportes da Gerontologia Ambiental e da Arquitetura sobre autonomia, segurança e prevenção de quedas; examinar a proteção jurídica da moradia da pessoa idosa; e relacionar esses elementos às metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 11.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa adota abordagem qualitativa, de caráter descritivo, mediante procedimentos bibliográfico e documental. Não se realiza levantamento primário de dados, utilizando-se informações secundárias produzidas por instituição pública e literatura científica especializada. A dimensão empírica da investigação fundamenta-se principalmente no relatório Inadequação de Domicílios no Brasil 2024, publicado pela Fundação João Pinheiro em 2025. O estudo permite distinguir a inadequação habitacional do déficit habitacional propriamente dito. A inadequação examinada refere-se a domicílios duráveis urbanos que, embora existentes e ocupados, apresentam deficiências relacionadas à infraestrutura urbana, às características edilícias ou à situação fundiária (Fundação João Pinheiro, 2025).

Para compreender as repercussões dessas condições sobre o envelhecimento, foram utilizados estudos de Gerontologia Ambiental (Batistoni, 2014) e de segurança da moradia e prevenção de quedas (Tissot; Vergara, 2023).

DOI: 10.51189/vii-coninters/89089

A análise jurídica foi realizada a partir da Constituição Federal de 1988, da Lei nº 10.741/2003 (Estatuto da Pessoa Idosa), do art. 11 do Pacto Internacional sobre Direitos Econômicos, Sociais e Culturais e do Comentário Geral nº 4 do Comitê de Direitos Econômicos, Sociais e Culturais das Nações Unidas. Por fim, os dados foram correlacionados com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 11 da Agenda 2030, especialmente com a meta 11.1, relativa ao acesso universal à habitação segura e adequada, utilizando-se a sustentabilidade social como categoria de integração entre a dimensão jurídica da moradia e as condições concretas do ambiente residencial da população idosa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados da Fundação João Pinheiro demonstram que a inadequação habitacional alcança parcela expressiva da população idosa brasileira. O relatório Inadequação de Domicílios no Brasil 2024 identificou 8.409.044 domicílios inadequados ocupados por pelo menos uma pessoa idosa. A distribuição territorial revela desigualdades relevantes: com exceção da região Sudeste, a inadequação habitacional ultrapassa 300 domicílios por mil habitantes idosos nas demais regiões, alcançando 725,2 domicílios inadequados por mil habitantes idosos na região Norte (Fundação João Pinheiro, 2025).

Esses números devem ser interpretados considerando que a inadequação habitacional estudada pela Fundação João Pinheiro não se confunde com inexistência de moradia. Trata-se, em grande medida, de residências permanentes que apresentam deficiências capazes de comprometer a qualidade do ambiente residencial. A questão, portanto, não consiste apenas em garantir uma unidade habitacional, mas em verificar se a moradia existente oferece condições compatíveis com as necessidades de seus ocupantes. Essa perspectiva qualitativa permite avaliar a habitação não apenas por sua disponibilidade, mas também pelas condições concretas de segurança, acessibilidade e habitabilidade que proporciona.

Essa distinção assume especial importância no envelhecimento. A Gerontologia Ambiental estuda a interação entre a pessoa que envelhece e o ambiente físico e social em que está inserida. A literatura demonstra que as características ambientais influenciam a capacidade funcional, a autonomia, a adaptação e o bem-estar da pessoa idosa (Batistoni, 2014). À medida que determinadas capacidades individuais se modificam com o envelhecimento, as exigências impostas pelo ambiente podem assumir maior relevância. Consequentemente, uma característica residencial que representa dificuldade relativamente pequena para determinado grupo populacional pode constituir barreira significativa para pessoa idosa com mobilidade reduzida, alteração do equilíbrio ou outras limitações funcionais.

A relação entre ambiente residencial e segurança torna-se particularmente evidente na análise das quedas. Estudo sobre estratégias de prevenção com enfoque no *aging in place* registra 357.078 internações hospitalares de pessoas idosas decorrentes de quedas entre 2008 e março de 2021 e 103.284 óbitos entre 2009 e 2019 (Tissot; Vergara, 2023). Entre os fatores ambientais de risco estão ausência de acessibilidade, degraus e desníveis, inexistência de barras de apoio, pisos inadequados ou escorregadios, obstáculos à circulação e iluminação insuficiente. Tais elementos demonstram que características do ambiente construído podem aumentar a exposição da população idosa a acidentes e comprometer sua autonomia.

Não se pretende estabelecer relação causal direta entre todas as inadequações classificadas pela Fundação João Pinheiro e a ocorrência de quedas, pois os indicadores possuem objetos e metodologias distintos. A aproximação entre as fontes, contudo, demonstra que a qualidade física da habitação possui consequências que ultrapassam a dimensão patrimonial ou urbanística. A acessibilidade da residência, a segurança dos deslocamentos internos e a adaptação do ambiente às necessidades do envelhecimento relacionam-se à manutenção da autonomia e à permanência digna da pessoa idosa em seu espaço de vida.

DOI: 10.51189/vii-coninters/89089

Sob a perspectiva jurídica, a existência material de uma residência não é suficiente para a plena realização do direito à moradia. O art. 6º da Constituição Federal reconhece a moradia como direito social, enquanto a dignidade da pessoa humana, prevista no art. 1º, III, e os objetivos constitucionais de construção de uma sociedade livre, justa e solidária e de redução das desigualdades sociais fornecem fundamento adicional para sua interpretação material. No caso da população idosa, o art. 230 da Constituição estabelece proteção qualificada. O Estatuto da Pessoa Idosa desenvolve esse comando e reconhece a moradia como elemento relevante para a dignidade e o bem-estar no envelhecimento. Nos programas habitacionais públicos ou subsidiados, seu art. 38 estabelece prioridade à pessoa idosa e reserva percentual das unidades residenciais (Brasil, 1988, 2003).

A perspectiva internacional amplia o conteúdo desse direito. O art. 11 do Pacto Internacional sobre Direitos Econômicos, Sociais e Culturais reconhece a moradia adequada como componente de um padrão de vida adequado. O Comentário Geral nº 4 rejeita interpretação que reduza esse direito à simples disponibilidade de abrigo físico e estabelece elementos concretos para avaliação de sua adequação (United Nations, 1991). Habitabilidade e acessibilidade assumem especial importância quando o titular é pessoa idosa. Uma moradia que exponha seus ocupantes a riscos físicos evitáveis, imponha barreiras incompatíveis com suas condições funcionais ou dificulte o acesso a serviços essenciais pode revelar insuficiência na realização material do direito.

A incorporação da sustentabilidade à análise permite superar uma compreensão predominantemente ambiental do conceito. Uma cidade sustentável pressupõe condições de vida dignas aos diferentes grupos que nela habitam. Inclusão, redução de desigualdades, segurança, acessibilidade e proteção de grupos vulneráveis constituem elementos da dimensão social da sustentabilidade. Essa concepção encontra expressão no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 11 da Agenda 2030, que busca tornar cidades e assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis. A meta 11.1 estabelece o compromisso de assegurar acesso de todos à habitação segura, adequada e economicamente acessível e aos serviços básicos (United Nations, 2015).

A utilização da expressão "adequada" é relevante. O compromisso internacional não se limita à ampliação quantitativa do estoque de moradias, abrangendo também as condições qualitativas das habitações existentes. Quando os dados da Fundação João Pinheiro são examinados à luz dessa meta, evidencia-se uma tensão entre a sustentabilidade urbana pretendida pela Agenda 2030 e a realidade habitacional da população idosa brasileira. Milhões de residências ocupadas por pessoas idosas apresentam inadequações, e as desigualdades regionais demonstram que o problema não se distribui uniformemente pelo território nacional.

A própria Agenda 2030 reconhece a necessidade de atenção diferenciada às pessoas idosas. Embora a referência expressa a esse grupo apareça na meta 11.2, relativa aos sistemas de transporte, sua presença evidencia que a inclusão urbana exige considerar necessidades específicas associadas ao envelhecimento. Assim, a sustentabilidade social da moradia pode ser compreendida a partir de uma dupla perspectiva: universal, pois toda pessoa possui direito a habitação segura e adequada; e específica, porque a adequação deve considerar características dos grupos que utilizam o ambiente construído.

Nesse sentido, uma política habitacional orientada pela sustentabilidade social não deve limitar-se à produção de novas unidades, devendo contemplar também a adaptação das moradias existentes, a eliminação de barreiras arquitetônicas e a articulação entre políticas de habitação, saúde, assistência social e planejamento urbano. Essas medidas favorecem o envelhecimento no próprio ambiente residencial, com segurança, autonomia e dignidade.

Desse modo, a inadequação habitacional da população idosa evidencia déficit de sustentabilidade social, pois cidades inclusivas e sustentáveis pressupõem moradias com infraestrutura, acessibilidade e segurança adequadas ao envelhecimento.

DOI: 10.51189/vii-coninters/89089

4 CONCLUSÃO

A pesquisa demonstrou que a inadequação habitacional de domicílios ocupados por pessoas idosas deve ser compreendida simultaneamente como questão habitacional, problema de direitos humanos e desafio à sustentabilidade social. Os dados da Fundação João Pinheiro revelam a magnitude do fenômeno: 8.409.044 domicílios inadequados são ocupados por pelo menos uma pessoa idosa, com importantes desigualdades regionais. A literatura da Gerontologia Ambiental demonstra que as condições do ambiente físico influenciam autonomia, funcionalidade e bem-estar, enquanto estudos sobre prevenção de quedas evidenciam a relevância de barreiras e riscos presentes no ambiente residencial.

Sob a perspectiva jurídica, o direito à moradia não se satisfaz pela mera disponibilidade de abrigo. A Constituição Federal, o Estatuto da Pessoa Idosa, o Pacto Internacional sobre Direitos Econômicos, Sociais e Culturais e o Comentário Geral nº 4 fornecem fundamentos para uma compreensão material da moradia adequada, que considere segurança, habitabilidade e acessibilidade. A incorporação do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 11 acrescenta dimensão relevante a essa análise. O compromisso de tornar cidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis, aliado à meta de garantir habitação segura e adequada para todos, permite compreender a qualidade das moradias ocupadas pela população idosa como componente da própria sustentabilidade urbana.

Conclui-se, portanto, que não há plena sustentabilidade social em cidades nas quais envelhecer com segurança e autonomia é dificultado pelas condições da própria moradia. A efetivação do direito à moradia adequada da pessoa idosa requer políticas públicas intersetoriais capazes de integrar habitação, acessibilidade, saúde, assistência social e planejamento urbano, tanto na produção de novas moradias quanto na adaptação e melhoria do estoque habitacional existente. Como limitação, o estudo utiliza dados secundários e não estabelece relação causal entre inadequação habitacional e ocorrência de quedas. Pesquisas futuras podem aprofundar a análise territorial e investigar intervenções habitacionais voltadas ao envelhecimento no próprio lugar. A realização do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável nº 11, diante do envelhecimento populacional, exige que a sustentabilidade das cidades seja aferida também pela capacidade de seus ambientes residenciais de acompanhar as necessidades das pessoas ao longo do curso da vida.

REFERÊNCIAS

BATISTONI, S. S. T. Gerontologia ambiental: panorama de suas contribuições para a atuação do gerontólogo. **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 647-657, jul./set. 2014. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1809-9823.2014.13088. Acesso em: 26 ago. 2026.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 26 ago. 2026.

BRASIL. Decreto nº 591, de 6 de julho de 1992. **Promulga o Pacto Internacional sobre Direitos Econômicos, Sociais e Culturais**. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 7 jul. 1992. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/d0591.htm. Acesso em: 26 ago. 2026.

BRASIL. Lei nº 10.741, de 1º de outubro de 2003. **Dispõe sobre o Estatuto da Pessoa Idosa e dá outras providências**. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 3 out. 2003. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/l10.741.htm. Acesso em: 26 ago. 2026.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Inadequação de domicílios no Brasil 2024**. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 2025. 109 p.

TISSOT, J. T.; VERGARA, L. G. L. Estratégias para prevenção de quedas no ambiente de moradia da pessoa idosa com foco no aging in place. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 23, n. 3, p. 25-37, jul./set. 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1590/s1678-86212023000300674. Acesso em: 26 ago. 2026.

UNITED NATIONS. Committee on Economic, Social and Cultural Rights. General Comment No. 4 (1991): the right to adequate housing (art. 11 (1) of the Covenant). In: UNITED NATIONS. **Report of the Committee on Economic, Social and Cultural Rights: sixth session**. New York: United Nations, 1992. Annex III, p. 114-120. (E/1992/23; E/C.12/1991/4). Disponível em: https://digitallibrary.un.org/record/143656. Acesso em: 26 ago. 2026.

UNITED NATIONS. General Assembly. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015. New York: United Nations, 2015. (A/RES/70/1). Disponível em: https://www.un.org/en/development/desa/population/migration/generalassembly/docs/globalcompact/A_RES_70_1.pdf. Acesso em: 26 ago. 2026.

LIXO QUE ENSINA: TRANSFORMANDO RESÍDUOS EM RECURSOS PEDAGÓGICOS

ÂNGELA MARIA AVELINO NASCIMENTO; LARISSA GABRIELLE RAMOS NAVARRO; ANDERSON LUIS CIRINO

RESUMO

O projeto de intervenção pedagógica e educação ambiental crítica intitulado "Lixo que Ensina: Transformando Resíduos em Recursos Pedagógicos", implementado ativamente na Unidade Municipal de Ensino Noel Gomes Ferreira, localizada no bairro continental de Caruara, Santos-SP, tem por escopo integrar a preservação ecológica local, o pleno desenvolvimento cognitivo infantil e a inclusão social no âmbito escolar por meio da confecção de brinquedos didáticos estruturados com materiais recicláveis de custo zero. Esta pesquisa caracteriza-se metodologicamente como um relato de experiência de caráter qualitativo, abrangendo de forma direta 172 crianças da Educação Infantil (do Maternal ao Pré) e estudantes atípicos atendidos pela Sala de Recursos Multifuncionais da escola. Os procedimentos operacionais estruturaram-se em seis etapas consecutivas de execução prática: diagnóstico socioambiental inicial através da exposição do Painel de Decomposição; campanhas permanentes de fomento à coleta seletiva solidária com envolvimento direto dos pais, responsáveis e funcionários; triagem científica dos insumos; cocriação colaborativa de jogos lúdicos e ergonômicos na Sala de Recursos; demonstração e aplicação lúdico-pedagógica de todos os jogos através da metodologia ativa de Rotação por Estações nas salas comuns; e fluxo contínuo de gestão dos materiais para preservação da autonomia discente regular. Dentre os resultados mais expressivos obtidos, destaca-se a efetiva ressignificação do descarte de resíduos urbanos (como tampinhas de plástico, papelão estruturado, e madeiras de demolição) em ferramentas didáticas de estimulação sensorial, psicomotora e lógica, todas alinhadas às diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e ao Currículo Santista. Observou-se também um profundo ganho comportamental e reabilitação psicossocial no estudante autista cocriador do recurso "Pequeno Construtor Eco", cuja autoestima e sentimento de pertencimento foram substancialmente potencializados pelas trocas sociais com seus pares comuns. Conclui-se que a conversão inteligente de resíduos em recursos de aprendizagem consolida a ecopedagogia e a educação emancipatória freiriana na infância, demonstrando excelente viabilidade de replicabilidade.

Palavras-chave: Infância; Sustentabilidade; Inclusão Escolar.

1 INTRODUÇÃO

A Educação Infantil compreende um período crítico para a formação do sujeito ecológico, momento no qual a criança constrói suas primeiras percepções sobre o meio que a cerca (Carvalho, 2012). O projeto "Lixo que Ensina: Transformando Resíduos em Recursos Pedagógicos" surge como uma resposta interventiva urgente desenvolvida na Unidade Municipal

DOI: 10.51189/vii-coninters/89251

de Ensino (UME) Noel Gomes Ferreira, localizada no bairro de Caruara, área continental de Santos-SP, região caracterizada por sua frágil biodiversidade e inserção em uma Área de Proteção Ambiental (APA). Do ponto de vista constitucional, a Educação Ambiental configura-se como um dever coletivo (Brasil, 1988). No entanto, a crise ecológica planetária revela dados alarmantes: o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA, 2024) projeta que a geração global de resíduos sólidos urbanos saltará de 2,3 bilhões de toneladas anuais em 2023 para 3,8 bilhões até 2050.

Frente a essa realidade, a escola assume o papel de indutora da economia circular, ressignificando o descartado sob a ótica da ecopedagogia e da educação ambiental crítica (Dias, 2010; Layrargues, 2012). Articulando-se aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 (ONU, 2015), especialmente os ODS 4 (Educação de Qualidade), 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima), o estudo visa conciliar o desenvolvimento infantil à proteção da biodiversidade local. A necessidade de salvaguarda do ecossistema de Caruara articula-se à urgência de uma práxis teórica crítica capaz de transcender o ativismo ingênuo em prol da emancipação intelectual. O objetivo geral deste trabalho consiste em relatar a experiência de intervenção pedagógica e educação ambiental crítica desenvolvida com 172 crianças da Educação Infantil, por meio da cocriação de materiais didáticos e inclusivos a partir do reúso de resíduos sólidos.

2 RELATO DE EXPERIÊNCIA

A experiência fundamenta-se na concepção de educação experiencial desenvolvida por John Dewey (1959), operando por meio da máxima do "aprender fazendo" (*learning by doing*) em seis fases estruturadas de intervenção. A primeira etapa consistiu no diagnóstico e sensibilização visual através da confecção de um Painel de Decomposição de Materiais em papelão reciclado, expondo os tempos científicos de degradação de resíduos comuns (como plásticos, metais e papéis) em local de grande circulação na escola. A segunda etapa envolveu o fomento de campanhas permanentes de coleta seletiva solidária com ampla mobilização e engajamento das famílias e funcionários da comunidade de Caruara, que forneceram insumos como tampinhas, papelão, madeiras de demolição e caixas vazias.

Na terceira fase, ocorreu a triagem científica dos insumos na Sala de Recursos Multifuncionais, onde as crianças da Educação Especial, sob orientação da professora Ângela, classificaram os materiais por sua matriz original (polímeros, celulose, madeira) e propriedades físicas. A quarta fase abrangeu a pesquisa e cocriação dos jogos pedagógicos ergonômicos e seguros de baixíssimo custo, adaptados para crianças de 1 a 5 anos. Destaca-se nesta fase a confecção do brinquedo "Pequeno Construtor Eco", concebido por um aluno com transtorno do espectro autista (TEA) a partir de sobras de madeira de demolição e canaletas plásticas de descarte de caixas de TVs digitais da escola.

A quinta etapa centrou-se na apresentação interativa semanal dos brinquedos e sua utilização rotineira por meio da metodologia ativa de Rotação por Estações (Bacich & Moran, 2018), em que as crianças manipularam livremente jogos de pareamento numérico e painéis sensoriais. Por fim, a sexta fase estabeleceu um fluxo contínuo de gestão dos materiais, no qual duplas de alunos atuam como "mensageiras ecológicas", retirando e devolvendo as caixas de brinquedos, o que fomenta a autonomia e a corresponsabilidade.

3 DISCUSSÃO

DOI: 10.51189/vii-coninters/89251

A conversão de resíduos sólidos em ferramentas pedagógicas encontra sustentação teórica e validação empírica na literatura sobre o desenvolvimento infantil. Segundo Piaget (1975), nos estágios sensório-motor e pré-operacional, as crianças necessitam da exploração táctil e manipulação concreta de objetos para estruturar esquemas cognitivos, organizar o pensamento lógico-matemático e delimitar noções espaciais. Os painéis sensoriais de corredor e tabuleiros construídos no projeto atuam precisamente como "materiais sensoriais estruturados" que, segundo Montessori (1965), são catalisadores da autoeducação e da autonomia motora por oferecerem controle de erro intrínseco.

No campo da Educação Especial inclusiva, as ações pedagógicas apoiam-se na obra clássica de Vygotsky (1984, 1997). O autor assevera que a deficiência deve ser abordada pela via da compensação socioeducativa e da mediação cultural, vendo o brinquedo como ferramenta indispensável na Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). A participação ativa do aluno autista nelas, participando ativamente do lixamento, pintura e testes do "Pequeno Construtor Eco", culminando na entrega do brinquedo aos colegas e no orgulho do pertencimento ("Fui eu quem ajudou a fazer"), gerou um impacto comportamental reconstrutivo, atenuando crises e reabilitando sua autoestima. Esse processo corrobora Mantoan (2003) ao demonstrar que a inclusão incondicional prescinde do mero acesso presencial e exige protagonismo ativo do estudante atípico, operando como Tecnologia Assistiva de baixo custo (Sassaki, 2005).

A aplicação da Rotação por Estações demonstrou conformidade com a BNCC (Brasil, 2017) e o Currículo Santista (Santos, 2020), abrangendo de forma integrada os cinco campos de experiências infantis: estimulação psicomotora ("Corpo, Gestos e Movimentos"), socialização inclusiva ("O Eu, o Outro e o Nós"), refinamento estético ("Traços, Sons, Cores e Formas"), ampliação de vocabulário ("Escuta, Fala, Pensamento e Imaginação") e construção lógica ("Espaços, Tempos, Quantidades, Relações e Transformações").

4 CONCLUSÃO

O projeto "Lixo que Ensina" consolida uma práxis educacional emancipatória, materializando a essência da pedagogia da autonomia de Paulo Freire (1996) ao promover a intervenção dos sujeitos em sua realidade socioecológica. A principal limitação reside na dependência do fluxo voluntário de doações da comunidade de Caruara, necessitando de campanhas contínuas de engajamento para manter a matriz de insumos ativa.

As perspectivas de futuro assentam-se no elevado potencial de replicabilidade do modelo. Por utilizar insumos universais de descarte cotidiano (garrafas PET, papelão, madeiras de demolição) e uma estrutura metodológica modular que não requer instalações especializadas, o projeto demonstra alto potencial de replicabilidade, podendo ser facilmente desenvolvido por outra unidade escolar ou entidade que disponha de recursos semelhantes, convertendo-se em um protocolo transversal de sustentabilidade, desenvolvimento e inclusão.

REFERÊNCIAS

BACICH, Lilian; MORAN, José (Orgs.). Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: uma abordagem teórico-prática. Porto Alegre: Penso, 2018.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Artigo 225. Disponível em: https://www.jusbrasil.com.br/topicos/10645661/artigo-225-da-constituicao-federal-de-1988. Acesso em: 01 fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular (BNCC): Educação Infantil. Brasília, DF: MEC, 2017. Disponível em: https://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/. Acesso em: 01 fev. 2024.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico. 6. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

DEWEY, John. Democracia e Educação: introdução à filosofia da educação. Tradução de Godofredo Rangel e Anísio Teixeira. 3. ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1959.

DIAS, Genebaldo Freire. Educação Ambiental: princípios e práticas. 9. ed. São Paulo: Gaia, 2010.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

LAYRARGUES, Philippe Pomier. Manifesto por uma Educação Ambiental Crítica. In: LAYRARGUES, P. P. (Org.). Identidades da educação ambiental brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2012.

MANTOAN, Maria Teresa Eglér. Inclusão escolar: o que é? por quê? como fazer? São Paulo: Moderna, 2003.

MONTESSORI, Maria. Pedagogia Científica: a descoberta da criança. Tradução de Aury Azélio Brunetti. Rio de Janeiro: Flamboyant, 1965.

ONU. Organização das Nações Unidas. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nações Unidas Brasil, 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel. Acesso em: 01 fev. 2024.

PIAGET, Jean. A representação do mundo na criança. Tradução de Ruy Belo. Rio de Janeiro: Record, 1975.

PNUMA. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. Relatório Global do PNUMA 2024: O mundo precisa superar a era do desperdício e transformar o lixo em recurso. Nações Unidas Brasil, 2024. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/261852-pnuma-o-mundo-precisa-superar-era-do-desperd%C3%ADcio-e-transformar-o-lixo-em-recurso. Acesso em: 01 fev. 2025.

SANTOS. Secretaria Municipal de Educação. Currículo Santista. Santos, SP: Seduc, 2020.

SASSAKI, Romeu Kazumi. Inclusão: construindo uma sociedade para todos. 7. ed. Rio de Janeiro: WVA, 2005.

VYGOTSKY, Lev Semenovitch. A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Tradução de José Cipolla Neto et al. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

DOI: 10.51189/vii-coninters/89251

VYGOTSKY, Lev Semenovitch. Obras Escogidas V: Fundamentos de Defectología. Madrid: Visor Distribuciones, 1997.

DOI: 10.51189/vii-coninters/89251

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

CIDADE REVELADA: EDUCAÇÃO PATRIMONIAL, FOTOGRAFIA E SUSTENTABILIDADE SOCIAL NA CONSTRUÇÃO DE NOVOS OLHARES PARA CIDADE

FERNANDA GOMES RABELO; JULIANA ASSIS MARQUES; SAMARA MACHADO DE SOUZA; BARBARA GONÇALVES DA SILVA MAIA; KAMYLLE VITORIA ABADE DOS SANTOS; TANIA DIAS DOS SANTOS OLIVEIRA; MATHEUS MIRANDA DE FIGUEIREDO

Introdução: A sustentabilidade social envolve a ampliação do acesso à educação, à cultura e às oportunidades de participação na vida coletiva. Nesse contexto, a educação patrimonial pode contribuir para o fortalecimento do pertencimento, da cidadania e da relação entre jovens e território, especialmente através de experiências que ultrapassam a transmissão de informações e estimulam novas formas de percepção e leitura da cidade. **Objetivo:** Relatar a experiência do projeto de extensão Cidade Revelada, desenvolvido no primeiro semestre de 2026, destacando o uso da fotografia e da observação da arquitetura como estratégias de educação patrimonial, formação cidadã e aproximação de estudantes do ensino médio da rede pública com o patrimônio urbano de Belo Horizonte, Minas Gerais. **Relato de caso/experiência:** O projeto foi realizado com estudantes da Escola Estadual Pedro II, em parceria com o Circuito Liberdade e o Instituto Estadual do Patrimônio Histórico e Artístico de Minas Gerais (IEPHA-MG). Foram realizadas oficinas na escola, que estava com suas atividades escolares acontecendo temporariamente no antigo edifício do Departamento de Estradas de Rodagem de Minas Gerais (DER-MG), na Avenida dos Andradas, um edifício tombado pelo município, um importante representante da arquitetura modernista. A mudança do edifício original da escola, que tem uma arquitetura neocolonial e é tombado, para uma edificação modernista, gerou resistência entre os jovens, que percebiam o novo espaço como cinza, pouco atrativo e distante da arquitetura de sua escola de origem. Essa percepção tornou-se ponto de partida para as oficinas. Antes da apresentação de conceitos sobre o Modernismo, os estudantes foram convidados a explorar o edifício por meio de desafios fotográficos relacionados à geometria, luz, texturas, elementos construtivos e detalhes arquitetônicos. A fotografia funcionou como instrumento de observação e aproximação com o espaço, subsidiando posteriormente diálogos sobre arquitetura, patrimônio, memória e cidade. **Conclusão:** A experiência demonstrou o potencial da educação patrimonial como prática de sustentabilidade social ao ampliar repertórios, favorecer novas leituras sobre o território e estimular o sentimento de pertencimento. A aproximação entre universidade, escola pública e instituições culturais fortaleceu o acesso à cultura, a formação cidadã e o engajamento dos jovens com a cidade.

Palavras-chave: **EDUCAÇÃO PATRIMONIAL; SUSTENTABILIDADE SOCIAL; FOTOGRAFIA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/89277

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

TERRITÓRIO E REALIDADE SOCIAL: O OLHAR DO SERVIÇO SOCIAL NA PROMOÇÃO DE ENGAJAMENTO DAS COMUNIDADES NA PRESERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE LOCAL

PEDRO HENRIQUE MARTINHO DOS SANTOS

Introdução: A formação desigual do território brasileiro possui raízes históricas no periodo colonial, marcado pela concentração de terras, riquezas e poder, pela escravidão e pela exclusão de diferentes grupos sociais. Esse processo contribuiu para a ocupação periférica e precária de grande parte da população, realidade que se intensificou com a urbanização, a industrialização e o crescimento desordenado das cidades. Nesse contexto, o território deve ser compreendido não apenas como espaço físico, mas como um espaço social, histórico, cultural e ambiental, onde se manifestam desigualdades, relações de poder e diferentes formas de organização comunitária. As populações periféricas, apesar de frequentemente enfrentarem maior vulnerabilidade socioambiental, também desenvolvem conhecimentos, práticas culturais e estratégias coletivas de cuidado e proteção do território. **Objetivo:** Este estudo teve como objetivo analisar a efetividade de ações e promoção da saúde coletiva desenvolvidas através do projeto Tenda Ambiental Comunitária, com foco da preservação da biodiversidade do manguezal e geração de renda através de compra de materiais recicláveis coletados pelos moradores da comunidade, transformando o território em uma comunidade mais limpa, com renda e reduzindo possibilidades de doenças epidemiologicas. **Relato de Caso/Experiência::** O projeto foi implementado na Comunidade do Caixão - Guarujá SP - onde foi elaborado parceria com a poder público local e cooperativa de recicláveis, na qual efetuaria a compra dos materiais recicláveis. Antes da implementação da ação, planejamos a comunicação social com abordagem socioeducativa, visitas na comunidade, comunicação com materiais e reuniões com lideranças local. Após, foram agendadas 4 tendas na comunidade, sendo (1) uma vez por semana. A experiência foi positiva, a população aderiu ao projeto e durante a semana reservaram seus recicláveis em sua residência para serem efetuadas a venda no dia da Tenda Ambiental, as crianças foram bem atuantes efetuando a retirada de reciláveis do manguezal, área que sofre muito com os descartes incorretos. **Conclusão**: O projeto possibilitou a identificação de como o engajamento é possível através de uma participação coletiva, onde muitos optaram em ajudar devido proporcionar a eles a possibilidade de geração de renda, algo que para a população é prioridade, pois permite o seu sustento.

Palavras-chave: **TERRITÓRIO; PARTICIPAÇÃO COMUNITÁRIA; BIODIVERSIDADE**

DOI: 10.51189/vii-coninters/89294

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ECOCOLETA: DO DESCARTE À RECARGA — MARCADORES DE QUADRO BRANCO REAPROVEITADOS COM PIGMENTO NATIVO NA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL

JOEL GONÇALVES DE OLIVEIRA; VITTOR GABRIEL DA SILVA COSTA; WERLLYH GUSTHAVO TOMAZ FLOR; PEDRO HENRIQUE DA COSTA FAUSTINO; JOSÉ DIEGO FERREIRA DA SILVA; ANNE NAYARA RAIMUNDO CAVALCANTI; JORISMAR DE OLIVEIRA SENA

Introdução: Cidades de pequeno e médio porte do interior do Nordeste convivem com o acúmulo de resíduos sólidos em ruas, terrenos baldios e cursos d'água. No ambiente escolar, esse acúmulo assume uma forma específica e cotidiana: o descarte de marcadores de quadro branco esgotados, cujo corpo plástico permanece íntegro e reaproveitável. O reaproveitamento, contudo, raramente ocorre, porque a recarga depende da compra de tinta específica, comercializada à parte e nem sempre disponível na escola. **Objetivo:** apresentar o EcoColeta, projeto de intervenção desenvolvido por estudantes do Curso Técnico em Informática da Escola Estadual em Tempo Integral Rosa Pignataro, em Nova Cruz/RN, que articula a coleta de marcadores descartados e o seu reaproveitamento por meio de recarga com tinta produzida a partir do pigmento natural do crajiru (*Arrabidaea chica*), planta nativa da região. **Metodologia:** estudo de abordagem qualitativa, de natureza aplicada, organizado em duas etapas: diagnóstico do descarte de marcadores na unidade escolar; e desenvolvimento experimental da tinta e da montagem dos marcadores, com carcaças e pontas obtidas de resíduos. A coleta das folhas ocorreu em aula de campo; a secagem, em estufa, e a extração do pigmento foram realizadas no laboratório de química da escola. Na extração, empregou-se inicialmente água destilada como solvente, posteriormente substituída por álcool, ao qual se acrescentou goma arábica como aglutinante. **Resultados:** obtiveram-se um protocolo de extração e concentração do pigmento, um guia de fabricação com custo unitário inferior a R$ 1,00 por marcador e lotes experimentais de tinta ainda em ajuste de concentração e de pH. Os marcadores recarregados atendem a uma demanda contínua da própria escola, que realiza ao longo do ano atividades de clubes e eventos nas quais são utilizados tanto no quadro branco quanto na confecção de cartazes. **Conclusão:** o projeto evidencia que a economia circular pode ser ensinada como prática produtiva concreta na Educação Profissional e Técnica, articulando currículo, território e biodiversidade local.

Palavras-chave: **ECONOMIA CIRCULAR; PIGMENTOS NATURAIS; PROTAGONISMO JUVENIL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/89340

SELO PROJETO COM PROPÓSITO: RECONHECIMENTO DE PRÁTICAS DE IMPACTO SOCIOAMBIENTAL

SANDRELLY AMIGO LOPES; PAULA MOTTA

RESUMO

A gestão contemporânea de projetos tem ampliado sua perspectiva para além do cumprimento de escopo, prazo e custo, incorporando princípios relacionados à geração de valor, governança, gestão de riscos, stakeholders e consideração dos impactos produzidos pelos projetos. Nesse contexto, o Project Management Body of Knowledge (PMBOK®) constitui importante referência para o gerenciamento estruturado de projetos e para a entrega de valor, enquanto o P5 Standard for Sustainability in Project Management amplia essa perspectiva ao incorporar dimensões ambientais, sociais, econômicas e de processos à tomada de decisão. Este trabalho apresenta um relato de experiência sobre a implementação do Selo Projeto com Propósito, desenvolvido pelo PMI Espírito Santo, com o objetivo de analisar sua contribuição para o reconhecimento, a valorização e a disseminação de projetos orientados à sustentabilidade, ao propósito socioambiental e à geração de valor para a sociedade. A pesquisa possui natureza descritiva e foi estruturada a partir de registros do projeto, análise de sua implementação e acompanhamento das instituições participantes. O processo contemplou as etapas de planejamento, estruturação, lançamento e consolidação, incluindo a definição de critérios de avaliação, alinhamento aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e às práticas ESG, aplicação de checklist e avaliação por comissão técnica. Para o monitoramento dos resultados, foi desenvolvida uma metodologia longitudinal, considerando avaliações aproximadamente um, três e seis anos após o reconhecimento, abrangendo dimensões como visibilidade institucional, reconhecimento, networking, oportunidades, gestão de projetos, evolução das iniciativas, impacto social e fortalecimento institucional. A implementação resultou no reconhecimento de 19 projetos desenvolvidos por 15 instituições, além da realização de webinar com aproximadamente 500 participantes, promovendo a disseminação de metodologias, resultados e aprendizados. Os resultados preliminares indicaram contribuições para a visibilidade institucional, formação de novas conexões, fortalecimento da gestão de projetos, desenvolvimento de novas iniciativas e valorização das equipes. Conclui-se que o Selo apresenta potencial para ultrapassar a dimensão simbólica do reconhecimento, constituindo-se como instrumento de aprendizagem, disseminação de boas práticas e estímulo à geração de impacto socioambiental.

Palavras-chave: Gestão; Social; Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A gestão de projetos contemporânea tem ampliado sua perspectiva para além do cumprimento de escopo, prazo e custo, incorporando a geração de valor e os impactos produzidos sobre pessoas, organizações, meio ambiente e sociedade. Essa transformação acompanha a crescente necessidade de que projetos sejam planejados e executados de forma responsável, considerando aspectos sociais, ambientais e econômicos desde sua concepção até o encerramento. Nesse contexto, o gerenciamento de projetos passa a assumir papel estratégico

DOI: 10.51189/vii-coninters/89382

na promoção de soluções capazes de responder aos desafios contemporâneos e contribuir para o desenvolvimento sustentável (Project Management Institute, 2026).

O Project Management Body of Knowledge (PMBOK®) constitui importante referência internacional em gerenciamento de projetos, reunindo princípios e práticas voltados à entrega de valor. Nas abordagens mais recentes, o gerenciamento de projetos enfatiza princípios, domínios de desempenho, governança, riscos, liderança, stakeholders, planejamento adaptativo e geração de valor, ampliando a compreensão de sucesso para além das tradicionais restrições de escopo, prazo e custo. Dessa forma, o PMBOK® fornece uma base para compreender como gerenciar projetos de maneira estruturada e orientada à geração de valor (Project Management Institute, 2025).

Complementarmente, o P5 Standard for Sustainability in Project Management amplia essa perspectiva ao incorporar a sustentabilidade ao gerenciamento de projetos. Desenvolvido pela Green Project Management (GPM), o P5 propõe a análise dos impactos relacionados a cinco dimensões: People (Pessoas), Planet (Planeta), Prosperity (Prosperidade), Process (Processo) e Product (Produto). Enquanto as práticas de gerenciamento de projetos orientam a organização e a condução do trabalho, a abordagem P5 amplia a reflexão sobre como as decisões tomadas durante o projeto podem produzir impactos positivos ou negativos nas pessoas, no planeta, na prosperidade, nos processos e nos produtos ou serviços resultantes.

A integração entre gerenciamento de projetos e sustentabilidade também se relaciona aos princípios ESG (Environmental, Social and Governance), permitindo que aspectos ambientais, sociais e de governança sejam considerados como elementos da tomada de decisão e não apenas como componentes de relatórios institucionais. Nesse contexto, ferramentas associadas à abordagem P5, como a P5 Impact Analysis (P5IA) e o Sustainability Management Plan, possibilitam identificar, avaliar e acompanhar impactos relacionados à sustentabilidade ao longo do ciclo de vida do projeto (Project Management Institute; GPM Sustainability JV, 2026).

Essa abordagem converge com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas, que estabelecem uma agenda global integrada para o enfrentamento de desafios sociais, ambientais e econômicos. A aproximação entre ODS, ESG e gerenciamento de projetos cria oportunidades para que organizações traduzam compromissos de sustentabilidade em iniciativas concretas, mensuráveis e orientadas à geração de valor (Project Management Institute, 2026).

Nesse cenário, mecanismos de reconhecimento podem contribuir para estimular organizações e equipes de projetos a incorporar sustentabilidade e propósito em suas práticas. O Selo Projeto com Propósito, desenvolvido pelo Project Management Institute – Espírito Santo (PMI ES), surgiu com essa finalidade, buscando reconhecer e dar visibilidade a projetos que associam práticas de gerenciamento a propósitos socioambientais. O projeto foi concebido para ampliar o impacto e o engajamento da comunidade de gerenciamento de projetos e fortalecer a visibilidade de iniciativas alinhadas à sustentabilidade e à geração de valor para a sociedade.

O projeto estabeleceu critérios de sustentabilidade, processo simplificado de aplicação e avaliação e alinhamento das iniciativas aos ODS e às práticas de ESG. Entre suas metas estavam a elaboração de um guia com critérios de sustentabilidade, a avaliação de projetos e o reconhecimento de iniciativas alinhadas ao propósito socioambiental.

A experiência de implementação do Selo possibilitou reconhecer projetos de diferentes instituições e promover espaços de compartilhamento de metodologias, resultados e aprendizados. Assim, além de reconhecer formalmente as iniciativas, a proposta passou a funcionar como mecanismo de disseminação de conhecimentos e valorização das equipes responsáveis pelos projetos.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo apresentar a experiência de implementação do Selo Projeto com Propósito, analisando sua contribuição para o

reconhecimento, valorização e disseminação de projetos orientados à sustentabilidade, ao propósito socioambiental e à geração de valor para a sociedade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho caracteriza-se como um relato de experiência de natureza descritiva, baseado na implementação do Selo Projeto com Propósito pelo PMI Espírito Santo.

O projeto foi estruturado inicialmente por meio de um Termo de Abertura do Projeto (TAP), que definiu sua justificativa, objetivos, critérios de sucesso, entregas, marcos, restrições, premissas e riscos. A estruturação contemplou quatro fases principais: planejamento, estruturação, lançamento e consolidação.

Na etapa de planejamento foram elaborados o TAP, o regulamento simplificado, os critérios de avaliação e a identidade visual. Na fase de estruturação, foi implementado o processo de aplicação e avaliação das iniciativas. O lançamento ocorreu por meio de ações de comunicação e apresentação do Selo, seguido da abertura de submissões e reconhecimento das primeiras iniciativas. Na etapa de consolidação, foram previstas a divulgação dos projetos reconhecidos e a sistematização de resultados e lições aprendidas.

O processo considerou critérios relacionados à sustentabilidade e ao alinhamento aos ODS e às práticas de ESG, com avaliação apoiada por checklist e comissão formada por profissionais com atuação na área.

Para análise da experiência, foram considerados os registros do projeto, o número de instituições participantes, quantidade de projetos reconhecidos, ações de disseminação e participação nas atividades de compartilhamento. Também foram observadas evidências qualitativas relacionadas ao intercâmbio de metodologias, apresentação de resultados, aprendizado coletivo e percepção do reconhecimento pelas instituições participantes.

Dentro da metodologia de avaliação de impacto do Selo Projeto com Propósito, foi desenvolvida uma abordagem com o objetivo de acompanhar a trajetória das instituições e dos projetos reconhecidos ao longo do tempo, buscando compreender não apenas os resultados imediatamente posteriores ao reconhecimento, mas também a permanência, a consolidação e a ampliação das transformações promovidas. Nesse sentido, a metodologia considerou que o impacto de um processo de reconhecimento não deveria ser analisado exclusivamente no momento da concessão do Selo, mas acompanhado de forma sistemática, de modo a verificar em que medida a iniciativa contribuiu para o fortalecimento institucional, a melhoria da gestão de projetos, a criação de novas oportunidades e a ampliação do impacto social.

O processo de avaliação foi estruturado em uma perspectiva longitudinal, considerando diferentes momentos após a concessão do Selo. O primeiro acompanhamento foi realizado aproximadamente um ano após o reconhecimento, permitindo identificar os resultados iniciais, as mudanças percebidas pelas instituições, as novas conexões estabelecidas, os reconhecimentos obtidos e as primeiras oportunidades decorrentes do processo.

A avaliação foi organizada em dimensões estratégicas relacionadas aos objetivos do Selo Projeto com Propósito, contemplando a visibilidade e o reconhecimento institucional; o networking e a formação de novas parcerias; o acesso a oportunidades e recursos; o fortalecimento da capacidade de gestão de projetos; a estruturação, ampliação ou aprimoramento dos projetos reconhecidos; e a ampliação do impacto social e do fortalecimento institucional. Essas dimensões possibilitaram observar o processo de transformação de maneira integrada, considerando tanto os resultados diretamente relacionados ao projeto reconhecido quanto os efeitos percebidos sobre a própria organização.

Para a coleta das informações, foi utilizada uma pesquisa como instrumento de monitoramento pós-Selo, aplicada no momento de acompanhamento. O instrumento combinou questões quantitativas e qualitativas, permitindo levantar informações sobre novos reconhecimentos, convites, conexões institucionais, parcerias, oportunidades de captação de

DOI: 10.51189/vii-coninters/89382

recursos, recursos efetivamente captados, novos projetos, beneficiários alcançados, melhorias na gestão e evolução do projeto reconhecido. As questões qualitativas exerceram papel complementar e estratégico, possibilitando que as instituições apresentassem relatos, evidências e histórias concretas capazes de demonstrar transformações que nem sempre poderiam ser mensuradas exclusivamente por indicadores numéricos.

A análise foi realizada por meio de indicadores de resultados e impacto, permitindo acompanhar a evolução das instituições a partir dos dados coletados. Entre os indicadores analisados estiveram o Índice de Visibilidade Institucional, o Índice de Reconhecimento, o Índice de Networking e Parcerias, o Índice de Acesso a Oportunidades, o Índice de Captação de Recursos, o Índice de Fortalecimento da Gestão de Projetos, o Índice de Estruturação de Novos Projetos, o Índice de Evolução do Projeto, o Índice de Ampliação do Impacto Social e o Índice de Fortalecimento Institucional. A integração desses resultados possibilitou estruturar o Índice Geral de Impacto do Selo – IGIS, concebido para sintetizar a contribuição percebida e evidenciada do reconhecimento para a trajetória das instituições.

A metodologia também incorporou uma análise qualitativa de contribuição, considerando que as transformações observadas após o recebimento do Selo poderiam estar relacionadas a diferentes fatores internos e externos. Dessa forma, a avaliação não buscou atribuir exclusivamente ao Selo todos os resultados alcançados posteriormente, mas identificar em que medida o reconhecimento, as conexões, os conhecimentos, as oportunidades e o processo de desenvolvimento proporcionados pela iniciativa contribuíram para esses resultados. Sempre que disponíveis, foram consideradas evidências documentais, registros institucionais, depoimentos, novas parcerias, participação em eventos, premiações, novos projetos e informações relacionadas à ampliação do público beneficiado.

Um componente fundamental da metodologia foi a identificação de cases de impacto. No ciclo de avaliação realizado, as instituições foram convidadas a apresentar uma história, oportunidade ou resultado concreto que demonstrasse uma transformação ocorrida após o recebimento do Selo. Esses relatos possibilitaram documentar mudanças institucionais, sociais e territoriais, valorizando experiências capazes de inspirar outras organizações e demonstrar, de maneira concreta, o legado produzido pelo programa.

A perspectiva longitudinal adotada permitiu estruturar uma trajetória de análise que partiu do reconhecimento, passando pela ampliação da visibilidade e das conexões, pela geração de oportunidades e parcerias, pelo fortalecimento da gestão de projetos, pela criação ou expansão de novas iniciativas e, potencialmente, pela ampliação do impacto social e pelo fortalecimento institucional. A estrutura metodológica foi concebida para permitir comparações entre diferentes períodos de acompanhamento, possibilitando identificar não apenas se ocorreram mudanças, mas também se essas mudanças permaneceram, evoluíram ou produziram novos efeitos ao longo do tempo.

Dessa forma, a avaliação do Selo Projeto com Propósito ultrapassou a perspectiva de mensuração da satisfação das instituições participantes e constituiu-se como um processo sistemático de aprendizagem, monitoramento e avaliação de impacto. Os resultados obtidos possibilitaram gerar evidências para subsidiar a melhoria contínua das próximas edições do Selo, orientar ações de acompanhamento e apoio às instituições reconhecidas e fortalecer a capacidade do PMI Espírito Santo de demonstrar, por meio de evidências quantitativas e qualitativas, o valor social e institucional gerado pela iniciativa.

Ao final do ciclo de avaliação, os resultados foram consolidados como base para o acompanhamento histórico do Selo Projeto com Propósito, contribuindo para a construção de uma base de evidências sobre o legado do programa. A metodologia estabeleceu, assim, uma perspectiva de acompanhamento de curto, médio e longo prazo, permitindo compreender os efeitos decorrentes do reconhecimento e responder à questão central da avaliação: o que mudou

na instituição e no projeto após o recebimento do Selo, quais transformações permaneceram ao longo do tempo e qual foi a contribuição do Selo para que essas mudanças acontecessem.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A implementação do Selo Projeto com Propósito resultou no reconhecimento de 19 projetos desenvolvidos por 15 instituições, envolvendo organizações públicas, privadas e do terceiro setor. As iniciativas contemplaram diferentes áreas de atuação, demonstrando que a integração entre gestão de projetos e propósito socioambiental pode ocorrer em contextos organizacionais diversos.

Entre os projetos reconhecidos estiveram iniciativas da Prefeitura Municipal de Vila Velha, incluindo Habita VV, Fortalece Turismo, Praças e Parques da Cidade, Estruturação da Rede de Atenção à Saúde e Vila Velha Ágil; além de projetos da Vale, Instituto Goiamum, Jardim de Mel, Grupo Casas Bahia, Senac Espírito Santo, Junior Achievement do Espírito Santo, Instituto Estrelar, Associação de Artesanato Mãe-Bá, Creche Pequeno Lar, GAPCCI, IOB, Instituto Últimos Refúgios, Manacá Tecnologias Sociais e do projeto CASOL, desenvolvido em parceria entre PMI ES e PMI PR.

A diversidade das iniciativas reforça a possibilidade de utilização da gestão de projetos como instrumento para enfrentar diferentes desafios sociais, ambientais, econômicos e institucionais. Essa perspectiva está alinhada à compreensão contemporânea de que projetos podem atuar como catalisadores de inovação, transformação e geração de valor para a sociedade.

Como estratégia de disseminação dos resultados, nos dias 28 e 29 de abril foi realizado webinar ao vivo, com aproximadamente quatro horas de programação, reunindo representantes das instituições reconhecidas para apresentação de seus projetos, metodologias, resultados e aprendizados. A transmissão pelo YouTube alcançou aproximadamente 500 participantes, evidenciando o potencial das plataformas digitais para ampliar o alcance das iniciativas de reconhecimento e compartilhamento de boas práticas.

O evento permitiu transformar o reconhecimento formal do Selo em um processo de aprendizagem coletiva, uma vez que os participantes puderam conhecer diferentes experiências e soluções desenvolvidas pelas instituições. Essa dimensão é relevante porque a sustentabilidade em projetos não depende exclusivamente da existência de critérios formais, mas também da capacidade de incorporar conhecimento, aprendizagem, participação e tomada de decisão orientada à geração de valor.

Posteriormente, foi realizado encontro presencial com a participação de 70 pessoas para entrega das placas comemorativas às instituições e seus representantes. O momento teve como finalidade não apenas formalizar o reconhecimento, mas também valorizar as equipes responsáveis pelos projetos.

Os resultados preliminares do monitoramento pós-Selo Projeto com Propósito indicam que o reconhecimento ultrapassa a dimensão simbólica de uma certificação, apresentando potencial para produzir efeitos concretos sobre a visibilidade institucional, o networking, a capacidade de gestão de projetos, a estruturação de novas iniciativas e o acesso a oportunidades.

As instituições analisadas recomendaram o Selo e atribuíram elevada contribuição para o fortalecimento institucional, com notas de 10 e 7 em uma escala de 0 a 10. Também foram identificadas novas conexões institucionais, parcerias, novos projetos e melhorias nos processos de gestão.

Os relatos qualitativos reforçam esses resultados, evidenciando que o reconhecimento passou a ser utilizado pelas instituições como elemento de valorização de sua trajetória, mobilização das equipes e comunicação de sua credibilidade perante diferentes públicos.

4 CONCLUSÃO

A experiência de implementação do Selo Projeto com Propósito demonstrou o potencial da gestão de projetos como instrumento de reconhecimento e disseminação de iniciativas orientadas à geração de impacto socioambiental. O reconhecimento de 19 projetos de 15 instituições e a participação de aproximadamente 500 pessoas no webinar evidenciaram a capacidade da iniciativa de promover visibilidade, intercâmbio de experiências e aprendizagem coletiva. A realização do encontro presencial e a entrega das placas às instituições ampliaram a dimensão simbólica do reconhecimento, valorizando não apenas os resultados alcançados, mas também as equipes responsáveis pela transformação das ideias em iniciativas concretas.

Como perspectiva futura, recomenda-se a continuidade do Selo com aprimoramento dos critérios de avaliação, acompanhamento dos resultados após o reconhecimento e desenvolvimento de indicadores capazes de mensurar mudanças sociais, ambientais, econômicas e institucionais. Dessa forma, o Selo poderá evoluir de um instrumento de reconhecimento para uma estratégia permanente de gestão, aprendizagem e mensuração de impacto por meio de projetos com propósito.

REFERÊNCIAS

Guia: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **A guide to the project management body of knowledge (PMBOK® guide)**. 7. ed. Newtown Square, PA: Project Management Institute, 2021.

Artigo: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Our impact: elevating our world**. Newtown Square: PMI, 2026.

Artigo: PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Sustainability in projects**. Newtown Square: PMI, 2026.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE; GPM SUSTAINABILITY JV. **The PMI GPM P5 Standard for Sustainability in Project Management**. Version 4.0. 2026.
Artigo: UNITED NATIONS. **The Sustainable Development Goals**. New York: United Nations, 2026.

DOI: 10.51189/vii-coninters/89382

SUSTENTABILIDADE INTEGRADA: A CONVERGÊNCIA ENTRE MEIO AMBIENTE, SOCIEDADE, ECONOMIA E GOVERNANÇA

ANTONIO FELIPE DA SILVA FRAGOSO; ADRIANA OLIVEIRA DE AZEVEDO; DALIANE PAIVA DE SOUSA; CESAR MARTINS BARBOSA; ANTONIO CELSO DE PAULA ALBUQUERQUE FILHO; RITA DE CÁSSIA RODRIGUES DE LIMA; DÉBORA MARIA DE CASTRO AQUINO

RESUMO

A sustentabilidade contemporânea exige abordagens capazes de articular limites ambientais, necessidades sociais, viabilidade econômica e mecanismos de governança em um mesmo sistema decisório. Este estudo objetiva analisar como a convergência dessas quatro dimensões pode fortalecer estratégias de desenvolvimento sustentável, reduzir contradições entre metas e ampliar a capacidade de organizações e governos de produzirem valor duradouro. Realizou-se revisão integrativa, de abordagem qualitativa e caráter descritivo-exploratório, publicações científicas e documentos técnicos e institucionais divulgados entre janeiro de 2021 e julho de 2026. A análise concentrou-se em estudos sobre limites planetários, justiça socioambiental, economia sustentável, indicadores ESG - Environmental, Social and Governance (Ambiental, Social e Governança), divulgação de riscos e implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Os resultados indicam que iniciativas isoladas tendem a deslocar impactos entre setores, territórios ou grupos sociais, enquanto modelos integrados permitem reconhecer interdependências, sinergias e conflitos distributivos. A dimensão ambiental estabelece limites biofísicos; a social define resultados mínimos de bem-estar, equidade e participação; a econômica organiza recursos, incentivos e investimentos e a governança conecta essas dimensões por meio de transparência, responsabilização, planejamento, gestão de riscos e participação de partes interessadas. Também se identificou que métricas fragmentadas, divergências entre avaliações ESG, prioridade excessiva ao crescimento econômico e insuficiente coordenação institucional reduzem a efetividade das políticas de sustentabilidade. Em contrapartida, estruturas que combinam indicadores ecológicos e sociais, metas mensuráveis, critérios econômicos de longo prazo e governança orientada à prestação de contas, favorecem decisões mais coerentes. Essa perspectiva favorece a correlação entre planejamento, investimento e avaliação, evitando soluções que melhoram indicadores enquanto ampliam vulnerabilidades ambientais, desigualdades sociais ou riscos institucionais. Conclui-se que a sustentabilidade integrada não corresponde à simples soma de quatro pilares, e sim na gestão das relações entre eles. Sua consolidação requer métricas comparáveis, instituições capazes de lidar com conflitos e políticas que condicionem o desempenho econômico à integridade ambiental, à justiça social e à qualidade da governança.

Palavras-chave: Justiça socioambiental; Limites planetários; Responsabilidade corporativa.

1 INTRODUÇÃO

A intensificação das mudanças climáticas, da perda de biodiversidade, da pressão sobre recursos naturais e das desigualdades sociais, evidencia que os desafios contemporâneos de sustentabilidade não podem ser tratados por políticas independentes. O Relatório de Síntese do Sexto Ciclo de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas destaca

que riscos climáticos combinam com vulnerabilidades sociais e econômicas, exigindo respostas que articulem mitigação, adaptação, desenvolvimento e equidade (IPCC, 2023). Em paralelo, o monitoramento internacional da Agenda 2030 demonstra que a distância entre compromissos e resultados permanece relevante, o que reforça a necessidade de acelerar transformações institucionais e econômicas coerentes entre diferentes objetivos de desenvolvimento (United Nations, 2026).

A literatura recente tem avançado na compreensão da sustentabilidade como um problema simultaneamente ecológico e distributivo. Ao comparar desempenho social e pressão ambiental entre países, estudos recentes demonstram que progressos em necessidades humanas não implicam, automaticamente, permanência dentro de limites biofísicos (Fanning *et al.*, 2022). Em atualização posterior, Fanning e Raworth (2025) mostram que o crescimento do produto econômico global foi acompanhado por redução insuficiente das privações sociais e por agravamento da ultrapassagem ecológica, revelando uma desconexão entre expansão econômica, justiça social e estabilidade dos sistemas naturais.

No campo organizacional, a incorporação de fatores ambientais, sociais e de governança ampliou a presença da sustentabilidade em decisões financeiras e estratégicas. A revisão de Gillan, Koch e Starks (2021) evidencia que práticas ESG e de responsabilidade social se relacionam com características de liderança, propriedade, risco, desempenho e valor das empresas, embora persistam resultados heterogêneos. Essa heterogeneidade também se manifesta na mensuração: Berg, Kölbel e Rigobon (2022) identificaram divergências expressivas entre agências de classificação ESG, associadas principalmente a diferenças de mensuração e de escopo, o que limita a comparabilidade e pode gerar sinais contraditórios para gestores e investidores.

Dessa forma, sustentabilidade integrada pressupõe compreender que o meio ambiente define condições biofísicas para a continuidade das atividades humanas; a sociedade explicita necessidades, direitos e critérios distributivos; a economia organiza produção, consumo, investimentos e incentivos; e a governança estabelece regras, responsabilidades, mecanismos de participação, transparência e controle. A integração não elimina conflitos entre objetivos, mas torna esses conflitos visíveis e permite tratá-los de modo explícito, evitando que ganhos em uma dimensão sejam obtidos à custa de perdas ocultas em outra(Berg, Kölbel e Rigobon 2022.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo é analisar, à luz da literatura científica recente e de documentos técnicos e institucionais, como a convergência entre as dimensões ambiental, social, econômica e de governança pode estruturar modelos de sustentabilidade integrada, identificando sinergias, tensões, desafios de mensuração e implicações para decisões públicas e organizacionais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, de abordagem qualitativa, caráter descritivo-exploratório e finalidade analítico-sintética. O levantamento foi conduzido em agosto de 2026, considerando publicações divulgadas entre janeiro de 2021 e julho de 2026. Foram consultados os portais de periódicos ScienceDirect/Elsevier, Nature Portfolio e Oxford Academic, além de fontes institucionais oficiais das Nações Unidas, do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas e da IFRS Foundation ((International Financial Reporting Standards). Também foi realizado rastreamento das referências de estudos centrais para localizar trabalhos diretamente relacionados à integração entre limites ambientais, resultados sociais, desempenho econômico e governança.

As buscas utilizaram, de forma combinada, os descritores em português e inglês “sustentabilidade integrada”, “integrated sustainability”, “environmental social economic governance”, “planetary boundaries”, “social shortfall”, “ecological overshoot”, “ESG ratings”,

"sustainable finance", "sustainability governance" e "doughnut economics", com operadores AND e OR quando aplicáveis. Foram incluídos artigos científicos revisados por pares e documentos técnicos, protocolos, normas ou diretrizes de organismos reconhecidos, publicados no período definido, disponíveis em texto completo ou com metadados suficientes para verificação e com aderência direta ao objetivo do estudo. Foram excluídos duplicados, publicações fora do recorte temporal, materiais opinativos sem contribuição analítica, fontes secundárias não oficiais e estudos que abordavam apenas uma dimensão da sustentabilidade sem relação explícita com as demais.

Foram inicialmente identificadas 34 publicações relacionadas ao tema. Após leitura dos títulos, resumos e análise da aderência ao objetivo do estudo, 22 publicações foram excluídas por não atenderem aos critérios estabelecidos. Ao final, foram utilizadas 12 referências na construção do trabalho, sendo 8 artigos científicos e 4 documentos técnicos, normas, relatórios ou diretrizes, todos publicados entre janeiro de 2021 e julho de 2026. A síntese ocorreu por análise temática, agrupando as evidências em quatro eixos interdependentes: limites ecológicos, resultados sociais e distributivos, organização econômica e mecanismos de governança. Em seguida, foram examinadas convergências, tensões, lacunas de mensuração e implicações práticas, buscando evitar a interpretação de cada eixo como pilar isolado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura analisada indica que a principal contribuição da sustentabilidade integrada é substituir uma lógica de compensação simples entre pilares por uma lógica de interdependência. Na abordagem de limites sociais e planetários, o desempenho de uma sociedade precisa ser avaliado simultaneamente pela capacidade de atender necessidades humanas e de respeitar condições ecológicas essenciais. Uma análise comparativa entre países mostrou que nenhum padrão nacional de desenvolvimento pode ser considerado plenamente sustentável quando o alcance de resultados sociais ocorre mediante pressões ambientais incompatíveis com limites planetários (Fanning *et al.*, 2022). A atualização global de Fanning e Raworth (2025) reforça essa interpretação ao evidenciar que, entre 2000 e 2022, a redução de privações sociais foi modesta diante do aumento do produto econômico, enquanto a pressão ecológica se agravou. Assim, crescimento, bem-estar e integridade ambiental não devem ser presumidos como resultados automaticamente convergentes.

A dimensão ambiental assume, nesse quadro, função de restrição material e de gestão de risco. O IPCC (2023) demonstra que os impactos climáticos aumentam com cada incremento de aquecimento e interagem com exposição, vulnerabilidade, infraestrutura, saúde, alimentos e recursos hídricos. Isso significa que decisões econômicas aparentemente eficientes no curto prazo podem produzir passivos ambientais e sociais de longa duração. Uma política integrada precisa, portanto, incorporar emissões, uso de recursos, biodiversidade, resiliência e adaptação desde a formulação de investimentos e políticas públicas, e não como correções posteriores. A integração ambiental também exige reconhecer efeitos de cadeia e deslocamentos territoriais: reduzir impactos locais por meio da importação de materiais ou energia intensivos em carbono, por exemplo, pode apenas transferir a pressão ecológica para outras regiões.

A dimensão social acrescenta ao debate a pergunta sobre quem recebe benefícios e quem suporta custos. Fanning e Raworth (2025) identificam forte assimetria internacional: países mais ricos respondem por parcela desproporcional da ultrapassagem ecológica, enquanto países mais pobres concentram maior parcela das carências sociais. Esse padrão torna inadequada uma estratégia que imponha metas ambientais uniformes sem considerar capacidade, responsabilidade histórica e necessidades de desenvolvimento. Fanning e Hickel (2023), ao estimarem a apropriação atmosférica, mostram que a justiça climática envolve também distribuição de responsabilidades e recursos entre países. A sustentabilidade integrada, portanto, requer mecanismos redistributivos, proteção a grupos vulneráveis, participação social

e transições que evitem transferir custos ambientais para trabalhadores, consumidores de baixa renda ou territórios periféricos.

A dimensão econômica deve ser compreendida como sistema de alocação de recursos subordinado a objetivos sociais e restrições ecológicas, e não como finalidade autônoma. O uso exclusivo de indicadores monetários tende a ocultar custos ambientais não precificados e desigualdades na distribuição de resultados. Fanning e Raworth (2025) observam que a duplicação do produto global no período analisado não foi acompanhada por avanço social proporcional, o que questiona a suficiência do Produto Interno Bruto como indicador de progresso. No nível empresarial, Gillan, Koch e Starks (2021) demonstram que fatores ESG se relacionam a risco, valor e desempenho, mas a literatura não sustenta uma relação simples e universal. Isso sugere que decisões sustentáveis não devem depender apenas da expectativa de retorno financeiro imediato; devem incorporar horizontes temporais maiores, riscos sistêmicos, externalidades e impactos sobre diferentes partes interessadas.

A governança é a dimensão que transforma objetivos em regras de decisão, mecanismos de monitoramento e responsabilização. A IFRS S1 organiza divulgações relacionadas à sustentabilidade em torno de governança, estratégia, processos de gestão de riscos e métricas metas, indicando um movimento de institucionalização da informação de sustentabilidade nos sistemas de reporte corporativo (IFRS Foundation, 2023). Contudo, padronizar a divulgação não resolve, por si só, o problema de qualidade e comparabilidade. Berg, Kölbel e Rigobon (2022) verificaram que a divergência entre seis classificações ESG decorreu principalmente de diferenças de mensuração, responsáveis por 56% da divergência, seguidas por diferenças de escopo, com 38%, e de ponderação, com 6%. A evidência demonstra que a escolha do indicador e a forma de medi-lo podem alterar substancialmente a percepção sobre o desempenho de uma organização.

Essa limitação é relevante porque ESG e sustentabilidade não são conceitos equivalentes. Indicadores ESG frequentemente foram desenvolvidos para avaliar como fatores ambientais, sociais e de governança afetam a organização ou sua exposição a riscos financeiros, enquanto uma perspectiva de sustentabilidade integrada também pergunta como a própria organização afeta sistemas ecológicos e sociais. A convergência entre essas perspectivas exige dupla materialidade analítica: compreender riscos e oportunidades para a entidade e, simultaneamente, impactos gerados por suas atividades. Sem essa ampliação, uma empresa pode apresentar boa gestão de riscos ESG e ainda contribuir para ultrapassagens ambientais ou reproduzir desigualdades ao longo da cadeia de valor.

No plano territorial, a integração depende da capacidade de traduzir metas globais para escalas nacionais e locais. Turner e Wills (2022), ao discutirem a aplicação subnacional da economia do donut, observam que a abordagem pode reunir atores em torno de uma visão holística, mas enfrenta desafios de disponibilidade de dados, definição de limites, participação e liderança institucional. Røkås e Gómez-Baggethun (2025), ao delimitarem um espaço seguro e justo para a economia norueguesa, reforçam que a operacionalização demanda decisões normativas sobre indicadores, distribuição de responsabilidades e escalas de referência. Esses estudos mostram que métricas integradas são instrumentos de governança, e não apenas representações técnicas neutras: sua construção envolve escolhas sobre prioridades, limiares, justiça e responsabilidade.

A modelagem econômica constitui outro ponto crítico. Modelos de decisão orientam cenários, investimentos e políticas, mas podem reproduzir uma visão fragmentada quando tratam limites ambientais e resultados sociais como variáveis periféricas. Van Eynde et al. (2024) analisaram modelos usados para discutir transições econômicas e destacaram a necessidade de maior representação conjunta de limites ambientais e resultados sociais. Para a sustentabilidade integrada, isso implica combinar indicadores de pressão ecológica, provisão de necessidades, distribuição, produtividade, emprego, investimento e governança, além de

testar cenários de transição. Um sistema de indicadores eficaz deve permitir identificar sinergias, como eficiência energética associada à redução de custos e melhoria da qualidade do ar, mas também trade-offs, como impactos distributivos de preços de carbono ou expansão de infraestrutura sobre comunidades e ecossistemas.

Os documentos internacionais convergem ao reconhecer que a transformação sustentável depende de coordenação intersetorial. O Global Sustainable Development Report 2023 enfatiza que crises múltiplas e conectadas exigem transformações aceleradas e baseadas em ciência, enquanto o Relatório dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável de 2026 mantém o foco na necessidade de ampliar a velocidade e a escala de implementação da Agenda 2030 (United Nations, 2023; United Nations, 2026). Na prática, isso requer superar estruturas administrativas em silos, alinhar orçamento, compras, regulação, investimento e avaliação de desempenho, e criar mecanismos de participação que incorporem conhecimento técnico e experiência dos grupos afetados.

A síntese das evidências permite afirmar que um modelo operacional de sustentabilidade integrada deve reunir quatro condições. Primeiro, metas ambientais devem ser formuladas com base em limites mensuráveis e trajetórias temporais. Segundo, resultados sociais devem incluir acesso a necessidades essenciais, equidade distributiva e participação, e não apenas médias agregadas. Terceiro, instrumentos econômicos devem direcionar capital, inovação e consumo para atividades compatíveis com esses objetivos, considerando externalidades e riscos de longo prazo. Quarto, a governança deve garantir transparência, coerência entre metas, responsabilização, qualidade dos dados e revisão periódica das decisões. A ausência de qualquer uma dessas condições tende a produzir soluções parciais: eficiência sem justiça, inclusão sem viabilidade ecológica, investimento "verde" sem integridade de métricas ou compromissos institucionais sem mecanismos de execução.

Também foram identificadas limitações recorrentes. A multiplicidade de métricas dificulta comparações; lacunas de dados afetam especialmente dimensões sociais e cadeias produtivas complexas; horizontes políticos e financeiros curtos podem desestimular investimentos cujos benefícios aparecem no longo prazo; e relações de poder condicionam quais impactos recebem prioridade. Além disso, ganhos de eficiência podem ser anulados por aumento do consumo, enquanto políticas ambientais podem gerar resistência quando seus custos distributivos não são antecipados. Por isso, integração não significa eliminar divergências, mas construir processos capazes de explicitar conflitos, justificar escolhas e corrigir efeitos não previstos. A sustentabilidade torna-se mais robusta quando resultados são avaliados de maneira sistêmica, transparente e revisável, com responsabilidade compartilhada entre Estado, empresas, sistema financeiro e sociedade civil.

4 CONCLUSÃO

A análise demonstra que a sustentabilidade integrada depende menos da existência isolada de iniciativas ambientais, sociais, econômicas ou de governança e mais da qualidade das conexões estabelecidas entre elas. Limites ecológicos definem condições materiais; necessidades e direitos sociais orientam os resultados desejáveis; mecanismos econômicos distribuem recursos e incentivos; e a governança organiza decisões, responsabilidades, transparência e correção de rumos. Quando uma dessas dimensões é tratada separadamente, aumentam os riscos de deslocamento de impactos, soluções contraditórias e avaliação incompleta do desempenho.

As evidências indicam que crescimento econômico, melhoria social e redução da pressão ambiental não convergem automaticamente. Estratégias de sustentabilidade devem, portanto, medir simultaneamente pressões ecológicas, resultados distributivos, viabilidade econômica e qualidade institucional. No ambiente corporativo, métricas ESG e normas de

DOI: 10.51189/vii-coninters/89392

divulgação representam avanço, mas a divergência metodológica exige critérios transparentes, comparáveis e vinculados a impactos reais.

Como limitações, destacam-se o recorte temporal, a diversidade metodológica e a ausência de métrica universal para comparar as quatro dimensões. Pesquisas futuras devem testar modelos integrados em setores e territórios específicos e desenvolver indicadores que conectem limites planetários, necessidades sociais e decisões econômico-financeiras. Conclui-se que a sustentabilidade integrada é uma arquitetura de decisão cuja efetividade depende de metas verificáveis, incentivos coerentes e governança capaz de proteger simultaneamente a integridade ambiental, o bem-estar social e a resiliência econômica.

REFERÊNCIAS

BERG, F.; KÖLBEL, J. F.; RIGOBON, R. Aggregate confusion: the divergence of ESG ratings. *Review of Finance*, Oxford, v. 26, n. 6, p. 1315-1344, 2022. DOI: https://doi.org/10.1093/rof/rfac033. Acesso em: 23 jul. 2026.

FANNING, A. L.; O'NEILL, D. W.; HICKEL, J.; ROUX, N. The social shortfall and ecological overshoot of nations. *Nature Sustainability*, London, v. 5, p. 26-36, 2022. DOI: https://doi.org/10.1038/s41893-021-00799-z. Acesso em: 23 jul. 2026.

FANNING, A. L.; HICKEL, J. Compensation for atmospheric appropriation. *Nature Sustainability*, London, v. 6, p. 1077-1086, 2023. DOI: https://doi.org/10.1038/s41893-023-01130-8. Acesso em: 23 jul. 2026.

FANNING, A. L.; RAWORTH, K. Doughnut of social and planetary boundaries monitors a world out of balance. *Nature*, London, v. 646, p. 47-56, 2025. DOI: https://doi.org/10.1038/s41586-025-09385-1. Acesso em: 23 jul. 2026.

GILLAN, S. L.; KOCH, A.; STARKS, L. T. Firms and social responsibility: a review of ESG and CSR research in corporate finance. *Journal of Corporate Finance*, Amsterdam, v. 66, art. 101889, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2021.101889. Acesso em: 23 jul. 2026.

IFRS FOUNDATION. *IFRS S1 General Requirements for Disclosure of Sustainability-related Financial Information*. London: IFRS Foundation, 2023. Disponível em: https://www.ifrs.org/issued-standards/ifrs-sustainability-standards-navigator/ifrs-s1-general-requirements/. Acesso em: 23 jul. 2026.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. Geneva: IPCC, 2023. DOI: https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647. Acesso em: 23 jul. 2026.

RØKÅS, T.; GÓMEZ-BAGGETHUN, E. Defining a safe and just operating space for the Norwegian economy. *Ecological Economics*, Amsterdam, v. 230, art. 108511, 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2024.108511. Acesso em: 23 jul. 2026.

TURNER, R. A.; WILLS, J. Downscaling doughnut economics for sustainability governance. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Amsterdam, v. 56, art. 101180, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cosust.2022.101180. Acesso em: 23 jul. 2026.

UNITED NATIONS. *Global Sustainable Development Report 2023: Times of Crisis, Times of Change: Science for Accelerating Transformations to Sustainable Development*. New York: United Nations, 2023. Disponível em: https://sdgs.un.org/gsdr/gsdr2023. Acesso em: 23 jul. 2026.

UNITED NATIONS. *The Sustainable Development Goals Report 2026*. New York: United Nations, 2026. Disponível em: https://unstats.un.org/sdgs/report/2026/. Acesso em: 23 jul. 2026.

VAN EYNDE, R.; HOREN GREENFORD, D.; O'NEILL, D. W.; DEMARIA, F. Modelling what matters: how do current models handle environmental limits and social outcomes? *Journal of Cleaner Production*, Amsterdam, v. 476, art. 143777, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.143777. Acesso em: 23 jul. 2026.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

UMA REVISÃO BREVE BIBLIOGRÁFICA DE NANOMATERIAIS MAGNÉTICOS PARA APLICAÇÕES NO TRATAMENTO DE ÁGUA

FERNANDA GUERRA LIMA MEDEIROS BORSAGLI; LARISSA DAMARIS TEIXEIRA DA SILVA

Introdução: A crescente preocupação com a escassez e a contaminação dos recursos hídricos vêm estimulando o desenvolvimento de novas tecnologias sustentáveis e eficientes para o tratamento de água. Nesse contexto, os nanomateriais magnéticos têm se destacado por suas propriedades físico-químicas diferenciadas, como alta área superficial, elevada reatividade, estabilidade química e facilidade de separação por meio de campos magnéticos, o que possibilita sua recuperação e reutilização em diversos ciclos de purificação. Esses materiais vêm sendo amplamente explorados na remoção de contaminantes orgânicos e inorgânicos, atuando tanto em processos de adsorção quanto em mecanismos fotocatalíticos e de oxidação avançada, favorecendo a degradação de compostos tóxicos em meio aquático. Ademais, a conjugação deste nanomateriais magnéticos com polímeros, biopolímeros e agentes orgânicos tem sido uma estratégia eficaz para aumentar a estabilidade e eficiência de adsorção, além de permitir o uso de rotas de síntese verdes, que reduzem impactos ambientais e custos de produção. **Objetivos:** Neste sentido, o propósito desta pesquisa é fazer uma revisão da literatura destes nanomateriais e seus altos potenciais. **Metodologia:** Para tal, pesquisa na base de pesquisa da Scopus e ScienceDirect dos últimos 10 anos. **Resultados:** A literatura demonstra resultados promissores quanto à eficiência de remoção e à capacidade de reuso desses nanomateriais, consolidando-os como alternativas viáveis e sustentáveis aos métodos convencionais de tratamento de água. No entanto, desafios ainda persistem, como o controle da toxicidade residual das nanopartículas, a aglomeração que pode comprometer o desempenho catalítico e a dificuldade de aplicação em grande escala. **Conclusão:** Dessa forma, os nanomateriais magnéticos configuram uma classe versátil e multifuncional, capazes de integrar adsorção, fotocatálise e separação magnética em um único sistema. Tais características os tornam soluções promissoras, regeneráveis e ambientalmente seguras para o aprimoramento das tecnologias de purificação e reuso de água, contribuindo para a preservação ambiental e para o desenvolvimento de processos mais eficientes e sustentáveis.

Palavras-chave: **NANOMATERIAIS MAGNÉTICOS; TRATAMENTO DE ÁGUA; FOTOCATÁLISE**

DOI: 10.51189/vii-coninters/89581

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

BLUETUFF: CONEXÃO ENTRE EMPRESAS, UNIVERSIDADES E ORGANIZAÇÕES SOCIAIS PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RECURSOS

FLÁVIA DA SILVA OLIVEIRA; CAIO MOUTINHO NASCIMENTO; BERNARDO CHAGAS DA SILVA; BRENO RECKER RABELLO BULHÕES; MATHEUS LUTTE MARTINS MONNERAT LOUREIRO; SAMUEL MENDES CORREIA DA SILVA; FERNANDA SANTANA DE PAULO

Introdução: Organizações sociais enfrentam desafios na gestão de recursos recebidos por doações, como armazenamento, triagem, controle de estoque e distribuição, podendo gerar subutilização e perdas. Paralelamente, empresas possuem produtos não comercializáveis, excedentes e materiais reaproveitáveis que podem ser descartados, apesar de manterem valor de uso. Essa realidade evidencia a necessidade de conectar recursos disponíveis às demandas sociais, aplicando princípios da economia circular e da Engenharia de Produção. Nesse contexto, o BLUETUFF está sendo implementado como uma iniciativa articulada pela Universidade Federal Fluminense (UFF), integrando empresas, organizações sociais e comunidades. **Objetivo:** Implementar uma rede colaborativa capaz de otimizar a gestão, o aproveitamento e a distribuição de recursos, direcionando produtos e materiais sem destinação comercial às demandas sociais identificadas. **Metodologia:** A iniciativa possui caráter aplicado e exploratório, fundamentada em economia circular, logística e gestão de processos. A implementação iniciou-se com a identificação de organizações sociais e o contato com instituições participantes. Estão sendo aplicados questionários e realizadas conversas com as organizações para compreender suas necessidades, identificar gargalos nos processos de recebimento, triagem, armazenamento, controle e distribuição e levantar pontos críticos, riscos e possíveis perdas. Paralelamente, estão sendo identificadas empresas que geram excedentes, produtos não comercializáveis ou materiais passíveis de reaproveitamento. A partir dos dados coletados, está sendo estruturado um fluxo integrado entre oferta, demanda e distribuição. A UFF atua como agente articulador, utilizando ferramentas da Engenharia de Produção para mapear e propor melhorias nos processos logísticos e gerenciais. Também estão sendo definidos indicadores para acompanhar materiais recuperados, recursos redistribuídos, participantes, demandas atendidas e redução de perdas. **Resultados:** O levantamento inicial está permitindo compreender as principais necessidades e gargalos das organizações sociais, servindo de base para a estruturação do fluxo de recursos. Espera-se, com a continuidade da implementação, reduzir perdas, melhorar a distribuição e ampliar o aproveitamento de materiais sem destinação comercial. **Conclusão:** O BLUETUFF encontra-se em processo de implementação, aproximando universidade, empresas, organizações sociais e comunidades. A iniciativa busca transformar recursos subutilizados em benefícios sociais e ambientais, fortalecendo a economia circular e a relação entre universidade e sociedade.

Palavras-chave: **ECONOMIA CIRCULAR; CONEXÃO; RESPONSABILIDADE SOCIAL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/89631

A CONTABILIDADE COMO FERRAMENTA DE APOIO À SUSTENTABILIDADE NO SETOR DE HOTELARIA

LUCAS LUCIANO SANTOS

RESUMO

A sustentabilidade tem assumido papel relevante no setor de hospitalidade, diante da necessidade de reduzir impactos ambientais, melhorar a utilização dos recursos e conciliar resultados econômicos com responsabilidades sociais. Este estudo teve como objetivo analisar a contribuição da contabilidade como ferramenta de apoio à sustentabilidade no setor de hospitalidade da gestão hoteleira. Considera-se para esse estudo a gestão de custos, no controle de recursos e no acompanhamento de aspectos socioambientais. Para isso, foi realizada uma revisão de literatura, de abordagem qualitativa e caráter exploratório. A pesquisa foi realizada nas bases SciELO, Google Acadêmico, Portal de Periódicos CAPES e Redalyc, considerando publicações disponíveis entre 2020 e 2026, em língua portuguesa. As buscas utilizaram as palavras-chave gestão hoteleira, desempenho empresarial e responsabilidade socioambiental. Os resultados indicaram que as ferramentas contábeis podem auxiliar no controle de custos, na identificação de desperdícios, na gestão dos recursos e na produção de informações para decisões relacionadas às dimensões econômica e socioambiental. Os estudos analisados demonstram que as ferramentas contábeis podem auxiliar no controle de custos, no uso eficiente dos recursos e na identificação de aspectos ambientais e sociais relacionados às atividades hoteleiras. Entretanto, também foram identificadas limitações na utilização dessas ferramentas, principalmente em pequenos e médios empreendimentos, além de dificuldades na integração entre informações financeiras e não financeiras. Conclui-se que a contabilidade possui potencial para atuar como instrumento estratégico de apoio à sustentabilidade na hospitalidade, mas sua contribuição depende da efetiva utilização das informações pelos gestores e da integração das questões econômicas, ambientais e sociais ao processo decisório.

Palavras-chave: Desempenho empresarial; Gestão hoteleira; Responsabilidade socioambiental.

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade tem adquirido importância crescente no setor de hospitalidade, especialmente diante da necessidade de conciliar os resultados econômicos das organizações com a redução dos impactos ambientais e a responsabilidade social. Os meios de hospedagem utilizam recursos como água e energia, geram resíduos e estabelecem relações com trabalhadores, fornecedores, hóspedes e comunidades locais, o que amplia a necessidade de práticas de gestão capazes de acompanhar os efeitos econômicos e socioambientais de suas atividades. Nesse contexto, a sustentabilidade deixa de ser compreendida apenas como uma

DOI: 10.51189/vii-coninters/89714

ação complementar e passa a integrar as decisões estratégicas das organizações hoteleiras (Conto et al., 2020).

A contabilidade pode contribuir para esse processo ao disponibilizar informações que auxiliam os gestores no acompanhamento dos custos, na avaliação do desempenho e na tomada de decisões. No setor hoteleiro, a contabilidade gerencial possibilita identificar gastos, controlar recursos e avaliar resultados, oferecendo subsídios para uma gestão mais eficiente. Estudos realizados em empresas de hospedagem demonstram a utilização de práticas contábeis como instrumento de apoio à gestão, evidenciando a importância dessas informações para o funcionamento e o desempenho dos empreendimentos (Valença, 2021).

Quando associada às questões ambientais, a contabilidade amplia sua contribuição para além dos resultados financeiros. A contabilidade ambiental permite identificar, mensurar e evidenciar informações relacionadas aos impactos ambientais das atividades empresariais, podendo auxiliar na elaboração de indicadores e na avaliação das ações voltadas à sustentabilidade (Oliveira et al., 2022). No setor hoteleiro, essa perspectiva é particularmente relevante, uma vez que o controle do consumo de água, energia, materiais e da geração de resíduos pode contribuir tanto para a redução dos impactos ambientais quanto para a racionalização dos custos operacionais. Dessa forma, as informações contábeis podem apoiar decisões que aproximem eficiência econômica e responsabilidade socioambiental (Bringmann; Couto, 2022).

Outro aspecto importante está relacionado à necessidade de mensurar e comunicar o desempenho socioambiental das organizações. A elaboração de informações e indicadores de sustentabilidade pode oferecer aos gestores uma visão mais ampla dos resultados alcançados e contribuir para o acompanhamento das práticas ambientais e sociais. Nesse sentido, a proposta de utilização de instrumentos de evidenciação socioambiental no setor hoteleiro demonstra que a contabilidade pode assumir uma função estratégica, fornecendo informações capazes de apoiar a avaliação das ações sustentáveis e sua relação com a gestão empresarial (Cavalcanti; Fernandes, 2024). Essa perspectiva também se aproxima das discussões contemporâneas sobre práticas ESG, que têm ampliado a atenção das organizações para aspectos ambientais, sociais e de governança (Steffanelo et al., 2025).).

Diante desse cenário, torna-se relevante compreender de que maneira as informações contábeis podem contribuir para a adoção e o acompanhamento de práticas sustentáveis no setor de hospitalidade. A questão que orienta este estudo é: como a contabilidade pode atuar como ferramenta de apoio à sustentabilidade no setor de hospitalidade da gestão hoteleira? Assim, o objetivo geral deste estudo é analisar a contribuição da contabilidade como ferramenta de apoio à sustentabilidade no setor de hospitalidade da gestão hoteleira considerando seu papel na gestão de custos, na mensuração de aspectos socioambientais, na geração de informações para a tomada de decisões e no acompanhamento das práticas sustentáveis.

A relevância deste estudo está na necessidade de compreender como a contabilidade pode contribuir para uma gestão mais sustentável no setor de hospitalidade. Os meios de hospedagem utilizam diariamente água, energia, alimentos e diferentes materiais, além de gerarem resíduos e outros impactos decorrentes de suas atividades. Nesse contexto, informações contábeis podem auxiliar os gestores a conhecer melhor seus gastos, acompanhar o uso dos recursos e avaliar os resultados das medidas adotadas. O estudo também se mostra relevante por aproximar duas áreas que muitas vezes são tratadas separadamente: a gestão financeira e a sustentabilidade. Ao reunir estudos sobre contabilidade gerencial, custos, contabilidade ambiental e práticas sustentáveis, a pesquisa pode contribuir para uma visão mais ampla da atuação contábil nos empreendimentos hoteleiros, especialmente diante das dificuldades encontradas na adoção dessas práticas.

DOI: 10.51189/vii-coninters/89714

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido por meio de uma revisão de literatura, de abordagem qualitativa e caráter exploratório, com o objetivo de reunir informações sobre a contribuição da contabilidade para a sustentabilidade no setor de hospitalidade. A pesquisa foi realizada nas bases SciELO, Google Acadêmico, Portal de Periódicos CAPES e Redalyc, considerando publicações disponíveis entre 2020 e 2026, em língua portuguesa.

As buscas utilizaram as palavras-chave gestão hoteleira, responsabilidade socioambiental e desempenho empresarial. A utilização desses termos possibilitou localizar estudos relacionados à atuação da contabilidade e às práticas sustentáveis desenvolvidas no setor.

Foram incluídos artigos científicos e trabalhos acadêmicos disponíveis na íntegra, publicados entre 2020 e 2026, em português, que abordassem a contabilidade, sustentabilidade, gestão ambiental ou práticas sustentáveis relacionadas ao setor de hospitalidade. Também foram considerados estudos que discutissem informações contábeis aplicadas ao controle de custos, gestão de recursos, tomada de decisões e acompanhamento das ações socioambientais.

Foram excluídos trabalhos duplicados, publicações fora do período estabelecido, estudos sem acesso ao texto completo, materiais sem fundamentação científica e aqueles que não apresentassem relação direta com o setor de hospitalidade. Também foram desconsiderados estudos que abordassem contabilidade ou sustentabilidade de forma independente, sem contribuição para o objetivo da pesquisa.

Após a seleção, os estudos foram lidos integralmente, considerando seus objetivos, procedimentos e principais resultados. A análise dos dados foi realizada de forma qualitativa e descritiva, buscando identificar as contribuições apresentadas pelos autores e as diferenças encontradas entre os estudos. Os resultados foram utilizados para discutir a participação da contabilidade no controle de custos, na gestão dos recursos e no acompanhamento das práticas sustentáveis nos meios de hospedagem.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A contabilidade gerencial apresenta uma contribuição importante para o funcionamento dos meios de hospedagem, sobretudo por fornecer informações que auxiliam no planejamento e no controle das atividades. Alves et al. (2023) analisaram as práticas de contabilidade gerencial utilizadas pelos meios de hospedagem de Manaus e observaram que as informações contábeis são utilizadas pelos gestores no acompanhamento das atividades dos estabelecimentos. O estudo mostra que a contabilidade participa da rotina administrativa, principalmente como fonte de informações para o controle e o planejamento. Entretanto, os autores também identificaram que algumas ferramentas gerenciais ainda são pouco exploradas, o que reduz a participação da contabilidade nas decisões estratégicas dos empreendimentos.

Em pesquisa realizada com empresas hoteleiras da Serra do Tepequém, Melo et al. (2023) verificaram que os gestores reconhecem a importância da contabilidade gerencial, mas ainda utilizam de forma limitada suas ferramentas no processo de gestão. As informações contábeis estão presentes nas empresas, porém poderiam ser mais exploradas para orientar decisões administrativas, acompanhar resultados e melhorar o controle das atividades. O estudo evidencia, portanto, que o potencial da contabilidade gerencial ainda não é plenamente aproveitado pelos empreendimentos pesquisados.

Costa et al. (2024) analisaram a utilização de artefatos gerenciais nos meios de hospedagem da cidade de Rosana, em São Paulo, buscando compreender quais instrumentos eram empregados pelos gestores e de que maneira contribuíam para a administração dos empreendimentos. A pesquisa mostrou que ferramentas como orçamento, controle de custos,

DOI: 10.51189/vii-coninters/89714

formação do preço de venda e indicadores de desempenho podem auxiliar no acompanhamento das atividades e na tomada de decisões. Os resultados também indicaram diferenças na frequência e na forma de utilização desses instrumentos entre os estabelecimentos pesquisados, demonstrando que nem todos os gestores utilizam os artefatos gerenciais com a mesma intensidade.

A relação entre contabilidade e sustentabilidade torna-se mais evidente quando são consideradas as práticas ambientais desenvolvidas pelos meios de hospedagem. Oliveira et al. (2022) realizaram um estudo de caso envolvendo três hotéis pertencentes a uma mesma rede hoteleira do Rio Grande do Norte, cujo nome não foi divulgado pelos pesquisadores. A coleta de dados ocorreu por meio de entrevista com o diretor da rede e de visitas técnicas. Entre as práticas identificadas, destacou-se a utilização de matérias-primas consideradas renováveis, incluindo a água, a participação em programa de reciclagem, com separação de resíduos orgânicos, plásticos e papéis, e a reutilização da água para irrigação de gramados e plantas. Os hotéis também utilizavam o orçamento como instrumento de planejamento e controle de custos. Entretanto, os gastos, ativos, passivos, receitas e despesas ambientais ainda não eram separados dos demais elementos contábeis.

Conto et al. (2020) mostram que a sustentabilidade nos meios de hospedagem envolve diferentes práticas presentes na rotina dos empreendimentos, como o uso racional de água e energia, o gerenciamento de resíduos, a redução de desperdícios e o relacionamento com os funcionários. O estudo destaca que essas ações precisam estar incorporadas à gestão dos estabelecimentos para que possam produzir resultados contínuos. Essa compreensão também aparece em Santos et al. (2023), que identificaram critérios ambientais, sociais, culturais, econômicos e políticos na gestão de hotéis de pequeno e médio porte. Entre os resultados encontrados pelos autores estão ações relacionadas à economia de água e energia, utilização de energia solar, reciclagem, redução de materiais e acessibilidade.

Entretanto, a adoção de práticas sustentáveis não apresenta os mesmos efeitos sobre todos os envolvidos no setor. Bringmann e Conto (2022) investigaram 165 participantes, entre hóspedes de meios de hospedagem localizados em Caxias do Sul e Canela, no Rio Grande do Sul, participantes de um evento acadêmico e professores de programas de pós-graduação da Universidade de Caxias do Sul. A pesquisa verificou se as práticas sustentáveis eram consideradas pelos consumidores no momento da escolha da hospedagem. Os resultados mostraram que 37,58% nunca haviam pensado nas práticas sustentáveis como fator de escolha, enquanto 27,88% afirmaram que elas não eram consideradas e 28,48% disseram que as consideravam na decisão. Quando analisados os fatores gerais de escolha, o custo apresentou 31,46% das indicações, seguido pelos serviços oferecidos, com 24,30%, e pela localização, com 22,25%. A certificação da gestão da sustentabilidade representou apenas 5,37% das indicações.

Santos et al. (2023) acrescentam outra dimensão ao problema ao investigarem a sustentabilidade em organizações hoteleiras de pequeno e médio porte. A pesquisa foi realizada por meio de entrevistas em profundidade com seis gestores hoteleiros, dos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, utilizando análise de conteúdo. Os autores identificaram 39 critérios de sustentabilidade, distribuídos em cinco dimensões: 11 ambientais, 10 sociais, 4 culturais, 8 econômicos e 6 políticos. Entre os resultados, destacam-se a economia de energia elétrica e água, utilização de energia solar, redução de embalagens plásticas, reciclagem, economia de materiais e ações de acessibilidade. Em dois hotéis, os ganhos mensuráveis alcançaram R$ 703.700,00 e R$ 790.600,00, respectivamente. Os resultados demonstram que a sustentabilidade pode produzir efeitos ambientais, sociais e econômicos nos empreendimentos.

Outro aspecto relevante refere-se à evidenciação das informações não financeiras. Vlašić e Poldrugovac (2022) analisaram 23 empresas hoteleiras croatas, responsáveis pela operação de 143 hotéis, utilizando informações públicas disponibilizadas nos sites das empresas, de uma agência financeira e da Bolsa de Valores de Zagreb. O estudo examinou

informações relacionadas a emissões e prevenção da poluição, sustentabilidade, aspectos ambientais e demais requisitos de divulgação de informações não financeiras. Os resultados mostraram que as empresas apresentavam informações consideradas satisfatórias principalmente sobre gestão de resíduos e reciclagem, consumo de energia e consumo de água. Entretanto, os autores supracitados identificaram que outras categorias de informações ainda precisavam ser aprimoradas, indicando que a divulgação do desempenho não financeiro permanecia desigual entre as empresas.

Essa constatação é relevante para a contabilidade porque demonstra que a sustentabilidade depende não apenas da realização de ações, mas também da capacidade de registrar, organizar e comunicar seus resultados. Enquanto Santos, Paula e Bem (2023) demonstram que determinadas práticas sustentáveis podem gerar ganhos econômicos mensuráveis, Vlašić e Poldrugovac (2022) evidenciam que as informações sobre essas práticas ainda podem ser apresentadas de maneira incompleta. Assim, os estudos convergem ao reconhecer a importância da informação para a gestão sustentável, mas apresentam enfoques diferentes: o primeiro concentra-se na operacionalização de critérios de sustentabilidade e seus resultados, enquanto o segundo enfatiza a qualidade e abrangência da divulgação das informações não financeiras.

A contabilidade de custos também aparece como elemento relevante nesse processo. Rocha et al., (2022) desenvolveram um estudo de caso no setor de hotelaria com foco na utilização da contabilidade de custos como instrumento de apoio à tomada de decisão. O trabalho relaciona a utilização das informações de custos às necessidades de gestão dos empreendimentos hoteleiros, reforçando que conhecer e acompanhar os gastos é fundamental para decisões administrativas mais adequadas. Nesse sentido, a contabilidade de custos pode estabelecer uma relação direta com a sustentabilidade, pois permite acompanhar financeiramente ações relacionadas ao consumo de água, energia, materiais e demais recursos. Dessa forma, medidas ambientais deixam de ser observadas somente pelo seu benefício ecológico e podem também ser avaliadas quanto aos seus efeitos sobre os custos e a eficiência operacional

4 CONCLUSÃO

A contabilidade apresenta potencial para contribuir com a sustentabilidade no setor de hospitalidade da gestão hoteleira principalmente por meio da geração de informações que apoiam o planejamento, o controle e a tomada de decisões. Os estudos analisados demonstram que as ferramentas contábeis podem auxiliar no controle de custos, no uso eficiente dos recursos e na identificação de aspectos ambientais e sociais relacionados às atividades hoteleiras.

Os resultados também evidenciam que ainda existem dificuldades na utilização efetiva dessas ferramentas. Em muitos empreendimentos, especialmente nos de pequeno e médio porte, a contabilidade permanece concentrada nas necessidades financeiras e fiscais, limitando sua participação nas decisões relacionadas à sustentabilidade. A integração entre informações financeiras e socioambientais constitui, portanto, um dos principais desafios identificados.

O objetivo do estudo foi atingido ao evidenciar que a contabilidade possui diferentes possibilidades de atuação no apoio à sustentabilidade dos empreendimentos de hospitalidade. As pesquisas analisadas mostram sua utilidade no controle de custos, no acompanhamento do consumo de recursos e na organização de informações relacionadas às ações ambientais e sociais. Com isso, a questão que orientou a pesquisa também foi respondida, pois os resultados indicam que a contabilidade pode fornecer subsídios para decisões mais conscientes sobre os recursos e os investimentos realizados pelos meios de hospedagem. Sua contribuição, portanto, não se limita ao registro das operações, podendo fazer parte do acompanhamento e da avaliação das práticas sustentáveis adotadas pelas empresas.

DOI: 10.51189/vii-coninters/89714

Como limitação, destaca-se o fato de a pesquisa ter sido realizada por meio de revisão de literatura, sem investigação direta em hotéis ou outros meios de hospedagem. Além disso, os estudos selecionados apresentam diferentes contextos, localidades e características dos empreendimentos, o que limita a generalização dos resultados para todo o setor.

Como perspectiva para pesquisas futuras, recomenda-se a realização de estudos de campo em hotéis e outros meios de hospedagem, buscando verificar como as ferramentas contábeis são utilizadas na prática e quais resultados produzem sobre a sustentabilidade. Ademais, também se sugere, para trabalhos vindouros, a realização de investigações com verificação *in loco* em um Resort catarinense, de modo a aprofundar a compreensão da realidade específica desse segmento e desse contexto regional. Recomenda-se, ainda, desenvolver estudos de mesma natureza em Resorts Nacionais e Internacionais, possibilitando comparações, a ampliação da amostragem e a identificação de padrões e particularidades que não se revelam a partir de um único contexto investigado.

REFERÊNCIAS

ALVES, Gerlane da Silva; et al. Contabilidade gerencial nos meios de hospedagem: uma análise das práticas adotadas pelos meios de hospedagem da cidade de Manaus. **Revista Caribeña de Ciencias Sociales**, v.11, n.4, 2023.

BRINGMANN, Deise Renata; CONTO, Suzana Maria de. Práticas ambientais sustentáveis como fator de escolha dos meios de hospedagem. **Revista Foco**, v. 15, n. 6, e593, 2022.

CONTO, Suzana Maria de; et al. Requisitos de sustentabilidade em meios de hospedagem no Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 92409-92423, 2020.

COSTA, Araceli; et al. Análise da aplicabilidade dos artefatos gerenciais utilizados nos meios de hospedagem da cidade de Rosana – SP. **Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 1, 2024

MELO, Victor; et al. Contabilidade gerencial na prática das empresas hoteleiras da Serra do Tepequém. **Revista Eletrônica Ciências da Administração e Turismo**, v. 1, n. 1, 2023.

OLIVEIRA, Auris Martins de; et al. Responsabilidade social corporativa: estudo comparativo em empresa hoteleira e salineira com uso da contabilidade ambiental. **Entre Ações:** diálogos em extensão, v. 3, n. 1, p. 67-78, 2022

ROCHA, Alex; et al. Contabilidade de custos como ferramenta para a tomada de decisão: um estudo de caso no setor de hotelaria. **Encontro Integrado das Faculdades Senac em Minas,** v. 4, n. 4, 2022

SANTOS, Rodrigo Amado dos; et al. Critérios de sustentabilidade para gestões hoteleiras em organizações de pequeno e médio porte. **Revista de Pesquisa em Turismo**, v. 17, n.8, 2023.

STEFANELLO, Paulinho Rene; et al. Uma metodologia contábil para evidenciação das ações ambientais: um estudo da função socialidade nas evidências de manutenção do entorno patrimonial. **Revista Catarinense da Ciência Contábil**, v.11, n.4, 2025.

DOI: 10.51189/vii-coninters/89714

VALENÇA, Kleber Firpo Prado. **Manual de sustentabilidade em meios de hospedagem**. 2021. Trabalho vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Ciência da Informação da Universidade Federal de Sergipe.

VLAŠIĆ, Dubravka; POLDUGOVAC, Katarina. Non-financial information in hotel companies. **Sustainabilit**y, v. 14, n. 16, p. 10009, 2022.

DOI: 10.51189/vii-coninters/89714

OCUPAÇÃO ILEGAL DE ÁREAS PROTEGIDAS E AS NOVAS DINÂMICAS TERRITORIAIS: O CASO DO PARQUE ESTADUAL DE GUAJARÁ-MIRIM (RONDÔNIA, BRASIL

LÉIA ALVES PEREIRA; LUCIANA RIÇA MOURÃO BORGES; PAULO HENRIQUE PEREIRA PINTO; JADSON LUIS REBELO PORTO

RESUMO

Este estudo analisa o processo de ocupações ilegais em áreas protegidas, com foco no Parque Estadual de Guajará-Mirim (PEGM), no estado de Rondônia, considerando as pressões territoriais e ambientais que incidem sobre essa unidade de conservação. O objetivo é compreender as principais causas e consequências das ocupações irregulares, bem como os conflitos territoriais associados à expansão das atividades econômicas e às ações ilícitas no interior e no entorno da área protegida. A pesquisa foi desenvolvida a partir de revisão bibliográfica e análise documental, estruturando-se também como estudo de caso. Foram consultados dados disponíveis em sites governamentais e institucionais, especialmente informações da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia (SEDAM-CUC), do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e dados de desmatamento, além de entrevistas realizadas com gestores do parque e agentes ambientais. Os resultados indicam a intensificação das pressões sobre o PEGM, relacionadas principalmente ao desmatamento, incêndios florestais, corte lesivo, caça e pesca ilegal, grilagem de terras, abertura de estradas, invasões e transporte de gado. Essas práticas estão associadas à expansão da fronteira produtiva, à ausência de regularização fundiária, à mineração e à implantação de grandes projetos, contribuindo para a redução da cobertura vegetal e para impactos sobre a biodiversidade, os recursos hídricos, a fauna e a flora. Conclui-se que a ocupação ilegal constitui um importante fator de pressão territorial e ambiental sobre o parque, evidenciando a necessidade de ações de gestão, fiscalização e proteção capazes de enfrentar os conflitos e contribuir para a conservação dos ecossistemas.

Palavras-chave: fronteira produtiva; conflitos territoriais; biodiversidade.

1 INTRODUÇÃO

O A preservação da biodiversidade e dos ecossistemas é um dos maiores desafios da sociedade contemporânea. No entanto, essa preservação é frequentemente ameaçada pela intensa dinâmica de invasões de áreas protegidas, sobretudo na Amazônia brasileira, que podem acarretar impactos negativos significativos na fauna, flora, recursos hídricos e nas comunidades locais que dependem desses recursos, além de impulsionar o desmatamento e a retirada ilegal de madeira. O Parque Estadual de Guajará-Mirim (PEGM), localizado no estado de Rondônia, é uma das áreas protegidas que vem sofrendo com a invasão e ocupação irregular de suas terras.

O presente resumo tem objetiva analisar o processo de ocupações ilegais em áreas protegidas, com foco no estudo de caso do Parque Estadual de Guajará-Mirim. Investigamos as questões conflituosas e contraditórias que promovem essa dinâmica, além de buscarmos

DOI: 10.51189/vii-coninters/89913

propostas para ações mitigadoras, afim de subsidiarmos políticas de combate ao problema apresentado. A pesquisa possui como estrutura metodológica principal a revisão bibliográfica e análise documental, além de se estruturar como estudo de caso, com coleta de dados por meio de entrevistas, observação e tratamento de dados estatísticos e geoespaciais.

Esperamos que os resultados obtidos neste estudo contribuam para o entendimento dos desafios enfrentados na gestão de áreas protegidas e possam servir de subsídio para a implementação de ações mitigadoras mais eficazes e sustentáveis para combater o processo de conflitos territoriais em áreas protegidas, em especial no PEGM.

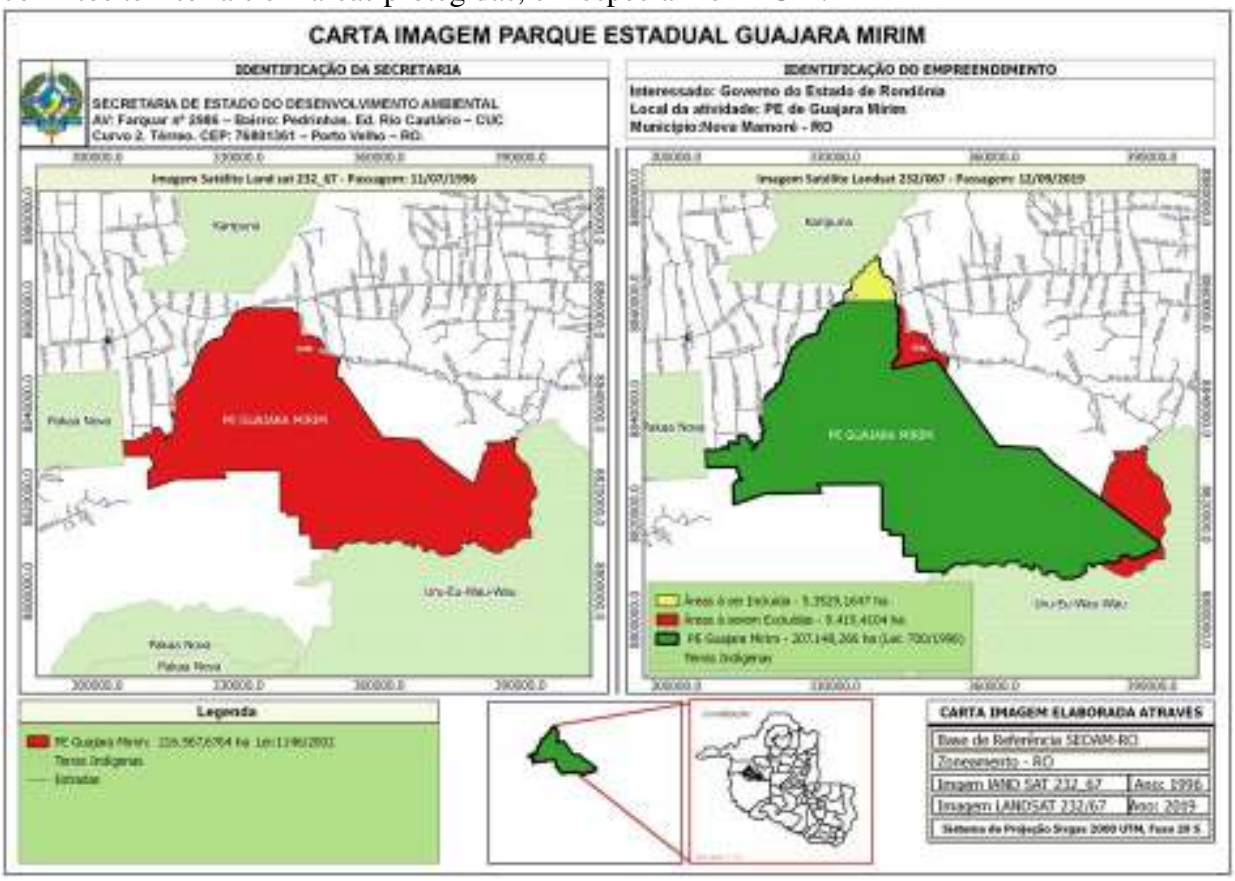


Figura 1: Carta-imagem contendo a localização da área de estudo, Parque Estadual de Guajará-Mirim e a proposta de redução de sua área.
Fonte: SEDAM-CUC, 2019.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os procedimentos metodológicos adotados para a realização deste trabalho consistiram no levantamento de dados atinentes ao tema aqui abordado, encontrados em sites governamentais/institucionais, sendo que no primeiro momento nossa busca se deu no site da SEDAM-CUC e, posteriormente, no site do Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC). Os dados de desmatamento foram obtidos pelo site "Unidades de Conservação no Brasil", no endereço eletrônico: https://uc.socioambiental.org/arp/830, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), órgão federal responsável pela Gestão Federal do Meio Ambiente.

Foram realizadas consultas em bibliografias que amparassem e sustentassem este estudo, garantindo sua fundamentação teórica, além de entrevistas realizadas em conjunto com os gestores do Parque Estadual e demais agentes ambientais atuantes na área, afim de se conhecer a realidade local para, então, avaliar a evolução de desmatamento identificada. O local da entrevista foi a sede da SEDAM, localizada na Av. Farquar, 2986, Palácio Rio Madeira, Edifício Rio Cautário, curvo 2, 2º andar, Bairro Pedrinhas 361, Porto Velho – RO. O período das entrevistas ocorreu entre os dias 11 a 15 do mês de julho de 2023.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O processo de intensificação das dinâmicas de pressões territoriais ocorridas pelas constantes invasões de áreas de conservação ambiental é um problema que tem se tornado cada vez mais frequente na região Amazônica, considerando o avanço das frentes de desmatamento e áreas de fogo. Isso está diretamente relacionado à constante incorporação de áreas florestais para atividades do agronegócio realizadas em larga escala (monocultura e pecuária extensiva), à ausência de regularização fundiária, mineração e, consequentemente, a chegada de grandes projetos. Tais ações estimulam a retirada da floresta, e, deste modo, o desmatamento e o ingresso ilegal de pessoas não autorizadas em áreas de unidades de conservação. Essas áreas são importantes para a preservação da biodiversidade e para a proteção dos ecossistemas naturais, e esses conflitos territoriais podem ter consequências graves para os ecossistemas como um todo (Kanindé; CPT, 2021).

A Lei Federal nº 9.985 de 18 de julho de 2000 institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), definindo Unidade de Conservação (UC) como o espaço territorial e seus recursos ambientais incluindo as águas jurisdicionais com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos sob regime especial de administração ao qual se aplicam garantias de proteção.

Segundo o código Florestal, Art. 3º:

> Para os efeitos deste Código, entende-se por:
>
> II - Área de Preservação Permanente - APP: área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (Brasil, LEI Nº 12.651, DE 25 DE Maio DE 2012).

Para os autores Guerra e Coelho (2012), as Unidades de Conservação, bem como outras bases territoriais, constituem formas difíceis de relações entre grupos sociais, territórios e ambientes, cujas estratégias sociais, dinâmicas, ainda que criativamente reelaboradas ou renovadas, podem acarretar possibilidades de resistência à destruição dos ecossistemas naturais ameaçados.

Dessa forma, como é estabelecido pelo SNUC, sobre as Zonas de Amortecimento, no seu o Art. 49, parágrafo único, a área de uma Unidade de Conservação do Grupo de Proteção Integral é considerada Zona Rural, para os efeitos legais. A Zona de Amortecimento das Unidades de Conservação de que trata este artigo da referida Lei, uma vez definida formalmente, não podem ser transformadas em Zona Urbana, sendo este o caso do Parque Estadual de Guajará-Mirim.

O PEGM, criado através do Decreto Estadual nº 4.575, de 23 de março de 1990, possui uma área de 216.568,00 hectares (2.165,78 km²) e está inserido no Bioma Amazônia, com áreas de savana e de floresta ombrófila. Abrange os municípios de Guajará-Mirim, Nova Mamoré, Campo Novo de Rondônia e Buritis, estado de Rondônia, além de fazer parte do grupo de

DOI: 10.51189/vii-coninters/89913

Unidades de Proteção Integral, estando sob a administração da SEDAM/RO, por intermédio da SEDAM-CUC.

Esse parque contribui para a conservação e preservação das nascentes de importantes mananciais hídricos, como o Rio Ouro Preto e o Rio Jaci-Paraná, dois dos principais tributários da margem direita do Rio Madeira. Possui espécies da fauna e flora raras, endêmicas, vulneráveis e ameaçadas de extinção, além de belezas cênicas proporcionadas por cachoeiras e vistas panorâmicas, vegetação em ambiente natural e trilhas para caminhadas no meio da floresta (SEDAM-CUC).

Além disso, o PEGM corresponde a uma das Unidades de Conservação mais ameaçadas dentro do Estado de Rondônia. Tal situação se deve ao fato de o Parque possuir um dos ecossistemas mais ricos em recursos ambientais e ainda íntegros do Estado, quando comparado à outras áreas (SEDAM-CUC). Dentre os principais ilícitos ambientais que ali acontecem, podemos destacar o desmatamento, incêndio florestal, corte lesivo, caça, pesca ilegal, grilagem de terra, abertura de estradas cortando toda a extensão da UC, invasão de fazendeiros, tráfico de drogas, transporte de gado que fica no entorno do PEGM, entre outros.

Diante disso, o desmatamento vem crescendo consideravelmente e causando um desequilíbrio significativo na biodiversidade, recursos hídricos, fauna e flora. É importante destacar que desde a sua criação, o parque sempre esteve sujeito à forte pressão e ameaça de criminosos ambientais.

4 CONCLUSÃO

Para Ferreira e Pascuchi (2009) as Zonas de Amortecimento vão além da simples conservação dos recursos naturais. De outro modo, conciliam a conservação e a geração de benefícios socioterritoriais, contribuindo com a transferência das necessidades das populações tradicionais que vivem tanto no interior quanto no entorno da Unidade de Conservação.

A exploração desordenada, comumente provocada pela expansão da fronteira produtiva, com objetivo exclusivo da incorporação de novas áreas para a agroindústria, projetos de infraestrutura, logística, mineração, e que, por sua vez, atraem as mazelas do desmatamento, garimpo ilegal, poluição, queimadas, tráfico de madeira, entre outros crimes ambientais, apresentando-se como uma mudança artificial, um estrago na qualidade do ambiente a partir da redução da cobertura natural, com alterações na fauna e flora. As causas dessa degradação estão geralmente vinculadas às ações antrópicas, ainda que possam ter origem em catástrofes naturais (Cordovil, 2010).

REFERÊNCIAS

.

BRASIL. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: https://legislacao.presidencia.gov.br/atos/?tipo=LEI&numero=9985&ano=2000&ato=77ck3aq1kMNpWTfc9. Acesso em: 25 fev. 2024.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº. 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº. 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e

dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 20 fev. 2023.

CORDOVIL, V. R. S. A situação das unidades de conservação em Rondônia: O caso Cujubim. Porto Velho. PPGG/UNIR, 2010. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Rondônia.

FERREIRA, G. L. B; PASCUCHI, P. M. Zona de amortecimento: A proteção ao entorno das Unidades de Conservação. In: Âmbito Jurídico, Rio Grande, XII, n. 63, abr. 2009. Disponível em; http://www.ambito-juridico.com.br/. Acesso em: 22 fev. 2024.
GUERRA, J. T.; COELHO, M. C. N. Unidades de Conservação: Abordagens e Características Geográficas. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2012.

KANINDÉ, Associação de Defesa Etnoambiental; CPT, Comissão Pastoral da Terra (orgs). Áreas protegidas de Rondônia em perigo: a luta dos povos da floresta na defesa dos seus territórios. Brasília: ECAM, 2021.

RONDÔNIA. Decreto Estadual nº 4.575, de 23 de março de 1990. Cria, nos municípios de Guajará-Mirim e Vila Nova do Mamoré, Estado de Rondônia, o PARQUE ESTADUAL DE GUAJARÁ-MIRIM, e dá outras providências. Disponível em: https://acervo.socioambiental.org/sites/default/files/documents/F0D00374.pdf. Acesso em: 20 fev. 2024.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

EPÍFITAS VASCULARES EM ILHAS DE VEGETAÇÃO LENHOSA NO CUME DO PARQUE NACIONA SERRA DE ITABAIANA, SERGIPE

CASSIANO ARAUJO SANTOS; BRUNO DOS SANTOS OLIVEIRA; JÁFIA MAIRA SANTOS DA SILVA; MARICELIA ROSARIO DOS SANTOS; MATHEUS SANTOS SANTANA; JULIANO RICARDO FABRICANTE

Introdução: Ecossistemas campestres são formações vegetacionais compostas predominantemente por gramíneas e outras espécies herbáceas. Em razão de condições específicas, nesses ecossistemas podem se expressar ilhas de vegetação lenhosa, que atuam como ambientes amplificadores da biodiversidade. **Objetivo:** O objetivo deste estudo foi avaliar a ocorrência de epífitas vasculares em ilhas de vegetação lenhosa no cume da principal serra do Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe. **Metodologia:** Foram selecionadas ilhas de vegetação lenhosa situadas a uma altitude média de 620 metros. O levantamento das epífitas vasculares presentes nessas ilhas foi realizado mediante busca ativa. Registros fotográficos foram feitos para auxiliar na determinação das espécies, que aconteceu através de consultas à literatura especializada e à especialistas. A classificação ocorreu de acordo com o APG IV e a grafia dos nomes científicos segundo a Flora e Funga do Brasil. **Resultado:** Foram amostradas 26 espécies, pertencentes a 18 gêneros e sete famílias. As famílias mais abundantes foram Bromeliaceae, com dez espécies, seguida de Orchidaceae, com sete espécies, Araceae, com três espécies e Polypodiaceae, com duas espécies. As síndromes de polinização mais frequentes das epífitas amostradas foram ornitofilia (34,6%), seguida da melitofilia (15,4%), entomofilia (11,5%) e zoofilia (7,7%). Já a síndrome de dispersão, destaca-se a zoocoria (38,5%). **Conclusão:** Os resultados observados apontam para uma elevada riqueza de espécies epifíticas e para a importância da conservação dessas ilhas de vegetação lenhosa, uma vez que, representam sítios de ocorrência de táxons que servem de fonte de abrigo, reprodução e, especialmente, alimento para a fauna nativa local, já que a vegetação circundante é composta essencialmente por plantas polinizadas e dispersadas pelo vento.

Palavras-chave: **BIODIVERSIDADE; EPIFITISMO; FLORÍSTICA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/89917

PLANT BIOMASS IN MERCURY BIOMONITORING: AN APPROACH TO THE SUSTAINABILITY OF AMAZONIAN FOREST ECOSYSTEMS

FRANCIELE DE FREITAS; JAQUELINE DA FONSECA ALEIXO; DANTE NORONHA DE MELLO FRANCO; MILTON OMAR CÓRDOVA; LARISSA CAVALHEIRO; LEANDRO DÊNIS BATTIROLA; RICARDO LOPES TORTORELA DE ANDRADE

ABSTRACT

Mercury (Hg) is a persistent contaminant that circulates among different environmental compartments, while vegetation plays an important role in its interception, uptake, and biogeochemical cycling. In this context, plant biomass may serve as a biological matrix for assessing Hg occurrence in forest ecosystems. This study evaluated Hg concentrations in the leaf biomass of native plants from three forest remnants in the Southern Amazon to identify plant groups with potential for Hg biomonitoring and provide information relevant to ecosystem conservation and sustainability. Sampling was conducted in three regions of northern Mato Grosso, Brazil. Three 500-m transects were established in each region for leaf biomass collection, and plants were subsequently identified at the genus level. Samples were dried, ground, subjected to acid digestion, and analyzed for total Hg by atomic absorption spectrometry with cold vapor generation. Mean Hg concentrations in plant biomass were 102.1 µg kg^{-1} in A1, 100.4 µg kg^{-1} in A2, and 74.1 µg kg^{-1} in A3, with no significant differences among regions. Some genera showed particularly high concentrations, including *Pariana* in A1 (354.5 µg kg^{-1}), *Sorocea* (224.7 µg kg^{-1}), and *Protium* (210.1 µg kg^{-1}) in A2. *Inga* occurred in all three regions, with concentrations of 139.6, 135.9, and 87.1 µg kg^{-1} in A1, A2, and A3, respectively. Soil Hg concentrations were 87.2, 75.2, and 66.7 µg kg^{-1} in the same regions, also without significant differences. Several genera exhibited bioaccumulation factors (BAF) greater than 1, particularly *Rhynchospora* (1.70), *Pariana* (1.60), and *Protium* (1.46). These findings demonstrate that leaf biomass can record Hg occurrence in forest remnants and reveal differences among plant genera, supporting its potential use as a biological matrix for Hg biomonitoring and providing information relevant to the conservation and sustainability of Amazonian forest ecosystems.

Keywords: Bioindication; Conservation; Environmental quality.

1 INTRODUCTION

Amazonian forest ecosystems play fundamental roles in maintaining biodiversity and biogeochemical cycles, and their sustainability also depends on preserving environmental quality. Among contaminants of concern, mercury (Hg) stands out because of its persistence, mobility, and circulation among the atmosphere, soil, water, and organisms (Brocza et al., 2024; Li et al., 2023). In the Amazon, Hg dynamics result from interactions between natural processes and anthropogenic pressures, including land-use change, deforestation, fires, and mining, which can alter Hg stocks and fluxes within ecosystems (Fisher et al., 2023).

DOI: 10.51189/vii-coninters/89929

Vegetation plays an important role in these dynamics by contributing to Hg interception, uptake, and cycling. Forests constitute important terrestrial reservoirs of Hg, and part of atmospheric Hg can be taken up by leaf tissues, while deposition processes and interactions among soil, atmosphere, and vegetation contribute to its incorporation into plant biomass (Freitas et al., 2024; Liu et al., 2022; Wang et al., 2022). Thus, plant biomass represents both a compartment of the Hg biogeochemical cycle and a matrix capable of recording its occurrence in the environment.

This characteristic supports the use of plants in biomonitoring because the analysis of plant tissues incorporates a biological response to environmental conditions and can complement information obtained from conventional matrices such as soil, water, and sediments (Bayouli et al., 2021; Blackwell; Driscoll, 2015). The use of native vegetation is particularly relevant in highly biodiverse regions because it enables the identification of taxa with different capacities to record Hg and expands the tools available for assessing environmental quality and conserving forest remnants.

Therefore, this study aimed to evaluate Hg concentrations in the leaf biomass of native plants from three forest remnants in the Southern Amazon, seeking to identify plant groups with potential for Hg biomonitoring and to provide information applicable to the conservation and sustainability of these ecosystems.

2 MATERIAL AND METHODS

The study was conducted in three regions of northern Mato Grosso State, within the Southern Brazilian Amazon. The region has a tropical climate, classified as Am according to the Köppen system, characterized by a well-defined dry season and high temperatures throughout the year. The three sampled regions were designated A1, A2, and A3 for presentation and interpretation of the results.

Plant sampling was conducted during the dry season. Three 500-m transects were established in each region, extending from the forest edge toward the interior of the vegetation. Leaf biomass samples were collected from native plants occurring along the transects. Plant material was identified at the genus level with support from the CNMT (Herbarium of the Federal University of Mato Grosso, UFMT), following APG IV and the Flora e Funga do Brasil database.

Samples were transported to the LABMET (Trace Metals Laboratory) at UFMT, Sinop Campus, where they were dried in a forced-air oven at 50 °C until constant weight, mechanically ground, and sieved through a 2-mm mesh. For chemical analysis, 0.3 g of each sample was weighed and subjected to acid digestion in a digestion block at 230 °C for 30 min (Akagi; Nishimura, 1991). The digested samples were diluted to a final volume of 25 mL.

Total mercury (THg) concentrations were determined by atomic absorption spectrometry (Varian AA140) coupled to a VGA-77 cold vapor generation system. Analytical quality control included the use of traceable standards and assessment of analytical accuracy. Soil samples were also analyzed to provide complementary information on Hg concentrations in the environmental matrix.

The relationship between Hg concentrations in plant biomass and soil was evaluated using the Bioaccumulation Factor (BAF), calculated as the ratio between Hg concentration in aboveground plant biomass and Hg concentration in soil. BAF values greater than 1 indicate higher Hg concentrations in plant biomass relative to soil. Data were subjected to analysis of variance, and means were compared using the Scott-Knott test at a 5% significance level.

3 RESULTS AND DISCUSSION

Hg was detected in leaf biomass from all three regions, with mean concentrations of 102.1 µg kg^{-1} in A1, 100.4 µg kg^{-1} in A2, and 74.1 µg kg^{-1} in A3, with no significant

DOI: 10.51189/vii-coninters/89929

differences among them. These findings demonstrate that vegetation recorded Hg occurrence across the evaluated forest remnants, reinforcing the potential of leaf biomass as a complementary matrix for biomonitoring. Hg incorporation into vegetation may occur through different pathways, including foliar uptake, atmospheric deposition, and soil–plant interactions (Liu et al., 2021; Pasricha et al., 2021; Rodrigues et al., 2016).

Despite the absence of significant differences among regional means, substantial variability was observed among plant genera. In A1, the highest concentrations were recorded for *Pariana* (354.5 µg kg^{-1}), *Myrcia* (154.4 µg kg^{-1}), *Inga* (139.6 µg kg^{-1}), and *Palicourea* (135.9 µg kg^{-1}). In A2, the highest values occurred in *Sorocea* (224.7 µg kg^{-1}), *Protium* (210.1 µg kg^{-1}), *Faramea* (165.8 µg kg^{-1}), and *Inga* (135.9 µg kg^{-1}). In A3, *Sorocea* showed the highest concentration (135.9 µg kg^{-1}), followed by *Garcinia* (90.0 µg kg^{-1}), *Protium* (88.2 µg kg^{-1}), *Licania* (87.8 µg kg^{-1}), and *Inga* (87.1 µg kg^{-1}).

Inga and *Garcinia* are noteworthy because they occurred in all three regions. *Inga* showed Hg concentrations of 139.6, 135.9, and 87.1 µg kg^{-1} in A1, A2, and A3, respectively, whereas *Garcinia* showed concentrations of 110.3, 92.2, and 90.0 µg kg^{-1}. Their occurrence across different forest remnants, combined with their capacity to record Hg in biomass, represents a relevant characteristic for future comparative biomonitoring assessments.

Variability among genera may be related to morphological, physiological, and ecological characteristics that influence Hg interception, uptake, and retention (Chen et al., 2024; Freitas et al., 2024; Malvino et al., 2023; Oliveira et al., 2024). This differentiation reinforces the importance of taxonomic identity when selecting candidates for biomonitoring. However, their validation as bioindicators requires further studies at the species level and under different environmental conditions.

Table 1 – Mercury Bioaccumulation Factor (BAF) of the plant genera evaluated in forest remnants of the Southern Amazon.

Genera	BAF	Genera	BAF
Brosimum	0.94	*Miconia*	0.59
Byrsonima	0.88	*Micropholis*	0.90
Calyptranthes	0.69	*Myrcia*	1.25*
Calyptrocarya	0.49	*Ocotea*	0.81
Casearia	0.85	*Palicourea*	1.14*
Cheiloclinium	1.17*	*Pariana*	1.60*
Duroia	0.93	*Protium*	1.46*
Eugenia	0.97	*Pseudolmedia*	0.84
Faramea	1.28*	*Psychotria*	0.91
Garcinia	1.16*	*Rhynchospora*	1.70*
Heliconia	0.86	*Sloanea*	0.76
Hirtella	0.75	*Sorocea*	1.09*
Inga	1.23*	*Swartzia*	1.31*
Licania	1.25*	*Xylopia*	0.96

Note: * BAF > 1 indicates a higher Hg concentration in aboveground biomass than in soil.

Soil Hg concentrations were 87.2 µg kg^{-1} in A1, 75.2 µg kg^{-1} in A2, and 66.7 µg kg^{-1} in A3, also with no significant differences among regions. The broad variation observed among genera, despite this soil pattern, indicates that foliar Hg concentrations should not be interpreted

solely as a direct reflection of the soil compartment. Thus, plant biomass adds a biological dimension to Hg monitoring and complements information obtained from conventional environmental analyses. The relationship between Hg concentrations in biomass and soil was assessed using the Bioaccumulation Factor (BAF), with values greater than 1 indicating higher metal concentrations in aboveground biomass relative to soil. Among the evaluated genera, *Cheiloclinium*, *Faramea*, *Garcinia*, *Inga*, *Licania*, *Myrcia*, *Palicourea*, *Pariana*, *Protium*, *Rhynchospora*, *Sorocea*, and *Swartzia* exhibited BAF > 1, with the highest values recorded for *Rhynchospora* (1.70), *Pariana* (1.60), *Protium* (1.46), and *Swartzia* (1.31). These results complement the foliar concentration data and support the identification of genera with potential for Hg biomonitoring.

Some genera showed convergence between high foliar Hg concentrations and BAF > 1. *Pariana* reached 354.5 µg kg^{-1} in A1 and had a BAF of 1.60, whereas *Protium* reached 210.1 µg kg^{-1} in A2 and had a BAF of 1.46. *Sorocea* showed concentrations of 224.7 µg kg^{-1} in A2 and 135.9 µg kg^{-1} in A3, with a BAF of 1.09, while *Inga*, which occurred in all three regions, had a BAF of 1.23. The combination of occurrence, foliar concentration, and relative accumulation capacity indicates promising taxa for further biomonitoring assessments.

The use of vegetation in biomonitoring contributes to understanding Hg dynamics and assessing the environmental quality of forest remnants. Forests participate in Hg cycling through interception, incorporation into biomass, and transfer among environmental compartments (Feinberg et al., 2024; Wang et al., 2022; Wohlgemuth et al., 2023), and these processes may be modified by changes in forest cover (Fisher et al., 2023). In this context, plant biomass represents a biological matrix capable of complementing conventional monitoring approaches and providing relevant information for biodiversity conservation and the sustainability of Amazonian forest ecosystems.

4 CONCLUSION

The leaf biomass of the evaluated plants recorded Hg occurrence in forest remnants of the Southern Amazon, demonstrating its potential as a biological matrix for biomonitoring. Although no significant differences were observed among regions in mean Hg concentrations in vegetation and soil, substantial variation occurred among plant genera, with *Pariana* and *Protium* standing out for both high foliar Hg concentrations and high BAF values, while *Rhynchospora* exhibited the highest BAF (1.70). These findings identify promising taxa for further investigation and indicate that native vegetation can complement environmental monitoring, contributing to environmental quality assessment, conservation, and the sustainability of Amazonian forest ecosystems. Future studies should advance species-level validation and evaluate the consistency of these responses under different environmental conditions.

REFERENCES

AKAGI, H.; NISHIMURA, H. Speciation of mercury in the environment. In: SUZUKI, T.; IMURA, N.; CLARKSON, T. W. (ed.). Advances in Mercury Toxicology. Rochester: Springer, 1991. p. 53–76. DOI: https://doi.org/10.1007/978-1-4757-9071-9_3.

BAYOULI, I. T.; BAYOULI, H. T.; DELL'OCA, A.; MEERS, E.; SUN, J. Ecological indicators and bioindicator plant species for biomonitoring industrial pollution: Eco-based environmental assessment. Ecological Indicators, v. 125, 107508, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107508.

BLACKWELL, B. D.; DRISCOLL, C. T. Using foliar and forest floor mercury concentrations to assess spatial patterns of mercury deposition. Environmental Pollution, v. 202, p. 126–134, 2015. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envpol.2015.02.036.

BROCZA, F. M.; RAFAJ, P.; SANDER, R.; WAGNER, F.; JONES, J. M. Global scenarios of anthropogenic mercury emissions. Atmospheric Chemistry and Physics, v. 24, n. 12, p. 7385–7404, 2024. DOI: https://doi.org/10.5194/acp-24-7385-2024.

CHEN, L.; ZHOU, J.; GUO, L.; BIAN, X.; XU, Z.; CHEN, Q.; WEN, S.-H.; WANG, K.; LIU, Y.-R. Global distribution of mercury in foliage predicted by machine learning. Environmental Science & Technology, v. 58, n. 35, p. 15629–15637, 2024. DOI: https://doi.org/10.1021/acs.est.4c00636.

FEINBERG, A.; SELIN, N. E.; BRABAN, C. F.; CHANG, K.-L.; CUSTÓDIO, D.; JAFFE, D. A.; KYLLÖNEN, K.; LANDIS, M. S.; LEESON, S. R.; LUKE, W.; MOLEPO, K. M.; MUROVEC, M.; MASTROMONACO, M. G. N.; PFAFFHUBER, K. A.; RÜDIGER, J.; SHEU, G.-R.; ST. LOUIS, V. L. Unexpected anthropogenic emission decreases explain recent atmospheric mercury concentration declines. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 121, n. 42, e2401850121, 2024. DOI: https://doi.org/10.1073/pnas.2401950121.

FISHER, J. A.; SCHNEIDER, L.; FOSTIER, A.-H.; GUERRERO, S.; GUIMARÃES, J. R. D.; LABUSCHAGNE, C.; LEANER, J. J.; MARTIN, L. G.; MASON, R. P.; SOMERSET, V.; WALTERS, C. A synthesis of mercury research in the Southern Hemisphere, part 2: Anthropogenic perturbations. Ambio, v. 52, n. 5, p. 918–937, 2023. DOI: https://doi.org/10.1007/s13280-023-01840-5.

FREITAS, F.; SOLERA, K.; LOPES, V. J. S.; CÓRDOVA, M. O.; CAVALHEIRO, L.; MORENO, M. I. C.; BATTIROLA, L. D.; ANDRADE, R. L. T. Native accumulator plants with a differential mercury phytoremediation potential in a region in Southern Amazon. Environmental Science and Pollution Research, v. 31, n. 54, p. 63120–63135, 2024. DOI: https://doi.org/10.1007/s11356-024-35407-y.

LI, Y.; XUE, J.; CHEN, J.; LU, Y.; MA, X. Increasing anthropogenic mercury pollution over the last 200 years revealed by lagoonal sediments from Hainan Island, South China. Chinese Geographical Science, v. 33, n. 6, p. 1127–1140, 2023. DOI: https://doi.org/10.1007/s11769-023-1388-3.

LIU, Y.; TAO, H.; WANG, Y.; FANG, Y.; XIANG, Y.; LIU, G.; GUO, Y.; LIU, J.; YIN, Y.; CAI, Y.; JIANG, G. Gaseous elemental mercury [Hg(0)] oxidation in poplar leaves through a two-step single-electron transfer process. Environmental Science & Technology Letters, v. 8, n. 12, p. 1098–1103, 2021. DOI: https://doi.org/10.1021/acs.estlett.1c00735.

MALVINO, J. B.; ANDRADE, E. A.; BATTIROLA, L. D.; ANDRADE, R. L. T. Mercury presence in cassava farming, *Manihot esculenta* Crantz, in the vicinity of artisanal gold exploration areas in Southern Amazonia. Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 19, n. 4, 2023. DOI: https://doi.org/10.17271/1980082719420233546.

OLIVEIRA, E. A.; SILVA, L. C.; ANDRADE, E. A.; BATTIROLA, L. D.; ANDRADE, R. L. T. *Emilia fosbergii* Nicolson, a novel and effective accumulator for phytoremediation of

mercury-contaminated soils. International Journal of Phytoremediation, v. 26, p. 1076–1086, 2024. DOI: https://doi.org/10.1080/15226514.2023.2288906.

PASRICHA, S.; MATHUR, V.; GARG, A.; LENKA, S.; VERMA, K.; AGARWAL, S. Molecular mechanisms underlying heavy metal uptake, translocation and tolerance in hyperaccumulators – an analysis: Heavy metal tolerance in hyperaccumulators. Environmental Challenges, v. 4, 100197, 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100197.

RODRIGUES, A. C. D.; SANTOS, A. M.; SANTOS, F. S.; PEREIRA, A. C. C.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B. Response mechanisms of plants to heavy metal pollution: possibility of using macrophytes for remediation of contaminated aquatic environments. Revista Virtual de Química, v. 8, n. 1, p. 262–276, 2016. DOI: https://doi.org/10.5935/1984-6835.20160017.

WANG, X.; YUAN, W.; LIN, C.-J.; FENG, X. Mercury cycling and isotopic fractionation in global forests. Critical Reviews in Environmental Science and Technology, v. 52, n. 21, p. 3763–3786, 2022. DOI: https://doi.org/10.1080/10643389.2021.1961505.

WOHLGEMUTH, L.; FEINBERG, A.; BURAS, A.; JISKRA, M. A spatial assessment of current and future foliar Hg uptake fluxes across European forests. Global Biogeochemical Cycles, v. 37, n. 10, e2023GB007833, 2023. DOI: https://doi.org/10.1029/2023GB007833.

ECONOMIA CIRCULAR E GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS: IMPACTOS DA REUTILIZAÇÃO DA CASCA DE COCO NA REDUÇÃO DE RESÍDUOS

MONIKE KELY COSTA MELO; JOÃO MARCOS BATISTA GOMES DE ARAÚJO; LUANNA NAYARA CALIXTO DE ARAUJO; FRANCISMEIRE PEREIRA LACERDA DE SOUZA; JOSÉ AILTON PEREIRA FILHO; THIAGO GEOVANE PEREIRA GOMES.

RESUMO

A geração crescente de resíduos sólidos e agroindustriais tem ampliado a necessidade de adoção de estratégias capazes de reduzir o descarte e promover o reaproveitamento de materiais com potencial econômico, ambiental e produtivo. Nesse contexto, a economia circular propõe a superação do modelo linear de produção e consumo, estimulando a redução, reutilização, valorização e reinserção de materiais nos ciclos produtivos. Este estudo teve como objetivo analisar os impactos do reaproveitamento da casca de coco na redução de resíduos, considerando suas possibilidades de valorização material. Trata-se de uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório e analítico, desenvolvida por meio de pesquisa bibliográfica e documental. Foram analisados artigos científicos, livros, teses, dissertações, legislação, documentos institucionais, relatórios técnicos e publicações nacionais e internacionais, com ênfase em estudos publicados entre 2021 e 2025. A análise qualitativa das fontes permitiu identificar diferentes possibilidades de aproveitamento da casca de coco, organizadas em quatro eixos: caracterização do resíduo, rotas de valorização material, entraves operacionais e compatibilidade com estratégias de sustentabilidade. Os resultados evidenciaram potencial para utilização agrícola, produção de substratos, biochar, adsorventes, materiais compósitos, geotêxteis, biocombustíveis, bio-óleo, bioetanol e outros produtos de maior valor agregado. Também foram identificados desafios relacionados à coleta, separação, armazenamento, redução da umidade, beneficiamento, transporte, infraestrutura, custos e articulação entre os diferentes agentes da cadeia. Constatou-se que as alternativas de menor exigência tecnológica, como trituração, secagem, compostagem, produção de substratos e fibras, apresentam maior possibilidade de adoção em curto prazo, especialmente em territórios com menor capacidade instalada. Conclui-se que o reaproveitamento da casca de coco pode contribuir para reduzir a pressão sobre os sistemas de coleta e disposição final, ampliar a valorização de subprodutos e favorecer cadeias produtivas mais sustentáveis. Entretanto, sua consolidação depende de organização logística, suporte técnico, governança e políticas públicas adequadas às características de cada território.

Palavras-chave: Valorização de biomassa; Sustentabilidade; Subprodutos agroindustriais.

1 INTRODUÇÃO

A economia circular ocupa hoje um lugar definido no debate jurídico-ambiental à medida que a destinação final dos resíduos é relacionada ao próprio modelo dos processos produtivos, ao uso de matérias-primas e à permanência dos materiais em circulação pelo maior tempo possível. Nessa mudança, o resíduo já não interessa apenas como rejeito a ser afastado do convívio social, mas também como elemento que pode retornar ao ciclo econômico, desde que existam condições técnicas, institucionais e regulatórias para isso (Kirchherr; Reike; Hekkert, 2017).

DOI: 10.51189/vii-coninters/89931

No caso brasileiro, essa mudança de enfoque dialoga com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que estabeleceu uma ordem de prioridades fundada na não geração, na redução, na reutilização, na reciclagem, no tratamento e na disposição final ambientalmente adequada, colocando o centro da política pública do descarte puro e simples para formas mais racionais de gerenciamento (Brasil, 2010).

Em período mais recente, a Estratégia Nacional de Economia Circular conferiu novo impulso normativo a esse processo, ao orientar a transição do modelo linear de produção e consumo para uma lógica voltada à preservação do valor dos materiais, à redução da geração de resíduos, à ampliação do reaproveitamento e ao fortalecimento de cadeias produtivas circulares (Brasil, 2024).

Essa diretriz ganha maior consistência quando observada à luz do cenário brasileiro dos resíduos sólidos urbanos, já que, em 2023, o país gerou 80.957.467 toneladas de resíduos, o equivalente a aproximadamente 382 kg por habitante ao ano (Abrema, 2024). Ainda assim, apenas 8,3% dos resíduos sólidos urbanos foram encaminhados à reciclagem, percentual bastante inferior ao potencial reciclável estimado em 33,6%, deixando clara a distância entre a capacidade material de reaproveitamento e a prática efetivamente consolidada no país (Abrema, 2024).

No Nordeste, a urgência dessa agenda é ainda mais perceptível, uma vez que a região respondeu por 20.011.742 toneladas de resíduos, correspondentes a 24,7% da geração nacional, ao mesmo tempo em que apresentou índice de coleta de 83,3%, abaixo da média brasileira de 93,4% (Abrema, 2024). Nessa perspectiva, a Estratégia de 2024 pode ser compreendida como uma tentativa de aproximar política industrial, gestão ambiental e desenvolvimento regional, criando condições normativas e econômicas para que os resíduos sejam reinseridos, com maior valor, nos ciclos produtivos (Brasil, 2024).

É nesse âmago que a casca de coco possui importância, sendo objeto deste artigo. Embora seja tratada, em muitos contextos urbanos, como resíduo volumoso de difícil manejo, sua composição e suas possibilidades de processamento mostram que ela está longe de ser material destituído de utilidade.

Por exemplo, em publicação técnica da Embrapa, foi registrado que a casca do coco-verde representa parcela predominante do peso bruto do fruto e reúne aptidões que permitem seu aproveitamento em substratos agrícolas, fibras, artefatos e outros produtos, desde que haja beneficiamento compatível com suas características físicas e com a escala de geração do resíduo (Mattos et al., 2023).

Por isso, a presença crescente desse material em praias, feiras, comércios e centros urbanos não pode ser lida tão-só como questão de limpeza pública. Ora, é um problema que envolve gestão de resíduos, custo administrativo, uso de biomassa reaproveitável e perda de oportunidade econômica em cadeias locais que poderiam absorver parte desse volume.

Nesse ínterim, o problema de pesquisa deste artigo decorre da tensão entre o valor potencial da casca de coco e seu descarte recorrente. Desse modo, busca-se compreender em que medida a reutilização desse subproduto pode contribuir para a melhoria da gestão dos sistemas agroindustriais, à luz da economia circular, da abordagem ESG e dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. A análise volta-se, ainda, à identificação dos fatores que favorecem ou dificultam sua consolidação em experiências concretas, considerando a redução de resíduos, o aproveitamento produtivo de materiais antes descartados e a possibilidade de agregar valor sustentável à cadeia agroindustrial.

Nesta senda, o objetivo é analisar os impactos do reaproveitamento da casca de coco na redução de resíduos, coadunando a base teórica da economia circular com os usos materiais já descritos na literatura recente, nacional e internacional.

Sob essa perspectiva, a relevância deste artigo decorre da necessidade de repensar a gestão dos resíduos agroindustriais a partir de práticas capazes de reduzir desperdícios, ampliar

DOI: 10.51189/vii-coninters/89931

o aproveitamento de recursos locais e melhorar o desempenho ambiental e produtivo dos sistemas agroindustriais no semiárido. Ao direcionar a análise para a casca de coco verde, o trabalho enfrenta um resíduo gerado em grande quantidade em cadeias de produção, comercialização e consumo, cuja destinação inadequada pode gerar impactos ambientais, custos operacionais e perda de oportunidades econômicas.

No contexto semiárido, essa discussão ganha maior importância, pois a valorização de subprodutos agroindustriais pode contribuir para cadeias produtivas mais sustentáveis, diminuir a pressão sobre áreas de descarte, favorecer alternativas de reaproveitamento e fortalecer modelos de gestão compatíveis com a economia circular, a realidade territorial e os desafios socioambientais da região.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Metodologicamente, conforme a classificação de Minayo (2014), o estudo classifica-se como pesquisa qualitativa quanto à abordagem, pois interpreta dados teóricos e documentais sem recorrer à mensuração estatística como eixo de análise. Quanto aos objetivos, possui caráter exploratório e analítico, consoante o entendimento de Gil (2017). Em relação aos procedimentos técnicos, caracteriza-se como pesquisa bibliográfica e documental.

O levantamento bibliográfico foi realizado nas bases Portal de Periódicos CAPES, Scopus, Web of Science, SciELO, Google Scholar e Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. A busca contemplou artigos científicos, teses, dissertações, livros e capítulos que tratassem de economia circular, gestão sustentável de resíduos, resíduos agroindustriais, biomassa vegetal, reaproveitamento de subprodutos agrícolas, casca de coco e coco verde.

Foram utilizados descritores em português e em inglês, combinados por operadores booleanos AND, OR e NOT, com o emprego de aspas para expressões compostas e parênteses para refinar os cruzamentos entre os termos. Além dos descritores centrais, foram incluídas expressões correlatas, como “economia circular”, “gestão sustentável de resíduos”, “resíduos agroindustriais”, “resíduos agrícolas”, “biomassa vegetal”, “valorização de biomassa”, “reaproveitamento de resíduos”, “subprodutos agroindustriais”, “casca de coco”, “fibra de coco”, “pó de coco”, “coco verde”, “resíduos lignocelulósicos”, “bioeconomia”, “compostagem”, “substrato agrícola”, “bioprodutos” e “aproveitamento produtivo”.

Em inglês, foram utilizados os termos “circular economy”, “sustainable waste management”, “agro-industrial residues”, “agricultural residues”, “biomass valorization”, “waste valorization”, “biomass reuse”, “coconut husk”, “coconut shell”, “green coconut waste”, “coconut coir”, “coir fiber”, “coir pith”, “lignocellulosic waste”, “bioeconomy”, “composting”, “agricultural substrate” e “bio-based products”.

As principais combinações adotadas foram: “economia circular” AND “resíduos agroindustriais”, “economia circular” AND “casca de coco”, “economia circular” AND “coco verde”, “coco verde” AND “reaproveitamento de resíduos”, “casca de coco” AND (“valorização de biomassa” OR “aproveitamento produtivo”), “fibra de coco” AND (“resíduos agroindustriais” OR “biomassa vegetal”), “pó de coco” AND (“substrato agrícola” OR “compostagem”), “resíduos lignocelulósicos” AND (“bioeconomia” OR “valorização de biomassa”), “subprodutos agroindustriais” AND (“economia circular” OR “gestão sustentável de resíduos”), “circular economy” AND “agro-industrial residues”, “circular economy” AND “coconut husk”, “green coconut waste” AND “waste valorization”, “coconut coir” AND (“biomass valorization” OR “bio-based products”), “coir fiber” AND (“agricultural residues” OR “lignocellulosic waste”), “coir pith” AND (“composting” OR “agricultural substrate”), “agro-industrial residues” AND (“circular economy” OR “biomass reuse”) e “coconut husk” AND “waste management” NOT “food industry”.

Foram incluídas publicações dos últimos cinco anos (2021-2025) que apresentassem relação objetiva com o objeto da pesquisa, contemplassem dados, análises ou discussões sobre

economia circular, valorização de biomassa e aproveitamento de subprodutos agroindustriais, e contribuíssem para compreender a casca de coco e os resíduos do coco verde como materiais com potencial de reinserção produtiva.

Malgrado isso, foram excluídos textos sem identificação de autoria, materiais opinativos, publicações duplicadas, estudos sem relação direta com resíduos agrícolas ou agroindustriais e trabalhos que abordassem o coco apenas sob perspectiva agronômica, comercial ou alimentícia, sem conexão com geração, destinação ou reaproveitamento de resíduos.

Já a pesquisa documental foi realizada em maio de 2026 e incidiu sobre legislação federal, atos normativos correlatos, documentos institucionais, relatórios técnicos, bases estatísticas e publicações oficiais relacionadas a resíduos, agricultura, meio ambiente, indústria e aproveitamento de biomassa. Foram consultados documentos da Embrapa, IBGE, IBAMA e Ministério do Desenvolvimento, Indústria, Comércio e Serviços, em razão da pertinência dessas fontes para o levantamento de dados sobre produção agrícola, resíduos, cadeias produtivas, sustentabilidade industrial e possibilidades de reinserção econômica de subprodutos agroindustriais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise qualitativa das fontes bibliográficas e documentais permitiu organizar os achados em quatro eixos de interpretação: 1) a caracterização da casca de coco como resíduo agroindustrial reaproveitável; 2) as rotas técnicas de valorização material; 3) os entraves operacionais para sua reinserção produtiva e; 4) compatibilidade dessas práticas com a economia circular, a gestão ESG e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

O primeiro achado da matriz de análise traz que a casca de coco verde reúne características físicas, químicas e econômicas que permitem sua reinserção em diferentes cadeias produtivas. Essa constatação decorre de sua natureza lignocelulósica, caracterizada por frações relevantes de celulose, hemicelulose e lignina, além de elevada persistência ambiental quando descartada sem tratamento. Vieira et al. (2024), ao revisarem a literatura sobre resíduos de coco, destacam que essa biomassa pode ser direcionada para construção civil, adsorventes, etanol, bio-óleo, fertilizantes orgânicos e extração de compostos fenólicos.

Esse resultado se aproxima da orientação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, onde a ordem de prioridade legal favorece a redução, a reutilização e a reciclagem antes da disposição final. No caso da casca de coco, a aplicação dessa hierarquia exige separação na origem, armazenamento adequado, redução de umidade e definição de destino compatível com a qualidade do resíduo. A literatura técnica mostra que a prensagem pode retirar cerca de 40% a 50% da umidade e reduzir a condutividade elétrica do material de 4,7 dS m-1 para aproximadamente 1,3 dS m-1, interferindo no uso agrícola do pó de coco e na viabilidade logística do transporte (Mattos; Rosa, 2023). Logo, a redução de resíduos também depende de criar uma etapa intermediária de beneficiamento capaz de transformar volume, umidade e heterogeneidade em matéria-prima aproveitável.

Para Li et al. (2025), tal achado tem relação com a gestão sustentável, conectando o reaproveitamento de resíduo, tratamento de água, produção vegetal e redução de perdas de nutrientes dentro de um mesmo sistema produtivo.

A valorização agronômica também aparece no estudo de Konneh et al. (2021), que comparou biochars de casca de arroz, casca de coco e casca de café para adsorção e dessorção de nutrientes em efluente de abatedouro. O biochar de casca de coco apresentou as maiores capacidades de adsorção para nitrato e nitrito, com 12,97 mg g-1 para NO3-N e 0,244 mg g-1 para NO2-N. A dessorção posterior, de 24,39% para nitratos e 91,39% para nitritos, indicou possibilidade de uso do material enriquecido como fertilizante de liberação gradual.

DOI: 10.51189/vii-coninters/89931

A partir desse resultado, percebe-se que a casca de coco pode ingressar em uma cadeia de reaproveitamento ligada à recuperação de nutrientes, ao saneamento produtivo e à redução da dependência de insumos externos.

Olagunju e Alexander (2025) chegaram a conclusão semelhante ao estudar carvão ativado produzido a partir de casca de coco para remoção de ciprofloxacino da água. O carvão ativado sintetizado a partir do resíduo alcançou capacidade de adsorção de 36,72 mg g-1 e remoção de 73%, enquanto o carvão ativado comercial atingiu 42,34 mg g-1 e 85%. Mesmo sem superar o adsorvente comercial, o material derivado da casca de coco apresentou desempenho ambientalmente promissor, especialmente por reduzir custo de matéria-prima e aproveitar resíduo de alta disponibilidade. Nesse ponto, a vantagem circular está na substituição parcial de insumos industriais por matéria residual tratada, desde que o processo mantenha segurança e qualidade.

Esse resultado mostra que a casca de coco pode ser convertida em produto técnico de maior desempenho, entretanto, também indica um limite de aplicação local, onde processos com ativação química e controle térmico exigem infraestrutura, energia, capacitação e gestão de efluentes químicos, o que pode dificultar sua incorporação imediata por municípios pequenos ou por cadeias informais de resíduos.

Essa diferenciação técnica é pertinente considerando que a casca de coco não se comporta como material homogêneo durante a pirólise. Ao invés disso, exige ajuste de temperatura, taxa de aquecimento e tempo de residência para direcionar o processo ao produto desejado.

Kwon et al. (2024) ampliaram essa discussão ao estudar a valorização termoquímica da casca de coco com integração de dióxido de carbono. O estudo mostrou que o uso de CO2 como meio reacional, associado a catalisador Ni/Al2O3, moveu parte do carbono do bio-óleo para o monóxido de carbono e aumentou a produção de gás de síntese em mais de 6,5 vezes no processo catalítico em comparação à pirólise em atmosfera de nitrogênio.

Esse dado aponta uma rota mais sofisticada de aproveitamento, ligada à conversão simultânea de resíduo agrícola e CO2 em produtos energéticos. A despeito disso, sua incorporação em políticas públicas de resíduos exige cautela, posto que depende de escala, controle tecnológico e avaliação de ciclo de vida para evitar que o ganho ambiental seja neutralizado por consumo energético elevado.

Essa possibilidade tem interesse para regiões produtoras, permitindo transformar resíduo local em insumo para cadeias de construção, artesanato técnico e soluções de baixo impacto. Nesse caso, o ganho ambiental decorre da substituição parcial de fibras sintéticas, madeira ou materiais de maior pegada energética, desde que haja padronização e controle de desempenho.

Os achados também mostram que a adoção da economia circular na cadeia da casca de coco depende muito da organização dos agentes. Doe et al. (2023), ao estudarem a cadeia de resíduos de coco em Gana, apontaram que o aproveitamento do resíduo pode favorecer a economia circular e o desenvolvimento econômico local, porém, depende de marcos regulatórios, coleta adequada, transporte, parcerias entre autoridades locais, setor privado e iniciativas comunitárias.

O estudo está próximo da realidade brasileira porque mostra um problema recorrente em cadeias de biomassa, em que o resíduo existe em quantidade, possui usos possíveis, mas sua conversão em produto depende de coordenação entre geradores, coletores, unidades de processamento e compradores.

Muriuki, Ayuya e Oloo (2024), em pesquisa sobre o sistema circular da cadeia do coco no Condado de Kilifi, no Quênia, identificaram 21 atores distribuídos em redes de informação, produto e financiamento, utilizando análise de redes sociais para mapear posições, vínculos e restrições. A contribuição desse estudo para o presente artigo está em mostrar que a

DOI: 10.51189/vii-coninters/89931

circularidade da casca de coco não nasce só da inovação técnica, exigindo arranjos de governança capazes de conectar agricultores, vendedores, unidades de beneficiamento, transportadores, poder público, compradores industriais, instituições financeiras e centros de pesquisa. Sem esses vínculos, a casca continua sendo descartada de forma dispersa, mesmo quando há tecnologias disponíveis para sua valorização.

Essa diferenciação evita tratar todas as rotas como igualmente viáveis. Para o semiárido e para municípios com menor capacidade instalada, as rotas de primeiro e segundo nível tendem a ser mais adequadas no curto prazo, enquanto as rotas termoquímicas e de biorrefinaria dependem de parcerias com universidades, empresas, parques tecnológicos e políticas de fomento.

4 CONCLUSÃO

O presente artigo demonstrou que a reutilização da casca de coco pode contribuir para a redução de resíduos, principalmente quando associada a práticas de economia circular e a modelos locais de gestão sustentável. Ao longo da discussão, ficou claro que esse material, muitas vezes tratado só como descarte volumoso, possui potencial de reaproveitamento em diferentes usos, ampliando sua utilidade ambiental e econômica.

Outrossim, os resultados mostraram que o aproveitamento da casca de coco pode diminuir a pressão sobre os sistemas de coleta e disposição final, além de favorecer a criação de cadeias produtivas voltadas ao uso agrícola, industrial, energético e artesanal. Ainda assim, o estudo também deixou explícito que essa transição depende de logística adequada, beneficiamento prévio, coordenação institucional e existência de demanda pelos subprodutos gerados.

Todavia, como limitação, a pesquisa baseou-se em revisão bibliográfica e documental, sem pesquisa de campo ou coleta direta de dados empíricos, restringindo um pouco a observação mais próxima de experiências locais e de seus resultados operacionais. Além do mais, a diversidade das realidades estudadas na literatura dificulta generalizações mais amplas.

Para trabalhos futuros, recomenda-se a realização de estudos aplicados em municípios com alta geração desse resíduo, bem como pesquisas comparativas sobre custos, viabilidade operacional e modelos de gestão aplicáveis à reutilização da casca de coco. Desse modo, será possível avançar na construção de soluções mais ajustadas às condições de cada território.

REFERÊNCIAS

ABREMA. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2024**. São Paulo: Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente, 2024. Disponível em: https://www.abrema.org.br/download/96475/?tmstv=1733786378. Acesso em: 11 jun. 2026.

BRASIL. **Lei n. 12.305, de 2 de agosto de 2010.** Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 14 abr. 2026.

BRASIL. **Decreto n. 12.082, de 27 de junho de 2024**. Institui a Estratégia Nacional de Economia Circular. Brasília, DF: Presidência da República, 2024. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2023-2026/2024/decreto/d12082.htm. Acesso em: 14 abr. 2026.

DOI: 10.51189/vii-coninters/89931

DOE, B. et al. Towards Circular Economy and Local Economic Development in Ghana: Insights from the Coconut Waste Value Chain. **Circular Economy and Sustainability**, v. 3, n. 1, p. 347-372, 2023.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

KIRCHHERR, Julian; REIKE, Denise; HEKKERT, Marko. Conceptualizing the circular economy: an analysis of 114 definitions. **Resources, Conservation and Recycling**, Amsterdam, v. 127, p. 221-232, 2017.

KONNEH, M.; WANDERA, S. M.; MURUNGA, S. I.; RAUDE, J. M. Adsorption and desorption of nutrients from abattoir wastewater: modelling and comparison of rice, coconut and coffee husk biochar. **Heliyon**, v. 7, n. 12, e08458, 2021.

KWON, D. et al. Enhanced thermochemical valorization of coconut husk through carbon dioxide integration: a sustainable approach to agricultural residue utilization. **Applied Energy**, v. 369, 123576, 2024.

LI, T. et al. Effect of coconut waste and its biochar as hydroponics substrates on system performance and nitrogen transformation in aquaponics. **Aquacultural Engineering**, v. 109, 102512, 2025.

MATTOS, Adriano Lincoln Albuquerque; ROSA, Morsyleide de Freitas. **Processamento de casca de coco-verde para a produção de substrato agrícola**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2023.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2014.

MURIUKI, T. E.; AYUYA, O. I.; OLOO, B. O. Towards circular production system in the coconut value chain: actor, roles, linkage and constraints in Kilifi County, Kenya. **Cogent Social Sciences**, v. 10, n. 1, 2362903, 2024.

NISSAR, M. et al. Coconut Coir Fiber Composites for Sustainable Architecture: a review of properties, processing, and applications. **Journal of Composites Science**, v. 9, n. 10, 516, 2025.

OLAGUNJU, E. O.; ALEXANDER, M. Valorization of Coconut Husk for Mitigating Antimicrobial Resistance: mechanistic insights into ciprofloxacin removal from water. **Chemistry,** v. 7, n. 6, 199, 2025.

TAVEIRA, N. S. S. et al. Pyrolysis of Green Coconut Husk Pellets: process conditions for integrated production of biochar, high-quality bio-oil, and hydrogen-rich gas. **Biomass,** v. 5, n. 4, 78, 2025.

VIEIRA, F. et al. Coconut Waste: discovering sustainable approaches to advance a circular economy. **Sustainability**, v. 16, n. 7, 3066, 2024.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

GESTÃO SUSTENTÁVEL DE PESSOAS NAS ORGANIZAÇÕES: DESAFIOS E OPORTUNIDADES PARA A CONSTRUÇÃO DE AMBIENTES DE TRABALHO RESPONSÁVEIS

JESSICA TAMILES ANDRADE DE SOUZA

Introdução: A sustentabilidade organizacional tem ampliado sua abrangência para além das dimensões ambiental e econômica, incorporando aspectos sociais relacionados às condições de trabalho, valorização dos profissionais e responsabilidade das organizações. Nesse contexto, a gestão de pessoas apresenta papel estratégico na construção de ambientes organizacionais mais éticos, inclusivos e socialmente responsáveis. **Objetivo:** Analisar os principais desafios e oportunidades relacionados à adoção de práticas sustentáveis de gestão de pessoas nas organizações. **Metodologia:** O estudo caracteriza-se como uma revisão bibliográfica, de abordagem qualitativa e natureza descritiva, fundamentada na análise de produções científicas sobre sustentabilidade organizacional, gestão de pessoas, responsabilidade social, diversidade e condições de trabalho. Foram considerados estudos que abordam práticas organizacionais voltadas à valorização e ao desenvolvimento dos trabalhadores, buscando identificar tendências, contribuições e desafios relacionados à sustentabilidade social nas organizações. **Resultados:** A análise da literatura demonstra que práticas relacionadas à valorização profissional, capacitação, diversidade, equidade e inclusão, melhoria das condições de trabalho, participação dos colaboradores e promoção do equilíbrio entre vida profissional e pessoal constituem importantes elementos da gestão sustentável de pessoas. Os estudos também indicam que essas práticas podem contribuir para o fortalecimento do comprometimento dos trabalhadores, melhoria do ambiente organizacional e desenvolvimento de relações profissionais mais responsáveis. Entretanto, permanecem desafios relacionados à resistência organizacional, à preparação das lideranças, à necessidade de indicadores sociais e à integração das práticas sustentáveis à estratégia empresarial. **Conclusão:** A gestão sustentável de pessoas representa uma dimensão relevante para o desenvolvimento de organizações socialmente responsáveis. Sua efetividade depende da incorporação dos princípios de sustentabilidade aos processos de gestão e das decisões estratégicas, superando ações isoladas e promovendo uma cultura organizacional orientada à valorização humana. Dessa forma, práticas sustentáveis de gestão de pessoas podem contribuir simultaneamente para melhores condições de trabalho, fortalecimento das relações organizacionais e construção de modelos empresariais mais responsáveis e duradouros.

Palavras-chave: **DIVERSIDADE; GESTÃO DE PESSOAS; RESPONSABILIDADE SOCIAL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/89947

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

INDICADORES ESG COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO ESTRATÉGICA: DESAFIOS PARA A SUSTENTABILIDADE E A GERAÇÃO DE VALOR NAS ORGANIZAÇÕES

JESSICA TAMILES ANDRADE DE SOUZA; JOSE RIBEIRO DO NASCIMENTO JUNIOR

Introdução: A crescente necessidade de conciliar desempenho econômico, responsabilidade socioambiental e transparência tem ampliado a relevância dos critérios ambientais, sociais e de governança (ESG) na administração das organizações. Nesse contexto, os indicadores ESG podem contribuir para transformar princípios de sustentabilidade em informações capazes de apoiar processos de planejamento, monitoramento e tomada de decisão. **Objetivo:** Analisar a contribuição dos indicadores ESG como instrumentos de gestão estratégica e identificar os principais desafios para sua utilização na promoção da sustentabilidade e da geração de valor organizacional. **Metodologia:** Foi realizada uma revisão bibliográfica de abordagem qualitativa e caráter descritivo, com análise de estudos científicos e documentos relacionados à sustentabilidade empresarial, gestão estratégica, governança corporativa e indicadores ESG. A análise buscou identificar as principais aplicações dos indicadores na gestão organizacional, bem como os benefícios e limitações associados à sua implementação. **Resultados:** Os resultados da análise evidenciam que os indicadores ESG podem auxiliar os gestores no acompanhamento do desempenho organizacional, na identificação de riscos, no estabelecimento de metas e na avaliação de práticas relacionadas à responsabilidade ambiental, social e à governança. Observou-se também que a utilização sistemática desses indicadores favorece maior integração entre sustentabilidade e planejamento estratégico, podendo fortalecer a transparência, a prestação de contas e a percepção de valor por diferentes partes interessadas. Entretanto, foram identificados desafios relacionados à padronização das métricas, à disponibilidade e qualidade dos dados, à comparabilidade das informações e à necessidade de capacitação dos gestores para interpretar adequadamente os indicadores. **Conclusão:** Os indicadores ESG apresentam potencial para atuar como ferramentas de apoio à administração estratégica, contribuindo para que a sustentabilidade seja incorporada aos processos decisórios e não permaneça restrita a iniciativas isoladas. Conclui-se que sua utilização efetiva depende da qualidade das informações, da definição de métricas coerentes com os objetivos organizacionais e do comprometimento da gestão com práticas de transparência, responsabilidade e geração de valor sustentável.

Palavras-chave: **GOVERNANÇA; INDICADORES ESG; SUSTENTABILIDADE EMPRESARIAL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/89948

EFICIÊNCIA DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM MUNICÍPIOS DE PERNAMBUCO: UMA ANÁLISE POR MESORREGIÕES VIA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

EMMANUEL SILVA BATISTA; RAÍSSA GRAZIELLE AGUIAR LIMA DE SIQUEIRA

RESUMO

A eficiência dos serviços de abastecimento de água constitui um aspecto fundamental para a utilização racional dos recursos, a ampliação do atendimento e a redução de perdas nos sistemas de distribuição. Nesse contexto, este estudo tem como objetivo avaliar a eficiência relativa dos serviços de abastecimento de água dos municípios de Pernambuco e analisar sua distribuição entre as mesorregiões do estado. A pesquisa possui abordagem quantitativa e utiliza a Análise Envoltória de Dados (DEA), mediante o modelo BCC, com retornos variáveis de escala e orientação a *outputs*, considerando simultaneamente indicadores desejáveis e indesejáveis de desempenho. Foram selecionados indicadores relacionados ao consumo médio de energia elétrica e à despesa total média com os serviços de abastecimento como *inputs*, enquanto o atendimento da população total com rede de abastecimento de água, as perdas totais na distribuição e as perdas totais por ligação foram considerados *outputs*, sendo as perdas tratadas como variáveis indesejáveis. Os dados foram extraídos do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA), referentes ao ano de 2024. Embora Pernambuco possua 185 municípios, a análise contemplou 178 unidades, em função da ausência de atendimento na sede municipal ou da indisponibilidade de dados necessários à aplicação do modelo. Os resultados foram organizados segundo as mesorregiões de São Francisco, Sertão, Agreste, Zona da Mata e Região Metropolitana do Recife. As eficiências médias variaram entre 0,60 e 0,66, com destaque para a Zona da Mata, que apresentou a maior média, enquanto o Sertão apresentou a maior amplitude e dispersão dos resultados. A análise permite identificar diferenças no desempenho dos sistemas e apontar unidades de referência para comparação (*benchmarks*), contribuindo para o diagnóstico da eficiência municipal no setor.

Palavras-chave: Eficiência operacional; Gestão hídrica; DEA.

1 INTRODUÇÃO

O abastecimento de água constitui um dos componentes essenciais do saneamento básico, estando diretamente relacionado à qualidade de vida, à saúde pública e ao desenvolvimento socioeconômico. A prestação desses serviços, entretanto, envolve desafios relacionados à expansão e manutenção da infraestrutura, à disponibilidade de recursos hídricos, aos custos operacionais e às perdas de água nos sistemas. No contexto brasileiro, esses desafios estão associados não apenas à necessidade de ampliação do acesso, mas também à melhoria da eficiência e à sustentabilidade dos serviços de abastecimento de água (Chaves *et al.*, 2024).

A Política Nacional de Saneamento Básico, estabelecida pela Lei nº 11.445/2007 e atualizada pela Lei nº 14.026/2020, estabelece entre seus princípios a eficiência e a sustentabilidade econômica dos serviços, além da adequada prestação e universalização do acesso. Apesar dos avanços institucionais e regulatórios, persistem diferenças significativas na estrutura e no desempenho dos serviços de saneamento entre municípios e regiões brasileiras. Essas diferenças tornam relevante a utilização de instrumentos capazes de comparar o

DOI: 10.51189/vii-coninters/89949

desempenho de unidades submetidas a diferentes condições operacionais, especialmente em um cenário de mudanças climáticas, no qual a disponibilidade hídrica e a capacidade de prestação dos serviços podem ser afetadas (Correia *et al.*, 2021).

Nesse contexto, a eficiência operacional pode ser entendida como a capacidade de otimizar os insumos empregados na prestação de determinado serviço para alcançar o melhor resultado possível diante das condições existentes (Barbosa e Fuchigami, 2018). Complementarmente, a eficiência corresponde à razão entre a produção obtida e aquela idealmente alcançável, o que permite avaliar o desempenho de uma unidade produtiva frente ao seu potencial máximo (Coelho et al., 2024).

Entre as metodologias utilizadas para esse tipo de avaliação, destaca-se a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA), introduzida por Charnes, Cooper e Rhodes (1978) como uma abordagem não paramétrica para mensuração da eficiência relativa de unidades tomadoras de decisão (*Decision Making Units* – DMUs) a partir da utilização simultânea de múltiplos *inputs* e *outputs*. A técnica permite estabelecer uma fronteira de eficiência com base nas próprias unidades analisadas, possibilitando identificar aquelas que apresentam melhores práticas relativas e estimar o potencial de melhoria das unidades ineficientes. Posteriormente, Banker, Charnes e Cooper (1984) ampliaram a abordagem original com a introdução do modelo BCC, que considera retornos variáveis de escala e permite uma avaliação mais adequada de unidades que operam em diferentes escalas de produção. A Figura 1 ilustra o funcionamento da fronteira de eficiência do modelo BCC.

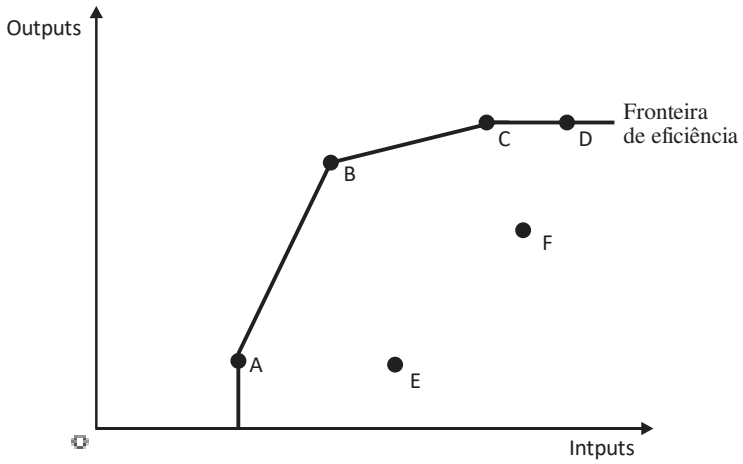


Figura 1 - Fronteira de eficiência do modelo BCC

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A fronteira de eficiência no modelo BCC é composta por segmentos lineares que conectam diversas DMUs eficientes, o modelo considera que unidades produtivas podem operar sob diferentes escalas, permitindo retornos crescentes, constantes ou decrescentes. As DMUs A, B, C e D estão localizadas sobre a fronteira de eficiência, o que indica que são consideradas eficientes. Essas unidades operam de forma ótima na transformação de insumos em produtos, dentro do contexto dos retornos variáveis de escala. Por outro lado, as DMUs E e F, situadas abaixo da fronteira, são classificadas como ineficientes.

A aplicação da DEA ao setor de abastecimento de água mostra-se particularmente pertinente diante da necessidade de conciliar a utilização racional dos recursos com a ampliação dos resultados dos serviços. Sob essa perspectiva, a avaliação da eficiência pode contribuir para identificar diferenças de desempenho entre os municípios e evidenciar padrões de comportamento entre diferentes regiões do território.

Em Pernambuco, a diversidade territorial e socioeconômica dos municípios, distribuídos entre as regiões do São Francisco, Sertão, Agreste, Zona da Mata e Região

Metropolitana do Recife, proporciona um contexto relevante para a análise comparativa da eficiência dos serviços de abastecimento de água. A avaliação dos municípios individualmente, associada ao agrupamento dos resultados por mesorregião, permite investigar a distribuição espacial dos níveis de eficiência e verificar a existência de diferentes padrões regionais de desempenho.

Diante desse contexto, o objetivo geral deste estudo é avaliar a eficiência relativa dos serviços de abastecimento de água de municípios de Pernambuco, por meio da Análise Envoltória de Dados, e analisar a distribuição dos resultados entre as mesorregiões do estado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de abordagem quantitativa e natureza descritiva e comparativa, voltada à avaliação da eficiência relativa dos serviços de abastecimento de água dos municípios do estado de Pernambuco. A análise foi realizada a partir de dados secundários referentes ao ano de 2024, obtidos no Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA).

O universo da pesquisa corresponde aos 185 municípios de Pernambuco. Entretanto, em razão das características e da disponibilidade dos dados necessários à aplicação do modelo, a amostra foi composta por 178 municípios. Cinco municípios (Inajá, Iati, Gameleira, Itambé e Jaqueira) foram excluídos da análise por não apresentarem atendimento da sede municipal por rede de abastecimento de água, conforme os dados disponibilizados pelo SINISA. Outros dois municípios, Carnaubeira da Penha e Quipapá, foram excluídos devido à ausência de dados para pelo menos um dos indicadores selecionados, impossibilitando a aplicação consistente do modelo DEA. Dessa forma, foram consideradas 178 unidades tomadoras de decisão correspondentes aos municípios com informações suficientes para a realização da análise.

A seleção das variáveis buscou representar diferentes dimensões relacionadas à eficiência dos serviços de abastecimento de água, contemplando recursos financeiros e energéticos empregados e resultados associados à prestação do serviço. Foram definidos como *inputs* o consumo médio de energia elétrica no serviço de abastecimento de água e a despesa total média de água, incluindo tributos. Como *outputs* foram considerados o atendimento da população total com rede de abastecimento de água, as perdas totais de água na distribuição e as perdas totais de água por ligação. As variáveis relacionadas às perdas foram classificadas como *outputs* indesejáveis, de modo que o modelo considere seu caráter negativo na avaliação do desempenho das unidades.

A mensuração da eficiência foi realizada por meio da Análise Envoltória de Dados, utilizando o modelo BCC aplicado com orientação aos *outputs*, buscando identificar o potencial de expansão dos resultados dos municípios mantendo constantes os níveis de *inputs* utilizados. Essa orientação é adequada ao objetivo de verificar em que medida os municípios podem ampliar o atendimento da população e, simultaneamente, melhorar seu desempenho quanto às perdas de água, considerando o tratamento dessas últimas como variáveis indesejáveis no modelo. O escore de eficiência é obtido pela comparação de cada município com uma fronteira formada pelas unidades que apresentam as melhores combinações relativas entre os recursos utilizados e os resultados alcançados. Municípios situados na fronteira apresentam escore de eficiência igual a 1, enquanto valores inferiores indicam desempenho relativamente ineficiente em relação às demais unidades analisadas. A Equação 1 apresenta a formulação matemática do modelo BCC orientado a *outputs*.

$$Max\ h_o \tag{1}$$

sujeito a

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij}\ .\lambda_j \leq x_{io}, \forall i$$

$$\sum_{j=1}^{n} y_{rj} \,.\lambda_j \geq h_o.y_{ro}, \forall r$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0, \forall j$$

onde h_o representa o fator pelo qual todos os *output*s da unidade avaliada podem ser proporcionalmente expandidos sem a necessidade de alterar os *inputs* consumidos; os termos x_{ij} e y_{rj} representam os valores observados dos *inputs* e *outputs* para cada unidade *j* (variando de 1 até *n*); x_{io} e y_{ro} referem-se, respectivamente, aos valores dos *inputs* e *outputs* da unidade *o* que está sendo avaliada; e o termo λ_j é um peso atribuído a cada DMU *j* na construção da fronteira de referência, permitindo a combinação convexa das unidades avaliadas.

A aplicação do modelo DEA foi realizada utilizando a linguagem de programação R, por meio do ambiente integrado de desenvolvimento RStudio. Para a operacionalização das análises foram utilizados os pacotes *deaR*, *FEAR* e *Benchmarking*, que disponibilizam funções e procedimentos específicos para a estimação de modelos de Análise Envoltória de Dados. O uso da linguagem R permitiu a organização, tratamento e processamento dos dados, bem como a automatização dos procedimentos de cálculo dos escores de eficiência e posterior organização dos resultados para análise comparativa.

A Análise Envoltória de Dados requer que todas as variáveis utilizadas, tanto de entrada quanto de saída, assumam valores não negativos e estejam orientadas na mesma direção de otimização do modelo. No entanto, há a presença de variáveis de saída indesejáveis (perdas na distribuição e perdas por ligação), cujos aumentos não representam melhoria de desempenho, contrariando a orientação definida. Para contornar essa incompatibilidade, os pacotes utilizados adotam a transformação aditiva de dados (Equação 2) proposta por Seiford e Zhu (2002).

$$y_{rj}^{*} = y_r^{max} - y_{rj} + 1 \qquad (2)$$

onde y_{rj}^{*} representa o valor transformado do output indesejável r para a unidade j; y_r^{max} é o valor máximo observado na amostra; e y_{rj} é o valor original do output indesejável.

Essa abordagem consiste em inverter a direção dos *outputs* indesejáveis de modo que valores originalmente elevados (indicativos de ineficiência) passem a assumir valores reduzidos, compatíveis com a lógica de maximização da DEA. Essa transformação é linear, simples e decrescente, preservando a ordenação relativa dos dados, ou seja, quanto maior o valor original do indicador indesejável, menor será o valor transformado (y_{rj}^{*}). Dessa forma, as variáveis passam a se comportar como *outputs* "desejáveis", sem distorcer as relações proporcionais entre as unidades avaliadas.

Após a obtenção dos escores de eficiência, os municípios foram agrupados segundo as mesorregiões: São Francisco, Sertão, Agreste, Zona da Mata e Região Metropolitana do Recife. Para cada grupo foram calculadas estatísticas descritivas, incluindo valores mínimo e máximo, média, mediana e desvio padrão dos escores de eficiência. Adicionalmente, os municípios foram distribuídos em classes de eficiência, permitindo analisar a concentração das unidades em diferentes níveis de desempenho e comparar a distribuição dos resultados entre as mesorregiões do estado.

A combinação da análise dos escores individuais com a abordagem mesorregional permite avaliar tanto a eficiência relativa de cada município quanto a heterogeneidade territorial do desempenho dos serviços de abastecimento de água em Pernambuco. Dessa forma, os procedimentos metodológicos possibilitam identificar padrões regionais e diferenças na eficiência dos sistemas, fornecendo uma visão comparativa do desempenho municipal no ano de 2024.

DOI: 10.51189/vii-coninters/89949

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do modelo DEA-BCC orientado a *outputs* permitiu estimar a eficiência relativa dos municípios pernambucanos considerados na pesquisa, possibilitando a comparação do desempenho dos serviços de abastecimento de água a partir dos indicadores selecionados. Para facilitar a interpretação dos resultados e evidenciar possíveis diferenças territoriais, os escores de eficiência foram agrupados em intervalos de 10%, enquanto as estatísticas descritivas foram calculadas individualmente para cada mesorregião. A distribuição dos municípios segundo as classes de eficiência e os principais indicadores estatísticos é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Classes de eficiência e estatísticas descritivas por mesorregião

Classes (%)	São Francisco	Sertão	Agreste	Zona da Mata	RMR
0,00 - 10,00	0	1	0	0	0
10,00 - 20,00	0	0	0	0	0
20,00 - 30,00	0	0	2	0	0
30,00 - 40,00	0	0	0	0	0
40,00 - 50,00	1	2	8	0	1
50,00 - 60,00	5	16	22	13	4
60,00 - 70,00	8	11	26	18	10
70,00 - 80,00	0	3	7	2	0
80,00 - 90,00	0	3	0	2	0
90,00 - 100,00	0	4	5	4	0
Mínimo	0,49	0,05	0,25	0,52	0,40
Máximo	0,69	1,00	1,00	1,00	0,67
DMUs eficientes	0	4	5	3	0
Média	0,60	0,64	0,62	0,66	0,60
Mediana	0,61	0,60	0,61	0,62	0,61
Desvio Padrão	0,06	0,18	0,14	0,13	0,06

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A análise da eficiência relativa dos serviços de abastecimento de água nos 178 municípios pernambucanos revelou uma eficiência média global intermediária, variando de 0,60 a 0,66 entre as mesorregiões. A Zona da Mata apresentou o maior valor médio (0,66), seguida pelo Sertão (0,64) e pelo Agreste (0,62), enquanto o São Francisco e a Região Metropolitana do Recife apresentaram médias de 0,60. Esse resultado aponta para a existência de uma margem relevante de ociosidade operacional (34% - 40%), sugerindo que a maioria das unidades gestoras possui potencial para otimizar a aplicação de insumos financeiros e energéticos na expansão da cobertura e no combate às perdas de água.

A análise das medianas apresentou comportamento semelhante ao observado para as médias, com valores entre 0,60 e 0,62. A Zona da Mata apresentou a maior mediana (0,62), enquanto Agreste, São Francisco e Região Metropolitana do Recife registraram 0,61, e o Sertão, 0,60. A proximidade entre médias e medianas indica relativa concentração dos escores em torno dos valores centrais na maior parte das mesorregiões. No Sertão, entretanto, a média de 0,64, superior à mediana de 0,60, sugere maior influência de municípios com elevados níveis de eficiência sobre o resultado médio regional.

DOI: 10.51189/vii-coninters/89949

A dispersão dos escores reforça as diferenças internas entre as mesorregiões. O Sertão apresentou o maior desvio padrão (0,18) e também a maior amplitude, com valores entre 0,05 e 1,00. O Agreste apresentou comportamento semelhante, embora menos acentuado, com desvio padrão de 0,14 e escores entre 0,25 e 1,00, enquanto a Zona da Mata registrou desvio padrão de 0,13 e valores entre 0,52 e 1,00. Em contraste, São Francisco e Região Metropolitana do Recife apresentaram menor dispersão, ambos com desvio padrão de 0,06, indicando maior homogeneidade dos níveis de eficiência nessas regiões.

A distribuição por classes complementa essa análise, mostrando a predominância de municípios nas faixas intermediárias de eficiência, especialmente entre 0,50 e 0,70. Entre os 178 municípios avaliados, 12 (6,74%) alcançaram o escore máximo de eficiência, situando-se na fronteira eficiente do modelo. Desse total, quatro pertencem ao Sertão (Brejinho, Itapetim, Santa Terezinha e Trindade), cinco ao Agreste (Alagoinha, Angelim, Canhotinho, Caruaru e Jurema) e três à Zona da Mata (Amaraji, Cortês e Xexéu). Em contrapartida, nenhum município das mesorregiões do São Francisco e Metropolitana do Recife atingiu a eficiência máxima.

A presença de municípios eficientes em três das cinco mesorregiões demonstra que as unidades de melhor desempenho não estão concentradas em uma única porção do território pernambucano. Ao mesmo tempo, a coexistência de escores bastante distintos dentro de uma mesma mesorregião, especialmente no Sertão e no Agreste, evidencia que a localização regional, isoladamente, não explica o desempenho observado. Os 12 municípios situados na fronteira constituem referências para a comparação das demais unidades, permitindo que o DEA identifique potenciais melhorias para os municípios ineficientes a partir das relações entre os recursos empregados e os resultados alcançados.

4 CONCLUSÃO

A aplicação da Análise Envoltória de Dados permitiu avaliar comparativamente a eficiência relativa dos serviços de abastecimento de água nos municípios pernambucanos, considerando conjuntamente aspectos financeiros, energéticos, de atendimento e de perdas de água. Os resultados evidenciaram diferenças entre as mesorregiões, embora as médias de eficiência tenham permanecido relativamente próximas, variando entre 0,60 e 0,66, com melhor desempenho médio observado na Zona da Mata.

A identificação de apenas 12 municípios eficientes, correspondentes a 6,74% das unidades analisadas, demonstra que parcela expressiva dos municípios apresenta potencial de melhoria em relação às unidades situadas na fronteira de eficiência. Além disso, a elevada dispersão observada em algumas mesorregiões, especialmente no Sertão, evidencia a heterogeneidade do desempenho dos serviços mesmo entre municípios inseridos em um mesmo contexto regional.

Nesse sentido, a utilização da DEA mostrou-se adequada para identificar diferenças de desempenho e estabelecer unidades de referência, fornecendo subsídios para o direcionamento de estratégias voltadas à utilização mais eficiente dos recursos e à melhoria dos resultados dos serviços de abastecimento de água. Como continuidade da pesquisa, recomenda-se aprofundar a análise dos municípios ineficientes, identificando metas individuais de melhoria e os respectivos municípios de referência, bem como incorporar variáveis capazes de representar outros condicionantes operacionais, socioeconômicos e ambientais dos sistemas de abastecimento.

REFERÊNCIAS

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078–1092, 1984.

BARBOSA, F. C.; FUCHIGAMI, H. Y. **Análise Envoltória de Dados: Teoria e Aplicações Práticas**. Itumbiara: Ulbra, 2018.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Brasília, DF: Presidência da República, 2007.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico [...] e autoriza a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Brasília, DF: Presidência da República, 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA): indicadores de abastecimento de água. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2025.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429–444, 1978.

CHAVES, H. P.; FILHO, T. C. T. B.; MARQUES, R. C.; MALHEIROS, T. F. Performance evaluation of water supply service providers: a review with a focus on Brazil. **Water Supply**, v. 24, n. 9, p. 3118-3131, 2024.

COELHO, M. B.; LACERDA, D. P.; PIRAN, F. A. S.; SILVA, D. O.; SELLITO, M. A. Project Management Efficiency Measurement with Data Envelopment Analysis: A case in a petrochemical company. **Applied System Innovation**, v. 7, n. 1, 2023.

CORREIA, C. V.; HUSZCZ, G. B.; PAES, B. A.; SANTOS, A. G. E.; MARTENS, L. B. Doenças de veiculação hídrica e seu grande impacto no Brasil: consequência de alterações climáticas ou ineficiência de políticas públicas?. **Brazilian Medical Students**, v. 4, n. 8, 2021.

SEIFORD, L. M.; ZHU, J. Modeling undesirable factors in efficiency evaluation. **European Journal of Operational Research**, v. 142, n. 1, p. 16–20, 2002.

SUSTENTABILIDADE E ECONOMIA CIRCULAR NA INDÚSTRIA VITIVINÍCOLA: REVISÃO COM METHODI ORDINATIO SOBRE A VALORIZAÇÃO DO BAGAÇO DE UVA

LEONARDO RIBEIRO SALVATORI; GABRIELI PITCHININ; RICARDO APARECIDO PEREIRA; MARTA LENART

RESUMO

O bagaço de uva, principal subproduto de vinificação, corresponde a cerca de 20% a 30% do peso total das uvas processadas, retém aproximadamente 70% de compostos bioativos, como polifenóis, fibras e ácidos graxos essenciais. Esta revisão tem como objetivo analisar o estado atual das pesquisas sobre o aproveitamento sustentável do bagaço de uva dentro da perspectiva da economia circular, abordando seus principais compostos, métodos de extração, potencial para o desenvolvimento de produtos com maior valor econômico e tecnológico, além dos aspectos ligados à aceitação pelo mercado e possibilidades de aplicação industrial. Foram considerados estudos publicados entre os anos de 2010 e 2026, período selecionado devido ao crescimento recente das pesquisas relacionadas à sustentabilidade, economia circular e valorização de subprodutos agroindustriais provenientes da indústria vitivinícola. As buscas foram realizadas nas bases de dados Web off Science e Scopus, selecionadas pela abrangência e relevância científica na indexação de estudos internacionais. Foram identificados inicialmente 812 estudos, sendo 360 provenientes da Web off Science e 452 da Scopus. Para a organização, classificação e priorização dos estudos selecionados, utilizou-se o *Methodi Ordinatio*. Os resultados indicam um interesse crescente em métodos de extração sustentáveis, como ultrassom, fluido supercrítico e uso de enzimas, que preservam a integridade dos compostos e minimizam o uso de solventes tóxicos. As aplicações identificadas abrangem diversos setores, incluindo alimentos funcionais, cosméticos, agricultura e bioenergia. No entanto, uma adoção ampla dessa abordagem circular ainda enfrenta desafios regulatórios, logísticos e relacionados à aceitação pelo consumidor. Conclui-se que transformar o bagaço de uva em insumo funcional representa uma alternativa promissora para fortalecer práticas sustentáveis no setor vitivinícola e contribui com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Palavras-chave: Compostos Bioativos; Resíduos Agroindustriais; Alimentos Funcionais.

1 INTRODUÇÃO

A indústria vitivinícola ocupa posição de destaque relevante no setor agroalimentar mundial, tanto pela sua relevância econômica quanto pela expressiva dimensão produtiva associada ao cultivo e processamento da uva. Entretanto, o elevado volume de uvas processadas anualmente também resulta na geração de grandes quantidades de resíduos agroindustriais, especialmente o bagaço de uva, constituído predominantemente por cascas, sementes e engaços. Esse subproduto, historicamente subvalorizado e frequentemente destinado ao descarte, passou a despertar interesse científico e industrial devido ao seu potencial para aplicações sustentáveis e de economia circular (Martinelli; Cavalli, 2019).

Nesse cenário de desperdício, as indústrias de processamento de frutas desempenham um papel crítico, gerando grandes volumes de subprodutos que representam de 20% a 80% do

DOI: 10.51189/vii-coninters/89953

peso total da fruta original, dependendo do processamento (Saini *et al*., 2025). Estima-se que o bagaço represente aproximadamente 20% a 30% do peso total das uvas processadas (Beres *et al*., 2017). Embora historicamente subvalorizado, esse "resíduo" é, na verdade, uma matriz complexa e rica, retendo cerca de 70% dos compostos fenólicos da fruta original após a prensagem, além de fibras alimentares, açúcares residuais, proteínas e ácidos graxos essenciais (Wang *et al*., 2024; Beres *et al*., 2017).

Ainda assim, o destino mais comum do bagaço continua sendo o descarte em aterros ou a incineração, práticas que contribuem para emissão de gases de efeito estufa e representam perda econômica favorável. Tal cenário aponta para a urgência de estratégias de reaproveitamento sustentável, alinhadas aos princípios da economia circular, que possibilitem a reutilização consciente deste subproduto (Bekavac *et al*., 2025).

Embora avanços recentes tenham demonstrado aplicações promissoras desse subproduto em diferentes setores industriais, ainda existem lacunas relacionadas à sistematização das tecnologias de extração, aos modelos de valorização sustentável e a incorporação desses compostos em cadeias produtivas alinhadas aos princípios da economia circular.

Diante disso, definiu-se como questão norteadora desta revisão: quais são as principais tecnologias de extração e estratégias de economia circular aplicadas à valorização sustentável do bagaço de uva? A partir desse questionamento, esta revisão tem como objetivo analisar o estado atual das pesquisas sobre o aproveitamento sustentável do bagaço de uva dentro da perspectiva da economia circular, abordando seus principais compostos, métodos de extração, potencial para o desenvolvimento de produtos com maior valor econômico e tecnológico, além dos aspectos ligados à aceitação pelo mercado e possibilidades de aplicação industrial.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Esta revisão sistemática da literatura foi conduzida com o objetivo de identificar, selecionar e analisar estudos científicos relacionados à valorização sustentável do bagaço de uva, com ênfase nas tecnologias de extração, dos compostos bioativos e nas aplicações associadas à economia circular. Para a organização, classificação e priorização dos estudos selecionados, utilizou-se o *Methodi Ordinatio*, proposto por Pagani *et al*. (2015) e atualizado posteriormente por Pagani *et al*. (2023).

O *Methodi Ordinatio* consiste em uma metodologia sistemática voltada à seleção e ao ranqueamento de artigos científicos com base em critérios bibliométricos previamente definidos. O método considera simultaneamente o fator de impacto do periódico, o ano de publicação e o número de citações do estudo, permitindo identificar publicações de maior relevância científica dentro da temática investigada.

2.2 ESTRATÉGIA DE BUSCA E SELEÇÃO DOS ESTUDOS

Foram considerados estudos publicados entre os anos de 2010 e 2026, período selecionado devido ao crescimento recente das pesquisas relacionadas à sustentabilidade, economia circular e valorização de subprodutos agroindustriais provenientes da indústria vitivinícola.

As buscas foram realizadas nas bases de dados Web off Science e Scopus, selecionadas pela abrangência e relevância científica na indexação de estudos internacionais. A busca definitiva foi realizada no dia 10 de abril de 2026, utilizando acesso institucional via Comunidade Acadêmica Federada (CAFe), por meio do Portal de Periódicos CAPES. Foram identificados inicialmente 812 estudos, sendo 360 provenientes da Web off Science e 452 da Scopus.

2.3 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Foram incluídos artigos originais e revisões publicados em periódicos científicos, disponíveis integralmente em formato PDF, nos idiomas inglês e português, e que abordassem diretamente a valorização do bagaço de uva, métodos de extração de compostos bioativos, aplicações industriais ou estratégias relacionadas à economia circular.

Foram excluídos estudos duplicados, trabalhos publicados fora do período delimitado, teses, dissertações, resumos de eventos, capítulos de livros e artigos sem relação direta com a temática investigada.

2.4 APLICAÇÃO DO ÍNDICE INORDINATIO

Após a aplicação da equação *InOrdinatio*, os artigos foram classificados em ordem decrescente de relevância científica. Para composição do corpus final da revisão, adotou-se um ponto de corte superior a 200 pontos no índice *InOrdinatio*. Os estudos selecionados foram obtidos na íntegra e submetidos à leitura sistemática e análise de conteúdo.

2.5 ANÁLISE DOS ESTUDOS SELECIONADOS

Os artigos incluídos na etapa final foram analisados integralmente, considerando aspectos relacionados às tecnologias de extração, aos compostos bioativos e às estratégias de sustentabilidade associadas à valorização do bagaço de uva.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PANORAMA CIENTÍFICO

A Tabela 1 apresenta os resultados da bibliometria, permitindo identificar quais trabalhos exercem maior influência sobre a temática. No primeiro lugar do ranking está o artigo de Beres *et al.* (2017), com 746 citações e pontuação de 869,2, publicado na revista *Waste Management*.

Tabela 1 – Os seis estudos mais bem pontuados no índice InOrdinatio, dentre os 25 artigos selecionados com escore acima de 200

Autores	Título	Jornal	Fi*	Ano	Ci**	IO***
BERES, Carolina et al.	Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: A review	Waste Management	13,5	2017	746	869,1
LOPES, Janice da Conceição et al.	Grape Pomace: A Review of Its Bioactive Phenolic Compounds, Health Benefits, and Applications	Molecules	5,9	2025	94	527,6
RATU, Roxana Nicoleta et al.	Application of Agri-Food By-Products in the Food Industry	Agriculture-basel	3,1	2023	195	514,6
CHOWDHARY, Panjak et al.	Current trends and possibilities for exploitation of Grape pomace as a potential source for value addition	Environmental Pollution	12,7	2021	186	430,4
KANDEMIR, Kevser et al.	Fruit Juice Industry Wastes as a Source of Bioactives	Journal of agricultural and food chemistry	8,6	2022	168	416,7
ZHU, Fengmei et al.	Advance on the bioactivity and potential applications of dietary fibre from grape pomace	Food Chemistry	13,1	2015	255	329

Tabela 1: Fi* (fator de impacto), Ci** (número de citações), IO*** (valor do InOrdinatio). Fonte: Autores (2026). Nota: por limite de espaço do resumo expandido, apresentam-se 6 dos 25 estudos com escore acima de 200.

O estudo de Beres *et al.* (2017), intitulado *"Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: A review"*, apresenta uma análise abrangente sobre a valorização integral do bagaço de uva gerado na vinificação, o que explica sua recorrência como referência central em estudos posteriores.

3.2 COMPOSTOS BIOATIVOS E APLICAÇÕES INDUSTRIAIS

A reutilização sustentável do bagaço de uva como fonte de fibra alimentar e compostos bioativos tem se consolidado como uma alternativa estratégica para diferentes setores. Além de

reduzir o impacto ambiental dos resíduos da vinificação, essa valorização contribui para a geração de valor econômico na cadeia produtiva (Zhu *et al*., 2015).

O bagaço de uva é uma matriz complexa, formada por cascas, sementes e engaços. Esses componentes concentram quantidades significativas de bioativos, especialmente nas cascas e sementes, que retêm cerca de 70% dos compostos fenólicos da fruta após a prensagem (Wang *et al*., 2024; Lopes *et al*., 2025). As cascas são ricas em antocianinas e fibras alimentares; as sementes concentram taninos, catequinas e óleos vegetais ricos em ácido linoleico; e os engaços apresentam lignina e polissacarídeos, com potencial para aplicações em celulose e bioenergia (Beres *et al*., 2017).

Os polifenóis do bagaço de uva apresentam atividade antidiabética, ao modular enzimas como alfa-amilase e alfa-glicosidase, contribuindo para o controle glicêmico. Além disso, o bagaço também demonstra ação anti-inflamatória, associada à redução de citocinas pró-inflamatórias (Bekavac *et al*., 2025). No âmbito industrial, especialmente no setor alimentício, os estudos de maior relevância científica destacam as principais aplicações do subproduto, conforme apresentado na Tabela 2 a seguir:

Tabela 2 – Principais aplicações industriais

Setor / Aplicação	Descrição da Aplicação	Principais Benefícios	Referências
Panificação	Farinhas de bagaço são incorporadas em pães, muffins, biscoitos e pizzas, aumentando fibras e atividade antioxidante, com possíveis alterações sensoriais.	Desenvolvimento de alimentos funcionais; aumento do teor de fibras; potencial antioxidante.	Caponio et al. (2023); Ratu et al. (2023)
Produtos lácteos	Fortificação de iogurtes com bagaço como antioxidante natural, fonte de pectinas e compostos prebióticos.	Melhoria funcional; efeito prebiótico; incremento antioxidante.	Kokkinomagoulos; Kandylis (2021)
Indústria cosmética	Extratos aplicados na inibição de enzimas proteolíticas relacionadas à degradação de colágeno e elastina.	Desenvolvimento de cosméticos antienvelhecimento e protetores dérmicos.	Kokkinomagoulos; Kandylis (2021)
Bioenergia e sustentabilidade ambiental	Produção de biometano e bioetanol por digestão anaeróbica de resíduos vinícolas.	Energia renovável; economia circular; redução de resíduos.	Caponio et al. (2023); Chowdhary et al. (2021)
Agricultura	Aplicação como corretivo de solo, fertilizante biológico e adsorvente de pesticidas.	Melhoria da fertilidade; remediação ambiental.	Wang et al. (2024); Kokkinomagoulos; Kandylis (2021)
Adsorção de compostos indesejáveis	Remoção de pesticidas, fungicidas, metais pesados, corantes e fluoreto.	Tratamento de efluentes; descontaminação ambiental.	Kokkinomagoulos; Kandylis (2021)

Fonte: Autores (2026). Nota: por limite de espaço, apresentam-se 6 das 10 aplicações industriais identificadas no artigo-base; a lista completa (incluindo extração de corantes naturais, borras de vinho, segurança alimentar e ração animal) consta no artigo original.

Esses achados mostram que o bagaço de uva possui aplicação multissetorial, indo além do uso alimentar. No setor de embalagens, por exemplo, fibras e extratos podem ser incorporados em filmes biodegradáveis e bioativos, com ação antimicrobiana e proteção UV. No setor vitivinícola, o subproduto também pode ser empregado como agente clarificante e suporte para imobilização de leveduras em processos fermentativos (Lopes *et al*., 2025; Kokkinomagoulos; Kandylis, 2023).

3.3 MÉTODOS DE EXTRAÇÃO

No que se refere às tecnologias de extração e conservação, observa-se maior adoção de métodos verdes, voltados à redução do uso de solventes tóxicos e do consumo energético. A extração assistida por ultrassom com solventes de base biológica mostrou-se eficiente e sustentável, sobretudo na recuperação de antocianinas do bagaço de uva. O propilenoglicol se

destacou pela boa capacidade antioxidante e pelo baixo consumo de energia, com melhor desempenho em extrações curtas, de aproximadamente cinco minutos (Córdova *et al*., 2025).

A microencapsulação, embora não seja uma técnica de extração em si, desemprenha papel importante na etapa pós-extração. Ao envolver os compostos fenólicos em matrizes poliméricas por secagem, aspersão ou liofilização, essa abordagem protege os bioativos contra degradação e melhora sua biodisponibilidade. Os custos, no entanto, ainda são elevados para aplicação em larga escala (Moro *et al*., 2021). No estudo de Beres *et al*. (2017), as sementes se destacam como fonte de óleo rico em ácidos graxos insaturados, especialmente ácido linoleico e oleico, além de tocoferóis e fitoesteróis.

Já no artigo de Chowdhary *et al*. (2021) ressalta a importância da caracterização dos extratos por espectrometria de massas, técnica essencial para identificar a composição e otimizar a recuperação de compostos bioativos. De modo geral, a combinação de métodos tem mostrado resultados superiores, em alguns casos, mas eleva a complexidade do processo e o investimento necessário. Entre as principais, destacam-se as seguintes, na Tabela 3:

Tabela 3 – Principais métodos de extração

Tecnologia	Descrição do Método	Vantagens Industriais	Referências
Extração com Fluido Supercrítico (SFE)	Utiliza CO_2 em condições supercríticas para extração de compostos termolábeis e apolares, como óleos e resveratrol.	Ausência de resíduos químicos; reutilização do solvente; alta seletividade; sustentabilidade.	Moro et al. (2021)
Extração Assistida por Ultrassom (UAE/EAU)	Ondas ultrassônicas promovem cavitação acústica, rompendo paredes celulares vegetais e facilitando a liberação de compostos bioativos.	Baixo consumo energético; simplicidade operacional; alta eficiência; redução do tempo de extração.	Córdova et al. (2025); Lopes et al. (2025)
Extração Assistida por Micro-ondas (MAE)	Radiação eletromagnética aquece rapidamente a umidade celular, promovendo ruptura da matriz vegetal.	Redução de solvente; rapidez; maior eficiência de recuperação.	Beres et al. (2017); Wang et al. (2024)
Solventes Eutéticos Profundos Naturais (NADES/DES)	Misturas naturais biodegradáveis utilizadas como solventes verdes para extração seletiva de polifenóis.	Baixa toxicidade; biodegradabilidade; alta seletividade; adequação alimentar.	Malgorzata et al. (2026); Beres et al. (2017); Wang et al. (2024)
Campo Elétrico Pulsado (PEF)	Pulsos elétricos de alta voltagem causam eletroporação celular, facilitando a liberação intracelular.	Preservação de compostos termossensíveis; tecnologia não térmica; eficiência.	Moro et al. (2021); Wang et al. (2024)

Fonte: Autores (2026). Nota: por limite de espaço, apresentam-se 5 dos 10 métodos de extração identificados no artigo-base; a lista completa (incluindo extração assistida por enzimas, hidrodifusão por micro-ondas e gravidade, aquecimento ôhmico, extração com água subcrítica e descarga elétrica de alta tensão) consta no artigo original.

3.4 ECONOMIA CIRCULAR E SUSTENTABILIDADE

Nesse contexto, a Economia Circular (EC) surge como um paradigma regenerativo essencial, focado nos princípios de reduzir, reutilizar e reciclar (Wang *et al*., 2024). A economia circular busca a redução do desperdício para minimizar impactos negativos sobre o meio ambiente e, ao mesmo tempo, ampliar a criação de valor a partir dos insumos usados e assim promovendo a sustentabilidade (Cordova *et al*., 2025). A valorização desses subprodutos alinha-se diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em especial o objetivo 12, que visa padrões de consumo e produção sustentáveis e a redução do desperdício de alimentos até 2030 (Kandemir *et al*., 2022).

3.5 ACEITABILIDADE E MERCADO

A aceitabilidade de produtos elaborados com bagaço de uva, demonstrado nos estudos depende de fatores pessoais (conhecimento ambiental, idade e gênero), contextuais (disponibilidade de informação e ambiente de compra) e intrínsecos ao produto (origem, segurança e características sensoriais). A neofobia alimentar e a percepção de risco associada a produtos “derivados de resíduos” continuam sendo o principal problema para à expansão do

mercado. Os estudos demonstram que a transparência e a divulgação de informações sobre responsabilidade ambiental são fatores cruciais para aumentar a aceitabilidade e a intenção de compra de alimentos reciclados (Cela *et al*., 2024). No âmbito social, a aceitação do consumidor e o impacto sensorial em produtos alimentícios é limitada por fatores psicológicos como a sensibilidade à repulsa, onde o estigma de consumir um produto derivado de resíduo pode superar a percepção de seus benefícios ambientais (Kandemir *et al*., 2022).

4 CONCLUSÃO

Limitações e perspectivas futuras: uma das principais limitações identificadas é a variabilidade intrínseca na composição química do bagaço de uva, que é fortemente influenciada por fatores ambientais, tipos de solo, práticas de cultivo, variedade da uva e métodos de vinificação utilizados (Beres *et al*., 2017; Kokkinomagoulos; Kandylis, 2023). Essa heterogeneidade dificulta a padronização das formulações industriais e a reprodutibilidade dos efeitos bioativos em larga escala (Lopes *et al*., 2025; Wang *et al*., 2024). Além disso, a alta sazonalidade da colheita impõe barreiras logísticas severas, exigindo necessidade de uma melhor infraestruturas (Beres *et al*., 2017; Wang *et al*., 2024).

A ausência de um marco legislativo global e/ou local harmonizado para a inclusão de subprodutos reciclados em matrizes alimentares gera insegurança jurídica para os produtores (Bekavac *et al*., 2025). Adicionalmente, cada tecnologia de extração apresenta limitações específicas, como custos elevados, dificuldades de escalonamento industrial, toxicidade potencial de solventes e degradação de compostos sensíveis, o que demanda otimização e desenvolvimento contínuo para sua aplicação comercial efetiva (Wang *et al*., 2024). Para que esse modelo se consolide, as pesquisas futuras devem priorizar a realização de análises técnicas e econômicas detalhadas, fundamentais para validar a rentabilidade e o impacto ambiental desses processos em escala industrial (Bekavac *et al*., 2025; Thevarajah *et al*., 2024).

Em síntese, o bagaço de uva representa uma oportunidade concreta de agregar valor a um resíduo abundante, mas sua incorporação em cadeias produtivas sustentáveis depende da integração entre avanço tecnológico, adequação regulatória e educação do consumidor. Essa combinação de fatores ainda está incompleta em muitos contextos, o que justifica a continuidade das pesquisas na área. Desta forma, a transformação do bagaço de uva em bioprodutos de importante valor representa um passo definitivo para a consolidação de um sistema alimentar mais resiliente e sustentável (Thevarajah *et al*., 2024).

REFERÊNCIAS

BEKAVAC, Nikša et al. Valorization of Food Waste: Extracting Bioactive Compounds for Sustainable Health and Environmental Solutions. **Antioxidants**, [S.l.], v. 14, n. 6, jun. 2025.

BERES, Carolina et al. Towards integral utilization of grape pomace from winemaking process: A review. **Wast Management**, [S.l.], v. 68, p. 581–594, jun. 2017.

CAPONIO, Giusy Rita et al. Promising Application of Grape Pomace and Its Agri-Food Valorization: Source of Bioactive Molecules with Beneficial Effects. **Sustainability** [Switzerland]: MDPI. jun. 2023.

CELA, Nazarena et al. Impact of circular economy information on sensory acceptability, purchase intention and perceived value of upcycled foods by young consumers. **Food Research International**, [S.l.], v. 175, jan. 2024.

CHOWDHARY, Pankaj et al. Current trends and possibilities for exploitation of Grape pomace as a potential source for value addition. **Environmental Pollution**, [S.l.], v. 278, jun. 2021.

CORDOVA, Andrés et al. Sustainable assessment of ultrasound-assisted extraction of anthocyanins with bio-based solvents for upgrading grape pomace Cabernet Sauvignon derived from a winemaking process. **Ultrasonics Sonochemistry**, [S.l.], v. 112, jan. 2025.

KANDEMIR, Kevser et al. Fruit Juice Industry Wastes as a Source of Bioactives. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [S.l.], v. 70, n. 23, p. 6805–6832, jun. 2022.

KOKKINOMAGOULOS, Evangelos.; KANDYLIS, Panagiotis. Grape pomace, an undervalued by-product: industrial reutilization within a circular economy vision. **Reviews in Environmental Science and Biotechnology**, [S.l.], v. 22, n. 3, p. 739–773, set. 2023.

LOPES, Janice da Conceição et al. Grape Pomace: A Review of Its Bioactive Phenolic Compounds, Health Benefits, and Applications. **Molecules** 2025, [S.l.], v. 30, p. 362, jan. 2025.

MALGORZATA, Lasik-Kurdys et al. Alcohol-free wine based jelly candies enriched with grape pomace extracts with antioxidant and antidiabetic properties: Implications for sustainable development and health benefits. **LWT**, [Switzerlan], v. 239, jan. 2026.

MARTINELLI, Suellen Secchi.; CAVALLI, Suzi Barletto. Alimentação saudável e sustentável: uma revisão narrativa sobre desafios e perspectivas. **Ciência & Saúde Coletiva**, [S.l.], v. 24, n. 11, p. 4251–4262, nov. 2019.

MORO, Karine Inês Bolson et al. Green Extraction Methods and Microencapsulation Technologies of Phenolic Compounds From Grape Pomace: A Review. **Food and Bioprocess Technology**, [S.l.], v. 14, n. 8, p. 1407–1431, ago. 2021.

PAGANI, Regina Negri et al. Methodi Ordinatio: uma proposta de metodologia para selecionar e classificar artigos científicos relevantes, englobando fator de impacto, número de citações e ano de publicação. **Cientometria** [online], [S.l.], v. 105, n. 1, p. 2109-2135, 2015.

PAGANI, Regina Negri et al. Methodi Ordinatio 2.0: revisited under statistical estimation and presenting FInder and RankIn, [S.l. : s.n.], 2023/2024.

RATU, Roxana Nicoleta et al. Application of Agri-Food By-Products in the Food Industry. **Agriculture**, [Switzerland], ago. 2023.

SAINI, Ramesh Kumar et al. Bioactive Compounds of Agro-Industrial By-Products: Current Trends, Recovery, and Possible Utilization. **Antioxidants**, [S.l.], v. 14, n. 6, jun. 2025.

THEVARAJAH, Bavatharny et al. Upcycling food processing industrial wastes in Spirulina cultivation: A perspective on the advancement of Sustainable Development Goal 12. **Trends in Food Science and Technology**, [S.l.], v. 149, jul. 2024.

WANG, Changsen et al. The high-value and sustainable utilization of grape pomace: A review. **Food Chemistry: X**, [S.l.], v. 24, 30 dez. 2024.

ZHU, Fengmei et al. Advance on the bioactivity and potential applications of dietary fibre from grape pomace. **Food Chemistry**, [S.l.], v. 186, p. 207–212, nov. 2015.

DOI: 10.51189/vii-coninters/89953

FATORES DE RISCO CARDIOVASCULAR NO BRASIL: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA DAS TENDÊNCIAS CIENTÍFICAS, DESAFIOS E PERSPECTIVAS FUTURAS (2016–2025)

GABRIELI PITCHININ; LEONARDO RIBEIRO SALVATORI; MARCIO FLAVIO RUARO; CEZAR GRONTOWSKI RIBEIRO; MARTA LENART

RESUMO

O objetivo foi analisar bibliometricamente a produção científica sobre fatores de risco cardiovascular no Brasil no período de 2016 a 2025, identificando tendências, estrutura intelectual do campo e lacunas para pesquisa e políticas públicas. Método: Revisão bibliométrica realizada por meio do pacote bibliometrix (versão 4.x) no software R, com buscas nas bases Web of Science, Scopus e PubMed. Foram recuperados 36 documentos de 30 periódicos distintos. Os indicadores analisados incluíram produção científica anual, periódicos mais produtivos (Lei de Bradford), impacto local por índice-H, impacto por citações totais, evolução temática (Trend Topics) e colaboração científica. Resultados: A produção científica apresentou crescimento médio anual de 3,25%, com destaque para os anos de 2017, 2020 e 2022. As palavras-chave mais frequentes foram "prevalence" (n=21), "hypertension" (n=13) e "risk-factors" (n=13). O núcleo Bradford (Zona 1) concentra sete periódicos, liderados por BMJ Open (n=4). Três periódicos atingiram índice-H local igual a 2 no corpus: Archives of Endocrinology Metabolism, Arquivos Brasileiros de Cardiologia e Revista Portuguesa de Cardiologia. Os autores mais produtivos foram Ribeiro A (n=6) e Malta D (n=4), com 41,67% de coautorias internacionais. A análise temática evidenciou uma evolução gradual da literatura, com maior ênfase em estratégias preventivas e abordagens integradas de cuidado. O excesso de peso mantém-se como os principais fatores de risco mapeados. Persistem lacunas em estudos longitudinais, escores adaptados à miscigenação brasileira e pesquisas voltadas a determinantes sociais e populações vulneráveis.

Palavras-chave: Doenças crônicas; Hipertensão arterial; Saúde pública.

1 INTRODUÇÃO

Em escala mundial, a Organização Mundial da Saúde estima que as doenças cardiovasculares correspondem a aproximadamente 17,9 milhões de mortes anuais, a principal causa de óbito no planeta, com cerca de 80% concentradas em países de baixa e média renda (Organização Mundial da Saúde, 2021), o que vincula seu enfrentamento ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 3 (Saúde e Bem-Estar) da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas. No Brasil, desde o final da década de 1960, essas doenças permanecem como principal causa de morte e incapacidade, com risco cardiovascular em dez anos estimado em 21,6% para os homens e 8,7% para as mulheres adultas (Malta et al., 2021). O excesso de peso e a obesidade respondem por custos diretos de cerca de US$ 654 milhões anuais ao Sistema Único de Saúde, majoritariamente em tratamento cardiovascular (Ferrari et al., 2022).

O alto Índice de Massa Corporal atua como fator de risco intermediário crítico, agravando a inflamação sistêmica e o acúmulo de gordura nas artérias e o consumo excessivo de sódio com uma média de 9,34 g/dia, quase o dobro da recomendação da Organização

DOI: 10.51189/vii-coninters/89981

Mundial da Saúde mantém a pressão arterial em níveis de risco (Nilson et al., 2020). Essas patologias são fortemente influenciadas por desigualdades sociais e regionais: grupos de baixa escolaridade, negros e comunidades vulneráveis têm maior dificuldade de controle clínico, agravada em pessoas vivendo com HIV, cujos riscos metabólicos são exacerbados pela terapia antirretroviral e pelo envelhecimento (Cabrera et al., 2021). Em profissionais de segurança pública expostos a estresse crônico e em pessoas com transtornos mentais graves, cuja expectativa de vida cai de 10 a 20 anos, sobretudo por doenças isquêmicas do coração (Melo et al., 2022).

Apesar do volume crescente de estudos epidemiológicos, a produção científica brasileira sobre o tema ainda carece de uma visão sistematizada, tendendo a ser pontual e focada em populações ou fatores de risco isolados (Bezerra et al., 2017; Nilson et al., 2020; Palmieri et al., 2025); uma busca exploratória nas bases ScienceDirect, Web of Science, Scopus, PubMed e BVS/LILACS não identificou revisões bibliométricas com esse foco específico, confirmando empiricamente a lacuna (Aria; Cuccurullo, 2017).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 TIPO DE ESTUDO

Trata-se de uma revisão bibliométrica da literatura, realizada por meio do pacote bibliometrix (versão 5.3.0) no software R (versão 4.5.3) (Aria; Cuccurullo, 2017). O que permitiu mapear quantitativamente a base de conhecimento e as frentes de pesquisa do campo estudado. Não se trata de uma revisão sistemática tradicional, não sendo aplicáveis os critérios completos do protocolo PRISMA (avaliação formal de risco de viés, síntese de evidências clínicas); utilizou-se apenas sua estrutura gráfica para documentar a seleção dos estudos, conforme Page et al. (2021). Sua finalidade é analítica e exploratória: caracterizar quantitativamente a produção científica sobre fatores de risco cardiovascular no Brasil.

2.2 ESTRATÉGIA DE BUSCA, FONTES DE DADOS E TRATAMENTO DOS METADADOS

A busca foi realizada nas bases Web of Science, Scopus e PubMed, em 15 de abril de 2026, combinando os termos (“cardiovascular disease” OR “cardiovascular risk”) AND (“risk factors”) AND (“prevalence” OR “treatment” OR “prevention”) AND (“Brazil” OR “Brazilian”). A remoção de duplicatas e o tratamento dos metadados foram automáticos, pelo próprio bibliometrix (versão 5.3.0), incluindo padronização de termos e de nomes de autores (Aria; Cuccurullo, 2017). A base analisada totalizou 36 documentos, de 30 periódicos distintos, publicados entre 2016 e 2025.

2.3 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE E PRIORIZAÇÃO

Foram incluídos estudos publicados a partir de 2016, com populações brasileiras, em português, inglês ou espanhol, com desfecho relacionado a fatores de risco cardiovascular; excluíram-se relatos de caso, revisões sem metodologia definida e publicações sem texto completo. A priorização da análise qualitativa seguiu cinco critérios: citações totais (TC $\geq$ 20); citação normalizada pelo ano ($\geq$ 1,5); presença nos periódicos centrais da Lei de Bradford; publicação recente (2022–2026) com temas emergentes; e presença dos descritores centrais no título ou resumo. Assim, oito artigos foram classificados como alta prioridade, dezesseis como média e doze como complementares (quatro excluídos por não se encaixarem ao tema), totalizando 32 artigos na análise qualitativa; os indicadores bibliométricos consideraram os 36 documentos elegíveis, sem exclusões por citação.

2.4 ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA

Os indicadores utilizados foram: (a) produção científica anual; (b) periódicos mais produtivos, pela Lei de Bradford; (c) impacto local dos periódicos por índice-H; (d) impacto por citações totais e normalizadas; (e) palavras-chave e tópicos emergentes; e (f) colaboração científica nacional e internacional, com visualização interativa via biblioshiny (Aria; Cuccurullo, 2017).

2.5 FLUXO DE IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DOS ESTUDOS

A busca recuperou 282 registros (Web of Science n=42; PubMed n=17; Scopus n=223); após remoção de 22 duplicatas restaram 260 registros únicos, reduzidos a 151 pelo filtro temporal (2016–2025). Na triagem por título e resumo, 115 artigos foram excluídos por ausência de relação temática, restando 36 com texto completo avaliado, 27 com todos os critérios confirmados e nove marcados como "verificar" quanto ao vínculo com o Brasil. A triagem foi feita por um único revisor, sem dupla checagem nem avaliação formal de viés, requisitos do PRISMA pleno não aplicáveis a este delineamento bibliométrico (Page et al., 2021).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PANORAMA CIENTÍFICO E PRODUÇÃO CIENTÍFICA

A base analisada é composta por 36 documentos em 30 periódicos distintos, com crescimento anual de 3,25%, média de 19,28 citações por documento e coautoria média de 8,61 autores, sendo 41,67% internacionais. O Quadro 1 sintetiza os estudos que compuseram a análise qualitativa.

Quadro 1 – Produção científica sobre risco cardiovascular no Brasil (2016–2025)

Autores	Periódico	Desenho do Estudo	População	Principais Fatores de Risco Encontrados
Ribeiro et al. (2016)	Circulation	Revisão de Tendências	População brasileira geral	Hipertensão, tabagismo, obesidade, diabetes e desigualdades regionais.
Malta et al. (2021)	Arq. Bras. Cardiol.	Transversal (Pesquisa Nacional de Saúde)	Adultos brasileiros	Pressão arterial sistólica elevada, colesterol total elevado, lipoproteína de alta densidade baixa, diabetes, fumo e baixa escolaridade.
Felisbino-Mendes et al. (2020)	Popul. Health Metrics	Epidemiológico (Global Burden of Disease Study)	Todos os estados do Brasil	Índice de Massa Corporal elevado (sobrepeso e obesidade).
Palmieri et al. (2025)	Front. Public Health	Transversal	Policiais Militares (Distrito Federal)	Estresse crônico, excesso de peso (>80%) e pressão arterial alterada (95%).
Bezerra et al. (2017)	Cad. Saúde Pública	Transversal	Quilombolas (Bahia)	Sexo masculino, baixa escolaridade, sobrepeso e obesidade.
Nilson et al. (2020)	J. Clin. Hypertens.	Modelagem de Custo	Adultos > 30 anos	Consumo excessivo de sódio/sal (média de 9,34 g/dia).
Melo et al. (2022)	Lancet Psychiatry	Retrospectivo	Pessoas com transtorno mental grave	Doenças isquêmicas do coração e diabetes associados à mortalidade prematura.

Fonte: Autores (2026). Nota: por limite de espaço do resumo expandido, apresentam-se 7 dos 32 estudos que compuseram a análise qualitativa; o quadro completo consta no artigo original.

Os estudos de base populacional enfatizam determinantes clássicos: hipertensão, obesidade, tabagismo e desigualdades regionais, enquanto pesquisas recentes ampliam o olhar para o estresse ocupacional em profissionais de segurança pública e para fatores psicossociais associados à mortalidade cardiovascular precoce, estudos com crianças e adolescentes estabelece que esses padrões de adoecimento se estabelecem precocemente. A produção variou entre 2 e 5 artigos/ano, com picos em 2017, 2020 e 2022 (Malta et al., 2021; Ribeiro et al., 2016; Felisbino-Mendes et al., 2020)

3.2 IMPACTO CITACIONAL, PERIÓDICOS E PALAVRAS-CHAVE

Os artigos de 2016 concentram a maior média de citação (84,67/artigo): Ribeiro et al. (2016), na Circulation, acumulou 233 citações, seguido por Felisbino-Mendes et al. (2020), com 54. As palavras-chave mais frequentes foram "prevalence" (n=21), "hypertension" e "risk-factors" (n=13 cada), com crescimento de "obesity" e de "prevention" (n=12); "cardiovascular disease" e "epidemiology" formam a base histórica (2018–2019), "risk-factors"/"metabolic syndrome" marcam a fase intermediária (2020) e "cholesterol" desponta nos anos recentes (2023). Pela Lei de Bradford, a Zona 1 concentra sete periódicos, BMJ Open (n=4), Archives of Endocrinology and Metabolism, Arquivos Brasileiros de Cardiologia e Revista Portuguesa de Cardiologia (n=2 cada), três com índice-H local igual a 2; os demais têm índice-H igual a 1, com maior número de citações para Circulation (233), Population Health Metrics (54) e Lancet Psychiatry (47). Ribeiro A (n=6) e Malta D (n=4) são os autores mais produtivos.

3.3 HIPERTENSÃO ARTERIAL E CONTROLE PRESSÓRICO

A hipertensão arterial mantém-se como um dos fatores de risco mais determinantes, com prevalência de aproximadamente 35% na população adulta (Ribeiro et al., 2016; Malta et al., 2021). O consumo excessivo de sódio (9,34 g/dia) gera hospitalizações evitáveis; sua redução aos níveis recomendados poderia economizar cerca de US$ 102 milhões anuais em internações no Sistema Único de Saúde, 9,4% dos custos totais de hospitalização por doenças cardiovasculares (Nilson et al., 2020). Em comunidades quilombolas, a pré-hipertensão alcança 55%, com maior prevalência em homens, idosos, baixa escolaridade, fumantes e obesos (Bezerra et al., 2017). Palmieri et al. (2025) apontam que a falta de conscientização dos pacientes e as demandas não atendidas dos profissionais comprometem o cuidado na Atenção Primária, onde menos de 35% dos hipertensos atingem as metas de controle (Fonseca et al., 2023; Palmeirim et al., 2024).

3.4 OBESIDADE, SÍNDROME METABÓLICA E SUBGRUPOS VULNERÁVEIS

O excesso de peso é o principal fator de risco cardiovascular modificável no Brasil, respondendo por cerca de R$ 654 milhões em custos diretos anuais ao Sistema Único de Saúde (Ferrari et al., 2022). Países de baixa e média renda concentram 80% do encargo global e 50% da mortalidade por doenças cardiovasculares (Organização Mundial da Saúde, 2021). A síndrome metabólica é altamente prevalente em populações específicas: mulheres na pós-menopausa têm risco 2,75 vezes maior de desenvolvê-la, a dislipidemia mista é frequente em pacientes brasileiros, e na hipercolesterolemia familiar o diagnóstico precoce é determinante a longo prazo (Chen-Ku et al., 2019). O Novembro Azul encontrou síndrome metabólica em até 66,8% dos participantes (Esposito et al., 2018). Entre subgrupos vulneráveis: transtornos mentais graves, com mortalidade cardiovascular precoce (Melo et al., 2022); HIV, com 62,6% de dislipidemia (Cabrera et al., 2021; Raposo et al., 2017); e crianças e adolescentes, com risco distinto entre zonas rural e urbana (De Souza et al., 2022; Fraporti et al., 2017). Hipertensão e obesidade seguem como determinantes centrais para desfechos cerebrovasculares graves (Martins et al., 2025).

3.5 COMPARAÇÃO INTERNACIONAL, DETERMINANTES SOCIAIS E IMPLICAÇÕES

O pico de produção em 2017, 2020 e 2022 pode estar associado à pandemia de covid-19, que evidenciou a gravidade dos desfechos em pacientes com hipertensão, diabetes e obesidade; o crescimento de "prevention" e "cholesterol" reflete a transição da mensuração da carga de doença para o manejo (Aria; Cuccurullo, 2017). O Brasil segue caminho semelhante ao de outros países de média renda, com a obesidade crescendo enquanto o tabagismo recuou (Malta et al., 2021); a pré-hipertensão em quilombolas (55%) supera outras populações

vulneráveis, reforçando a necessidade de olhar para determinantes raciais e regionais (Bezerra et al., 2017). Mais de 50% dos jovens estudantes e profissionais de saúde na América Latina já possuem ao menos um fator de risco metabólico (Vizmanos et al., 2020). O risco é maior entre pessoas de baixa escolaridade e renda, com a carga por alto Índice de Massa Corporal crescendo mais nas regiões Norte e Nordeste (Malta et al., 2021; Felisbino-Mendes et al., 2020); hipertensão, diabetes e obesidade progridem mesmo entre quem tem acesso ao sistema de saúde (Malta et al., 2021). Recomenda-se adotar percentis de risco por idade e sexo (Cesena et al., 2023; Menezes-Júnior et al., 2025) e priorizar a redução do sódio (Nilson et al., 2020) e protocolos que incluam saúde mental e trabalho (Fonseca et al., 2023; Palmeirim et al., 2024), essenciais ao cumprimento do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 3 (Organização Mundial da Saúde, 2021).

4 CONCLUSÃO

As doenças cardiovasculares seguem como o maior desafio de saúde pública no Brasil, vinculado ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 3 (Saúde e Bem-Estar) da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (Ribeiro et al., 2016; Malta et al., 2021). A hipertensão e o excesso de peso estão entre os principais fatores de risco, agravados pelas desigualdades socioeconômicas e regionais (Felisbino-Mendes et al., 2020). A análise bibliométrica dos 36 artigos publicados entre 2016 e 2025 revela uma ciência brasileira em expansão, com colaboração internacional crescente, base editorial concentrada em sete periódicos centrais (Lei de Bradford, liderados pela BMJ Open) e três periódicos com índice-H local igual a 2 (Aria; Cuccurullo, 2017).

A principal limitação é a alta ausência de metadados nas bases brutas, exigindo triagem manual; o índice-H local e as citações refletem repercussão, não qualidade metodológica (Aria; Cuccurullo, 2017). Somam-se o uso de apenas três bases, a amostra pequena (36 estudos) e o predomínio de delineamentos transversais, que dificulta inferências causais demonstra a falta de estudos longitudinais (Cesena et al., 2023). O volume de produção (36 documentos, taxa de crescimento anual composta de 3,25%) é modesto frente a revisões bibliométricas internacionais correlatas em doenças cardiovasculares, como uma sobre exercício físico em insuficiência cardíaca, que identificou os Estados Unidos na liderança e o Brasil em seguida, com a Universidade de São Paulo como instituição mais produtiva, coincidência relevante com o presente estudo (Yang et al., 2023). Persistem lacunas quanto a escores adaptados à miscigenação brasileira, à interação entre genética e ambiente, à sub-representação de crianças e adolescentes (o termo “children” apareceu apenas cinco vezes) e aos determinantes sociais nas redes de palavras-chave (Aria; Cuccurullo, 2017; Fraporti et al., 2017).

Avançar exige regulação mais firme sobre sódio e ultraprocessados (Nilson et al., 2020), tecnologias digitais e escores simplificados sem exames laboratoriais (Menezes-Júnior et al., 2025), e a incorporação da saúde mental e dos riscos ocupacionais como determinantes centrais (Palmieri et al., 2025). Uma abordagem intersetorial, que integre saúde mental, risco ocupacional e determinantes sociais, é o caminho para o Brasil avançar rumo às metas globais de saúde para 2030.

REFERÊNCIAS

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017.

ARIA, M.; MISURACA, M.; SPANO, M. Mapping the evolution of social research and data science on 30 years of social indicators research. **Social Indicators Research**, v. 149, n. 3, p. 803-831, 2020.

BEZERRA, V. M. et al. Pré-hipertensão arterial em comunidades quilombolas do sudoeste da Bahia, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 33, n. 3, p. e00139516, 2017.

CABRERA, D. M. et al. HIV-related chronic comorbidity among PWH age ≥ 40 years in LAC. **Current HIV/AIDS Reports**, v. 18, p. 1-47, 2021.

CESENA, F. Y. et al. Percentiles of predicted 10-year cardiovascular disease risk by sex and age in Brazil and their association with estimated risk of long-term atherosclerotic events. **Preventive Medicine**, v. 177, p. 107755, 2023.

CHEN-KU, C. H.; CUETO-MANZANO, A. M. Management of familial hypercholesterolemia: a review of current therapeutic options. **Endocrine Practice**, v. 25, n. 5, p. 496-507, 2019.

DE MARCHI, R. et al. Prevalence of metabolic syndrome in pre- and postmenopausal women. **Archives of Endocrinology and Metabolism**, v. 61, n. 2, p. 160-166, 2017.

DE SOUZA, C. A. et al. Cardiometabolic risk profile in adolescents from rural and urban areas: a comparative cross-sectional study. **Jornal de Pediatria**, v. 98, n. 5, p. 487-494, 2022.

ESPOSITO, A. et al. Prevalence of metabolic syndrome in men attending a health awareness campaign (Blue November): a cross-sectional study. **Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews**, v. 12, n. 6, p. 985-989, 2018.

FELISBINO-MENDES, M. S. et al. The burden of non-communicable diseases attributable to high BMI in Brazil, 1990–2017: findings from the Global Burden of Disease Study. **Population Health Metrics**, v. 18, n. 1, p. 1-13, 2020.

FERRARI, G. et al. The economic burden of overweight and obesity in Brazil: perspectives for the Brazilian Unified Health System. **Public Health**, v. 207, p. 82-87, 2022.

FONSECA, H. A. R. et al. Primary Prevention of Cardiovascular Disease at Community Clinics in the State of Sao Paulo, Brazil. **Global Heart**, v. 18, n. 1, p. 24, 2023.

FRANCESQUET, M. et al. Mixed dyslipidemia in patients at intermediate or high cardiovascular risk: prevalence and associated factors. **Archives of Endocrinology and Metabolism**, v. 63, n. 5, p. 476-484, 2019.

FRAPORTI, M. et al. Cardiovascular risk and associated factors in children: a school-based study. **Revista Portuguesa de Cardiologia**, v. 36, n. 2, p. 107-113, 2017.

JARDIM, T. V. et al. The first Brazilian nationwide registry of hypertension: clinical and demographic characteristics. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 107, n. 6, p. 497-502, 2016.

MALTA, D. C. et al. Estimativas do Risco Cardiovascular em Dez Anos na População Brasileira: Um Estudo de Base Populacional. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 116, n. 3, p. 423-431, 2021.

MALTA, D. C. et al. Doenças crônicas não transmissíveis e a utilização de serviços de saúde: análise da Pesquisa Nacional de Saúde no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 26, n. 4, p. 1631-1641, 2021.

MARTINS, S. C. O. et al. Temporal trends and predictors of stroke mortality in Brazil: a nationwide retrospective cohort study. **Neuroepidemiology**, 2025.

MELO, A. P. S. et al. All-cause and cause-specific mortality among people with severe mental illness in Brazil's public health system, 2000–15: a retrospective study. **The Lancet Psychiatry**, v. 9, n. 9, p. 735-748, 2022.

MENEZES-JÚNIOR, L. A. A. et al. Performance of non-laboratory Framingham risk scores using self-reported data for remote cardiovascular risk assessment. **Scientific Reports**, v. 15, p. 42757, 2025.

NILSON, E. A. F. et al. Developing and applying a costing tool for hypertension and related cardiovascular disease: Attributable costs to salt/sodium consumption. **Journal of Clinical Hypertension**, v. 22, p. 642-648, 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). **Cardiovascular diseases** (CVDs). Geneva: WHO, 2021.

PAGE, M. J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, v. 372, n. 71, 2021.

PALMEIRIM, M. S. et al. Situational analysis of hypertension management at primary health care level in São Paulo, Brazil. **BMC Health Services Research**, v. 24, p. 668, 2024.

PALMIERI, D. F. et al. Cardiovascular risk factors across job roles and work shifts in a Brazilian Military Police cohort: a cross-sectional study. **Frontiers in Public Health**, v. 13, p. 1716547, 2025.

RAPOSO, M. et al. Prevalence of dyslipidemia and associated factors in people living with HIV. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 50, n. 6, 2017.

RIBEIRO, A. L. P. et al. Cardiovascular Health in Brazil: Trends and Perspectives. **Circulation**, v. 133, n. 4, p. 422-433, 2016.

SANTOS, F. K. et al. Effects of 12-week resistance training on cardiovascular risk factors in schoolchildren: a randomized controlled trial. **Pediatric Exercise Science**, v. 32, n. 3, p. 130-137, 2020.

VIZMANOS, B. et al. Metabolic syndrome and its components among young healthcare students and professionals in Latin America. **Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews**, v. 14, n. 5, p. 1531-1537, 2020.

YANG, Z. et al. Global trends and research frontiers of exercise training for heart failure: a bibliometric analysis from 2002 to 2022. **Frontiers in Cardiovascular Medicine**, v. 10, p. 1181600, 2023.

MUDANÇAS CLIMÁTICAS E SAÚDE HUMANA: EFEITOS DO CALOR EXTREMO, ENCHENTES E SECAS SOBRE A SAÚDE

PABLO KÉSSIO RODRIGUES DE OLIVEIRA

RESUMO

As mudanças climáticas intensificam eventos extremos capazes de alterar de forma direta e indireta o perfil de morbimortalidade das populações. Entre os principais riscos destacam-se o calor extremo, as enchentes e as secas, fenômenos que atuam sobre mecanismos fisiológicos, ambientais, sociais e assistenciais. Este estudo teve como objetivo analisar os principais efeitos desses eventos sobre a saúde humana, com ênfase nos agravos agudos e crônicos, nas doenças transmissíveis, na saúde mental e nas repercussões para os serviços de saúde. Trata-se de uma revisão narrativa, descritiva e qualitativa, baseada em publicações científicas e documentos técnico-institucionais publicados entre 2022 e 2026, localizados em bases como PubMed e SciELO e em fontes da Organização Mundial da Saúde, do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas e do Ministério da Saúde. A síntese das evidências demonstrou que temperaturas elevadas aumentam o risco de desidratação, exaustão e golpe de calor, além de agravar doenças cardiovasculares, respiratórias, renais e metabólicas, especialmente em idosos, crianças, trabalhadores expostos e pessoas com doenças crônicas. As enchentes ampliam a ocorrência de traumas, afogamentos, doenças de veiculação hídrica e vetorial, interrupções de tratamentos e sofrimento psíquico, com repercussões que podem persistir após o desastre. As secas, por sua vez, comprometem o abastecimento de água, a produção de alimentos e a qualidade do ar, favorecendo desidratação, insegurança alimentar, agravos respiratórios, doenças infecciosas e transtornos mentais. Os impactos são distribuídos de forma desigual, afetando mais intensamente populações socialmente vulnerabilizadas e territórios com menor capacidade de adaptação. Conclui-se que o enfrentamento dos riscos climáticos exige vigilância integrada, sistemas de alerta precoce, infraestrutura sanitária resiliente, proteção de grupos vulneráveis, continuidade assistencial e políticas intersetoriais de adaptação e mitigação, com incorporação permanente da variável climática ao planejamento em saúde.

Palavras-chave: Vulnerabilidade socioambiental; Emergências sanitárias; Adaptação.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas constituem um dos principais determinantes ambientais emergentes da saúde no século XXI. O aquecimento global modifica a frequência, a duração e a intensidade de eventos meteorológicos extremos e amplia exposições capazes de produzir danos físicos, infecciosos, nutricionais e psicossociais. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas reconhece, com elevado grau de confiança, que a mudança do clima já afetou negativamente a saúde física em todas as regiões e que eventos de calor extremo, chuvas intensas e inundações estão relacionados ao aumento de morbidade, mortalidade e doenças transmitidas pela água e por vetores (IPCC, 2022).

Os efeitos sobre a saúde não decorrem apenas da exposição direta ao evento climático. Eles também são mediados por alterações na disponibilidade e qualidade da água, na produção e no acesso aos alimentos, na qualidade do ar, na dinâmica de vetores e patógenos, na renda, na moradia e no funcionamento dos serviços de saúde. Uma análise abrangente mostrou que 58%

DOI: 10.51189/vii-coninters/90021

das doenças infecciosas humanas conhecidas já foram agravadas, em algum contexto, por perigos climáticos como aquecimento, precipitações extremas, inundações e secas, evidenciando a multiplicidade de vias pelas quais o clima interfere nos processos saúde-doença (Mora *et al.*, 2022).

No contexto brasileiro, a combinação entre grande extensão territorial, desigualdades socioeconômicas, urbanização, vulnerabilidades de saneamento e ampla diversidade climática favorece impactos heterogêneos. O Ministério da Saúde destaca que calor extremo, inundações, secas e tempestades podem agravar doenças cardiovasculares e respiratórias, ampliar doenças transmitidas por vetores, comprometer a segurança alimentar e hídrica e sobrecarregar os serviços de saúde, com maior risco para idosos, crianças, pessoas com doenças crônicas e populações socialmente vulnerabilizadas (Brasil, 2025).

Diante desse cenário, torna-se necessário compreender de forma integrada os efeitos dos eventos extremos para subsidiar vigilância, prevenção, preparação e resposta. Assim, o objetivo deste estudo foi analisar os principais efeitos do calor extremo, das enchentes e das secas sobre a saúde humana, identificando agravos associados, grupos mais vulneráveis e implicações para a organização das respostas em saúde pública.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, de abordagem descritiva e qualitativa, elaborada para sintetizar evidências sobre a relação entre eventos climáticos extremos e desfechos de saúde. Foram priorizadas publicações científicas e documentos técnico-institucionais divulgados entre 2022 e 2026, período escolhido por concentrar evidências recentes e diretrizes contemporâneas de adaptação em saúde.

A busca foi conduzida em PubMed e SciELO, complementada por documentos da Organização Mundial da Saúde, do IPCC e do Ministério da Saúde. Foram utilizados, isoladamente e em combinação, os descritores e termos livres “mudanças climáticas”, “calor extremo”, “ondas de calor”, “enchentes”, “inundações”, “secas”, “saúde humana”, “saúde mental”, “climate change”, “extreme heat”, “floods”, “drought” e “health”. Foram incluídos estudos de revisão, pesquisas observacionais e documentos oficiais que apresentassem associação entre as exposições selecionadas e desfechos de saúde ou estratégias de resposta. Excluíram-se materiais duplicados, textos sem relação direta com o objetivo e publicações opinativas sem suporte técnico-científico. A análise foi organizada em quatro eixos: calor extremo; enchentes; secas; vulnerabilidade e capacidade de resposta dos sistemas de saúde.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As evidências apontam que o calor extremo produz efeitos rápidos e cumulativos. O organismo depende de mecanismos como sudorese e redistribuição do fluxo sanguíneo para dissipar calor; quando a carga térmica supera a capacidade de termorregulação, podem ocorrer desidratação, exaustão, síncope, distúrbios eletrolíticos e golpe de calor. Além dos agravos agudos, a exposição a temperaturas elevadas aumenta a sobrecarga cardiovascular e renal e pode descompensar doenças respiratórias, diabetes e condições de saúde mental. Bell, Gasparrini e Benjamin (2024) destacam que os riscos são particularmente elevados entre idosos, pessoas com doenças preexistentes, gestantes, trabalhadores expostos ao ambiente externo e grupos com menor acesso a ambientes termicamente seguros. A Organização Mundial da Saúde também reconhece o estresse térmico como uma das principais causas de mortes relacionadas ao clima e ressalta que ondas de calor mais frequentes, intensas e prolongadas exigem respostas rápidas de saúde pública (World Health Organization, 2026).

Em ambientes urbanos, esses efeitos podem ser potencializados pela formação de ilhas de calor, pela baixa arborização, pela impermeabilização do solo e pela limitada ventilação das moradias. A persistência de temperaturas elevadas durante a noite reduz a recuperação

fisiológica após a exposição diurna e pode ampliar o risco para pessoas que vivem em habitações precárias ou sem acesso a meios adequados de resfriamento. Além disso, trabalhadores da construção civil, agricultura, limpeza urbana, transporte e outras atividades realizadas ao ar livre estão sujeitos a maior carga térmica, o que exige medidas de proteção ocupacional, pausas, hidratação, sombreamento e reorganização dos horários de trabalho em períodos críticos (Bell; Gasparrini; Benjamin, 2024; World Health Organization, 2026).

As enchentes apresentam repercussões agudas e tardias. Durante o evento, aumentam os riscos de afogamentos, quedas, traumas, acidentes elétricos e interrupção do acesso a serviços essenciais. No período subsequente, a contaminação da água e do solo por esgoto, resíduos e agentes biológicos eleva a probabilidade de doenças diarreicas, leptospirose e outros agravos de veiculação hídrica, ao mesmo tempo que alterações ambientais podem favorecer vetores. A perda de medicamentos, documentos, moradia, renda e redes de apoio também compromete o controle de doenças crônicas e a continuidade terapêutica. O IPCC (2022) ressalta que inundações estão associadas ao aumento de doenças transmitidas pela água e por vetores e à desorganização dos serviços de saúde.

Outro aspecto relevante é a capacidade de funcionamento da rede assistencial durante e após as inundações. Alagamentos podem bloquear vias, interromper energia elétrica, danificar unidades de saúde e dificultar o abastecimento de medicamentos, vacinas, água potável e insumos. Pessoas dependentes de hemodiálise, oxigenoterapia, insulinoterapia, acompanhamento pré-natal ou tratamento contínuo tornam-se especialmente vulneráveis quando há ruptura dos fluxos de atendimento. Nesse cenário, planos de contingência, rotas alternativas, estoques estratégicos, sistemas de comunicação e identificação prévia de usuários de maior risco são componentes essenciais para reduzir mortes evitáveis e assegurar continuidade do cuidado (IPCC, 2022; Brasil, 2025).

A dimensão psicossocial das enchentes merece destaque. Deslocamento forçado, perdas materiais, luto, insegurança e incerteza prolongada podem gerar ansiedade, depressão e sintomas de estresse pós-traumático. No Brasil, estudo com 2.494 adultos após as enchentes de 2024 no Rio Grande do Sul observou que 83,8% relataram algum impacto do desastre; indivíduos deslocados apresentaram maior prevalência de sintomas de ansiedade e depressão, e maior carga de exposição esteve associada a piores desfechos de saúde mental (Feter *et al.*, 2026). Esses achados reforçam que a resposta pós-desastre deve integrar assistência física, vigilância epidemiológica e cuidado psicossocial.

As secas diferem das enchentes por apresentarem, em geral, evolução mais lenta e efeitos prolongados. A redução da disponibilidade de água compromete hidratação, higiene e saneamento, enquanto perdas agrícolas e elevação de preços podem aumentar insegurança alimentar e desnutrição. A estiagem também favorece concentração de poluentes, poeira e ocorrência de queimadas, contribuindo para sintomas e doenças respiratórias. Em áreas rurais, a redução da produção e da renda pode gerar endividamento, deslocamento populacional e sofrimento psíquico. Padrón-Monedero *et al.* (2024) identificaram associações entre secas e diferentes indicadores de sofrimento mental e destacaram lacunas relevantes de pesquisa, especialmente quanto à mensuração objetiva de transtornos mentais e ao controle de fatores ambientais concorrentes.

A exposição prolongada à seca também pode produzir efeitos acumulativos que ultrapassam o período de escassez hídrica. Em comunidades rurais e regiões dependentes da agricultura, perdas sucessivas de produção podem comprometer renda familiar, disponibilidade de alimentos e permanência no território. A redução da quantidade de água disponível pode levar ao armazenamento doméstico inadequado e a práticas de higiene prejudicadas, ampliando riscos sanitários. Paralelamente, poeira, fumaça de queimadas e material particulado podem agravar doenças respiratórias e cardiovasculares. Esses efeitos evidenciam que a seca deve ser

compreendida como problema simultaneamente ambiental, sanitário, econômico e social, requerendo respostas integradas e de longo prazo (IPCC, 2022; Brasil, 2025).

Os três tipos de eventos analisados compartilham um padrão de distribuição desigual dos danos. Condições de moradia, renda, trabalho, acesso a água, saneamento, energia, transporte e serviços de saúde modulam a exposição e a capacidade de proteção. Crianças, idosos, gestantes, pessoas com doenças crônicas, trabalhadores ao ar livre, populações rurais, comunidades tradicionais, pessoas em situação de rua e residentes de áreas com infraestrutura precária tendem a apresentar maior vulnerabilidade. Assim, a mudança do clima atua como multiplicador de desigualdades preexistentes e pode ampliar simultaneamente a demanda assistencial e a fragilidade da infraestrutura necessária para respondê-la.

Além dos eventos isolados, a saúde pública precisa considerar riscos compostos e em cascata. Ondas de calor podem ocorrer durante períodos de seca, elevando simultaneamente a demanda por água e energia; chuvas intensas podem suceder longas estiagens, atingindo solos degradados e populações já fragilizadas; e desastres sucessivos podem reduzir a capacidade de recuperação de famílias, municípios e serviços de saúde. A sobreposição dessas exposições aumenta a complexidade da vigilância e reforça a necessidade de planejamento territorial baseado em cenários climáticos, identificação de populações prioritárias e articulação entre diferentes setores governamentais. O IPCC (2022) destaca que vulnerabilidade, exposição e capacidade adaptativa interagem na determinação dos impactos, tornando inadequadas respostas uniformes para territórios com realidades distintas.

No campo da saúde pública, as evidências convergem para a necessidade de integrar informação climática e epidemiológica. Estratégias prioritárias incluem sistemas de alerta precoce para calor e eventos hidrometeorológicos; mapeamento territorial de vulnerabilidades; planos de contingência; garantia de água, energia, comunicação e cadeias de suprimentos em unidades de saúde; vigilância de agravos sensíveis ao clima; comunicação de risco; proteção ocupacional; abrigamento adequado; e articulação entre saúde, defesa civil, meio ambiente, saneamento, assistência social e planejamento urbano. O guia brasileiro para profissionais de saúde reforça que a vigilância deve reconhecer alterações de exposição e sensibilidade das populações e incorporar a perspectiva climática às ações de rotina (Brasil, 2025).

4 CONCLUSÃO

A literatura analisada demonstra que o calor extremo, as enchentes e as secas afetam a saúde humana por mecanismos distintos, porém interdependentes. O calor atua principalmente por sobrecarga fisiológica e agravamento de doenças crônicas; as enchentes combinam traumas, contaminação ambiental, doenças infecciosas, interrupção assistencial e sofrimento psíquico; e as secas repercutem sobre disponibilidade de água, segurança alimentar, qualidade do ar, condições econômicas e saúde mental. Em todos os casos, a magnitude do dano é fortemente condicionada pelas desigualdades sociais e pela capacidade de adaptação dos territórios.

Conclui-se que a resposta sanitária às mudanças climáticas não pode se limitar ao atendimento após o desastre. É necessário incorporar prevenção, preparação e adaptação ao planejamento permanente dos sistemas de saúde, com vigilância integrada, infraestrutura resiliente, continuidade do cuidado, proteção dos grupos mais expostos e comunicação de risco baseada em evidências. Como limitações, esta revisão narrativa não realizou metanálise nem estimativa quantitativa conjunta dos efeitos, e a heterogeneidade dos estudos dificulta comparações diretas entre regiões. Pesquisas futuras devem ampliar evidências brasileiras em escala local, avaliar impactos combinados de múltiplos eventos e mensurar a efetividade de intervenções de adaptação, de modo a apoiar políticas públicas mais equitativas e resilientes.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90021

REFERÊNCIAS

BELL, M. L.; GASPARRINI, A.; BENJAMIN, G. C. Climate change, extreme heat, and health. New England Journal of Medicine, v. 390, n. 19, p. 1793-1801, 2024. DOI: 10.1056/NEJMra2210769.

BRASIL. Ministério da Saúde. Mudanças climáticas para profissionais de saúde: guia de bolso. 2. ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2025.

FETER, N.; SCHRÖEDER, N.; DELPINO, F.; DA SILVA, L.; CAPUTO, E.; PAZ, I.; ROCHA, J.; FETER, J.; VIEIRA, Y.; DA SILVA, M.; REICHERT, F.; ROMBALDI, A. Depressive and anxiety symptoms after the 2024 flooding in Rio Grande do Sul, Brazil: findings of the PAMPA cohort. Cadernos de Saúde Pública, v. 42, e00096225, 2026. DOI: 10.1590/0102-311XEN096225.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

MORA, C.; MCKENZIE, T.; GAW, I. M.; DEAN, J. M.; VON HAMMERSTEIN, H.; KNUDSON, T. A.; SETTER, R. O.; SMITH, C. Z.; WEBSTER, K. M.; PATZ, J. A.; FRANKLIN, E. C. Over half of known human pathogenic diseases can be aggravated by climate change. Nature Climate Change, v. 12, p. 869-875, 2022. DOI: 10.1038/s41558-022-01426-1.

PADRÓN-MONEDERO, A.; LINARES, C.; DÍAZ, J.; NOGUER-ZAMBRANO, I. Impact of drought on mental and behavioral disorders, contributions of research in a climate change context: a narrative review. International Journal of Biometeorology, v. 68, p. 1035-1042, 2024. DOI: 10.1007/s00484-024-02657-x.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Climate change and health. Geneva: WHO, 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Heat and health. Geneva: WHO, 2026.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE NA EDUCAÇÃO INFANTIL: INTERVENÇÕES PEDAGÓGICAS COM MATERIAIS REUTILIZÁVEIS PARA A CONSTRUÇÃO DE APRENDIZAGENS E PRÁTICAS DE CUIDADO COM O AMBIENTE

EDILEUSA VIEIRA DE SOUZA

Introdução: A Educação Ambiental na Educação Infantil constitui uma importante possibilidade de formação de crianças mais conscientes, participativas e comprometidas com o cuidado com o ambiente. Este trabalho apresenta uma experiência pedagógica desenvolvida com crianças da Educação Infantil, tendo como eixo a sustentabilidade e a reutilização de materiais presentes no cotidiano, como garrafas PET, caixas de ovos, rótulos, latas de leite, tampinhas e embalagens. **Objetivo:** Relatar uma experiência pedagógica desenvolvida na Educação Infantil com a utilização de materiais reutilizáveis, buscando promover aprendizagens significativas, criatividade, participação infantil e atitudes relacionadas ao cuidado com o ambiente e à redução do desperdício. **Relato de experiência:** A experiência foi desenvolvida a partir de intervenções pedagógicas envolvendo rodas de conversa, levantamento dos conhecimentos prévios, problematização sobre o descarte de materiais, exploração e classificação de objetos, criação artística, construção coletiva de brinquedos e recursos pedagógicos, brincadeiras e socialização das produções. A professora atuou como mediadora, criando situações nas quais as crianças pudessem observar, questionar, propor soluções, experimentar possibilidades e compreender que materiais considerados sem utilidade podem adquirir novos significados antes do descarte. As atividades também buscaram aproximar escola e família, incentivando a participação na coleta e separação de materiais reutilizáveis. Ao longo da experiência, observou-se o envolvimento das crianças nas propostas e o fortalecimento da criatividade, da autonomia, da cooperação e da participação, além da construção de atitudes iniciais relacionadas ao cuidado com os espaços e à redução do desperdício. **Conclusão:** A experiência evidencia que a Educação Ambiental, quando integrada às experiências cotidianas da infância, pode ultrapassar a transmissão de conceitos e constituir-se como prática educativa concreta, lúdica e significativa. A reutilização de materiais, nesse contexto, não representa apenas uma estratégia para reduzir o descarte, mas uma possibilidade pedagógica de promover aprendizagens, protagonismo infantil e construção progressiva de valores relacionados à sustentabilidade e à responsabilidade coletiva.

Palavras-chave: **EDUCAÇÃO AMBIENTAL; SUSTENTABILIDADE; PRÁTICAS PEDAGOGICAS; ; ;**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90036

DEGRADAÇÃO TÉRMICA DA CASCA DE LARANJA VISANDO PRODUÇÃO DE CARVÃO ATIVADO E SUA APLICAÇÃO COMO ADSORVENTE DE CORANTE QUÍMICO

CLÓVIS BIANCHINI JUNIOR; PAULO JONAS SILVA NAVES; REIJANE ROCHA CASTRO OLIVEIRA; MARCELO MENDES PEDROZA, CLÁUDIA DA SILVA AGUIAR REZENDE; ELAINE DA CUNHA SILVA PAZ

RESUMO

O crescimento dos setores industrial e agrícola elevou a geração de resíduos. Como o Brasil ocupa a posição de maior produtor de laranja e exportador de seu suco no cenário mundial, a indústria gera um volume expressivo de subprodutos que muitas vezes não recebem destinação adequada. Em paralelo, as dificuldades de acesso à água potável reforçam a relevância de valorizar esses resíduos. Diante desse cenário, este trabalho buscou produzir carvão ativado a partir da casca de laranja via pirólise para aplicação no tratamento de águas por meio da remoção de corantes químicos. A biomassa inicial foi devidamente seca em estufa e triturada para caracterização quanto ao teor de umidade, materiais voláteis, cinzas, carbono fixo, densidade e cinética de perda de massa. Em seguida, a casca foi submetida ao processo de pirólise em um reator de leito fixo. O carvão ativado obtido passou pelas mesmas análises físicas e químicas da matéria-prima, com exceção da cinética. Para a etapa de adsorção, utilizou-se o material produzido na temperatura de 600 °C, com uma taxa de aquecimento de 30 ºC min^{-1} e granulometria de 0,45 mm em mesa agitadora. A avaliação da adsorção empregou um planejamento experimental do tipo Delineamento de Faces Centradas (DFC) para analisar a influência de duas variáveis independentes: a massa de carvão e a concentração inicial do corante. Os resultados indicaram que a massa do adsorvente foi a variável determinante para a eficiência do processo em soluções com concentração entre 10 e 20 mg L^{-1}, alcançando o melhor desempenho com massas próximas a 0,7 g, demonstrando uma eficiência de remoção de até 95,47% do corante azul de metileno. Conclui-se que a casca de laranja é uma matéria-prima viável para a síntese de carvão ativado com elevada capacidade adsorvente.

Palavras-chave: Biomassa; pirólise; azul de metileno.

1 INTRODUÇÃO

As revoluções industriais transformaram as cadeias produtivas e o estilo de vida da sociedade. O avanço tecnológico impulsionou a produtividade para atender a uma demanda crescente; contudo, essa expansão exigiu um expressivo aumento no consumo de água pelos setores agrícola e industrial, trazendo novos desafios socioambientais ao longo dos anos.

Em primeiro lugar, com o aumento na demanda por produtos e bens de consumo, o setor industrial precisa aumentar sua produtividade, o que provoca um aumento nos resíduos gerados no processo de produção. Na indústria de produção de suco de laranja por exemplo, 50% da massa da fruta é composta por casca, albedo e sementes. Ainda, no mesmo exemplo, o Brasil é responsável por 85% da exportação mundial de suco de laranja, além de possuir o título de maior produtor de laranjas do mundo (Neves, 2011). Com essas informações pode-se inferir que o país é responsável por uma grande produção de resíduos nessa área.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90042

O aumento expressivo no consumo mundial de água, associado ao fato de cerca de 1,1 bilhão de pessoas não possuírem acesso facilitado à água potável (Pena, 2022), demanda o desenvolvimento de novas tecnologias de tratamento. Paralelamente, a busca por fontes sustentáveis impulsiona o aproveitamento de resíduos orgânicos em substituição aos insumos fósseis, visando destinar adequadamente o material e gerar produtos de maior valor agregado.

Nesse contexto, a biomassa lignocelulósica destaca-se por permitir a obtenção de derivados equivalentes aos do petróleo (Yaman, 2004). As propriedades e a porosidade do carvão ativado resultante dependem tanto do método de produção quanto do precursor, sendo influenciadas pelos teores de celulose, hemicelulose e lignina da matéria-prima (Nabais *et al.*, 2013; Theydan, Ahmed, 2012).

Diante dessa problemática, o presente trabalho tem como objetivo produzir carvão ativado a partir da casca de laranja por meio do processo de pirólise e avaliar sua eficiência como adsorvente. Com isso, busca-se agregar valor a um resíduo da indústria citrícola e oferecer uma alternativa viável para a filtração no tratamento de águas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Todas as atividades desenvolvidas nesta pesquisa estão dispostas de forma lógica e sequencial na Figura 1. Os estudos experimentais para a caracterização da biomassa e do carvão ativado foram realizados no Laboratório de Inovação em Aproveitamento de Resíduos e Sustentabilidade Energética (LARSEN), do Instituto Federal do Tocantins (IFTO) – Campus Palmas. Essa estrutura metodológica garantiu o controle rigoroso das etapas analíticas e a confiabilidade dos dados obtidos.

As atividades com a amostra foram conduzidas de acordo com as normas e metodologias reconhecidas, como as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e as normas da Advancing Standarts Transforming Markets (ASTM). Para determinar teor de cinzas e material volátil foram seguidos métodos sugeridos por Sanchez *et al.* (2009).

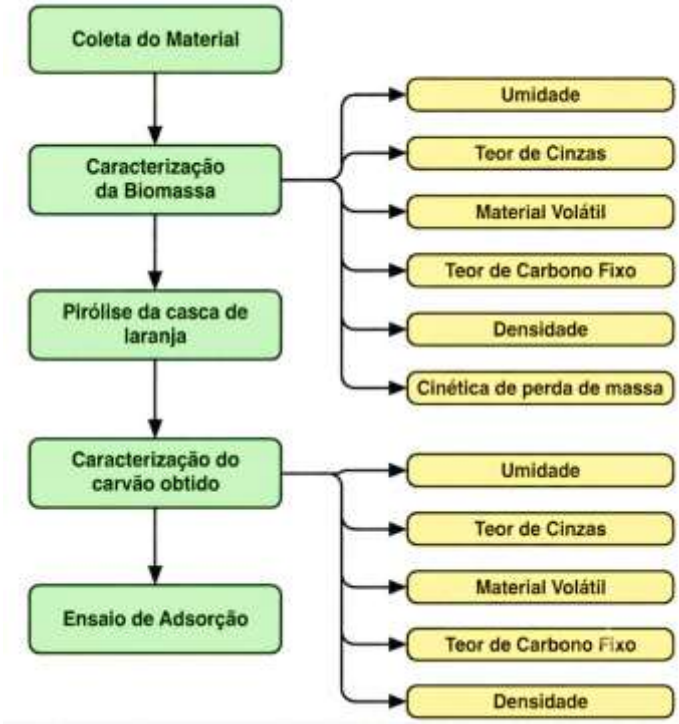


Figura 1. Fluxograma das atividades desenvolvidas.
Fonte: Autoria própria (2026)

DOI: 10.51189/vii-coninters/90042

2.1 – Caracterização da biomassa

A casca de laranja foi analisada para a obtenção dos dados da amostra referentes à umidade, teor de cinzas, material volátil, teor de carbono fixo, densidade e foi feito um estudo de cinética de perda de massa. A amostra foi seca em estufa a 60 ºC e triturada em um liquidificador industrial. A parte da amostra utilizada foi aquela referente ao material passante na peneira de malha 16 e retido na peneira de malha 20. Para esses ensaios de caracterização foram utilizados procedimentos clássicos padronizados seguindo as normas indicadas na literatura.

2.2 – Pirólise da casca de laranja

Foi realizada a conversão térmica em um reator de leito fixo tubular de aço, de 100 cm de comprimento e diâmetro externo de 10 cm. O sistema com o reator de leito fixo pode ser observado na Figura 2. A biomassa foi inserida ao reator na forma ressecada e triturada, após passar por estufa a uma temperatura de 60 ºC. O reator foi aquecido através de um forno bipartido reclinável, e foi operado em regime de batelada, sendo empregado vapor de água como o gás de arraste.

Figura 2. Sistema com reator de leito fixo.
Fonte: Autoria própria (2026)

Durante a pirólise, foi empregada uma temperatura de 600 ºC e uma taxa de aquecimento de 30 ºC min^{-1}. O tempo de reação do experimento foi de 30 minutos.

2.3 – Caracterização do carvão obtido

A caracterização do carvão obtido foi realizada de acordo com os mesmos métodos utilizados para a caracterização da biomassa, excetuando-se a verificação da cinética da perda de massa que não foi realizada.

2.4 – Ensaio de adsorção

O teste foi feito em uma mesa de agitação (Shaker TE 141), indicada na Figura 3, com o carvão ativado produzido nessa pesquisa obtido na temperatura de 600 ºC e taxa de aquecimento igual a 30 ºC min^{-1}, na forma de pó, com granulometria de 0,45 mm. Este ensaio foi realizado no LARSEN-IFTO/Campus Palmas.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90042

Figura 3. Shaker TE 141 com amostras para ensaio de adsorção.
Fonte: Autoria própria (2026)

A solução corante empregada no teste foi azul de metileno, sendo utilizados um volume padrão de 30 mL de solução em todos os testes. Após o teste de adsorção, as amostras foram filtradas em papel analítico e a concentração de azul de metileno resultante foi determinada em espectrofotômetro, a 660 nm (Figura 4).

Figura 4. Espectrofotômetro.
Fonte: Autoria própria (2026)

Para o ensaio, foi feita a curva de calibração do espectrofotômetro, com as concentrações de corante de 2, 4, 6, 8 e 10 mg L^{-1}, conforme mostra a Figura 5.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90042

Figura 5. Amostras das concentrações padrão para a curva de calibração.
Fonte: Autoria própria (2026)

Para o teste de adsorção, aplicou-se um Delineamento de Faces Centradas (DFC) avaliando os efeitos da massa de carvão e da concentração do corante (variáveis independentes), sob agitação de 30 rpm por 30 minutos. Os níveis dos fatores testados constam na Tabela 1.

Tabela 1 – Fatores e níveis empregados

Fatores	**Níveis**		
	(-1)	**(0)**	**(+1)**
Massa do Carvão (g)	0,20	0,60	1
Concentração do Corante (mg L^{-1})	10	15	20

Fonte: Autoria própria (2026)

Foram realizados 11 ensaios, sendo 3 deles no ponto central do planejamento experimental, de acordo com a Tabela 2. As respostas obtidas foram: absorbância do filtrado, eficiência de remoção e razão de adsorção.

Tabela 2 – Ordem dos experimentos no planejamento experimental

Ordem dos Experimentos	**X_1 (Massa de carvão)**	**X_2 (Concentração do corante)**
1	-1(0,20)	-1(10)
2	1(1,00)	-1(10)
3	-1(0,20)	1(20)
4	1(1,00)	1(20)
5	-1(0,20)	0(15)
6	1(1,00)	0(15)
7	0(0,60)	-1(10)
8	0(0,60)	1(20)
9	0(0,60)	0(15)
10	0(0,60)	0(15)
11	0(0,60)	0(15)

Fonte: Autoria própria (2026)

DOI: 10.51189/vii-coninters/90042

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise imediata da casca de laranja apresentou densidade aparente de 0,414 g cm^{-3}, teor de umidade de 6,145%, teor de cinzas de 2,589%, teor de materiais voláteis de 75,102% e teor de carbono fixo de 16,165%. A baixa umidade (inferior ao limite de 10%) aliada ao expressivo percentual de voláteis indica alta reatividade e confirma a viabilidade da biomassa para processos de degradação termoquímica, como a pirólise. Além disso, o teor de carbono fixo remanescente sugere uma estrutura resistente à degradação térmica, reforçando o potencial da casca de laranja como matéria-prima adequada para a geração de carvão ativado com elevada capacidade de adsorção.

O processamento industrial da laranja gera cerca de 50% a 55% de resíduo bruto úmido, composto por casca, bagaço e sementes. Como esse resíduo in natura apresenta elevado teor de água (80% a 85%), ele é submetido à secagem industrial até atingir uma umidade residual de 10% a 12%, resultando em um rendimento de 20% a 23% de matéria seca em relação ao peso total do fruto (Kimball, 1999; Bassan, 2012).

O rendimento em carvão obtido na pirólise da biomassa seca (taxa de 30 ºC min^{-1} a 600 ºC) foi de 26,2%. Dessa forma, considerando o balanço global desde o fruto *in natura*, estima-se a obtenção de aproximadamente 52,4 kg a 60,3 kg de carvão por tonelada de resíduo bruto processado nas condições estudadas.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados da análise imediata da biomassa e do carvão obtido, para fins comparativos.

Tabela 3 – Comparativo das características da Biomassa e do Carvão Ativado

Material	Biomassa	Carvão Ativado
Densidade (g cm^{-3})	0,414	0,221
Umidade (%)	6,145	0,562
Cinzas (%)	2,589	11,413
Material Volátil (%)	75,102	21,036
Carbono Fixo (%)	16,165	66,988

Fonte: Autoria própria (2026)

Percebe-se uma diminuição de 90,85% no teor de umidade, redução prevista em decorrência da amostra ser submetida a altas temperaturas. Após a pirólise da biomassa, o teor de material volátil teve uma redução de 71,99%, o teor de cinzas apresentou um aumento de 340,82% e o carbono fixo teve um incremento de 314,4%.

A curva de calibração do corante azul de metileno obtida a 660 nm apresentou coeficiente de determinação $R^2 = 0,9926$ ($y = 0,1768x - 0,1006$), confirmando a linearidade do método analítico. Nos ensaios de adsorção via Delineamento de Faces Centradas (DFC), a eficiência de remoção (E) atingiu valores de até 95,47%. A Análise de Variância (ANOVA) validou a significância estatística do modelo quadrático para a eficiência ($F_{\text{calc}} = 16,1 > F_{\text{tab}} = 5,05$; $p = 0,00424$; $R^2 = 94,14\%$). O diagrama de Pareto indicou que a massa de carvão (X_1) foi a única variável independente com impacto estatisticamente significativo ($p = 0,0006$) sobre a remoção, enquanto a concentração do corante não exerceu influência expressiva na faixa testada.

Para a razão de adsorção (Q), o modelo também se mostrou estatisticamente significativo ($F_{\text{calc}} = 8,3$; $p = 0,01822$; $R^2 = 89,26\%$), registrando capacidade máxima de adsorção em torno de 0,68 mg g^{-1}. As superfícies de resposta e curvas de nível revelaram que a faixa otimizada de dosagem do adsorvente situa-se próxima a 0,7 g de carvão, demonstrando que o carvão ativado sintetizado a partir da casca de laranja possui alta eficiência e potencial de aplicação na remoção de corantes em efluentes aquosos.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90042

4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos nesse trabalho para a caracterização da biomassa, rendimento da pirólise da casca de laranja, caracterização do carvão obtido e para o ensaio de adsorção, foi possível tirar as conclusões dadas a seguir.

A casca da laranja apresentou baixo teor de umidade (6,145%) e alto teor de material volátil (75,102%), o que aponta o uso desse material na produção de carvão ativado através do processo de pirólise.

Após a secagem de uma tonelada de material úmido podem ser obtidos entre 200 e 230 kg de material seco para a realização do processo de pirólise, e a partir desse material, é possível a obtenção de aproximadamente 52,4 kg a 60,3 kg de carvão por tonelada de resíduo bruto

Ao analisar aos resultados obtidos no ensaio de adsorção do corante azul de metileno pelo carvão ativado obtido da pirólise da casca da laranja, pôde-se perceber que para concentrações de corante que variam de 10 a 20 mg L^{-1} em um volume de 30 mL a massa de carvão ideal para a adsorção está em torno de 0,7 g, demonstrando uma eficiência de remoção de até 95,47% do corante azul de metileno, sendo que, a concentração de corante nessa faixa tem pouca influência sobre os valores de razão de adsorção e eficiência de remoção.

Os resultados comprovam que o carvão ativado sintetizado a partir da casca de laranja apresenta elevado poder adsorvente, atestando sua eficiência técnico-ambiental e transformando um expressivo passivo agroindustrial em um produto de alto valor agregado.

REFERÊNCIAS

BASSAN, M. M. **Aproveitamento de subprodutos da agroindústria citrícola**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

KIMBALL, D. A. **Citrus processing**: a complete guide. 2. ed. Gaithersburg: Aspen Publishers, 1999.

NABAIS, J. M. V.; LAGINHA, C.; CARROTT, P. J. M.; CARROTT, M. M. L. R. Production and characterisation of activated carbon from wood components in powder: Cellulose, lignin, xylan. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v. 104, p. 415-421, 2013.

NEVES, M. F. *et al*. **O retrato da citricultura brasileira**. Ribeirão Preto: FEA/USP, 2011.
PENA, R. F. A. Consumo de água no mundo. **Brasil Escola**, 2022. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/geografia/consumo-agua-no-mundo.htm.> Acesso em: 4 abr. 2025.

SANCHEZ, C. G. *et al*. Análise imediata de biomassas lignocelulósicas: determinação de umidade, cinzas e materiais voláteis. **Biomassa e Energia**, v. 3, n. 1, p. 67-75, 2009.

THEYDAN, S. K.; AHMED, M. J. Optimization of preparation conditions for activated carbon from date stones using KOH activation. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v. 97, p. 116-122, 2012.

YAMAN, S. Pyrolysis of biomass to produce fuels and chemical feedstocks. **Energy Conversion and Management**, v. 45, n. 5, p. 651-671, 2004.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90042

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ALTERAÇÕES NO USO E COBERTURA DO SOLO NOS BIOMAS DE MATO GROSSO DO SUL ENTRE 1985 E 2021

ELIFAS AUGUSTO PEREIRA DA SILVA; EMILY KAMILA DE SOUZA LOPES; ELAINE ANTONIASSI LUIZ KASHIWAQUI

Introdução: O Estado de Mato Grosso do Sul (MS) possui grande diversidade ambiental, destacando-se por sua localização estratégica e por fazer fronteira com Paraguai e Bolívia. O MS apresenta três importantes biomas: Cerrado, Pantanal e Mata Atlântica, considerados *hotspots* para a conservação da biodiversidade mundial. Entretanto, a ocupação territorial e a expansão agrícola têm provocado alterações ambientais, com redução de áreas naturais e ampliação das monoculturas. A expansão urbana, a gestão inadequada de resíduos, a contaminação dos corpos d'água e a introdução de espécies exóticas também contribuem para a degradação ambiental. **Objetivo:** Assim, objetivou-se avaliar as alterações temporais no uso e cobertura do solo entre 1985 e 2021. **Metodologia:** Foram utilizados dados do MapBiomas referentes aos anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2021. Os dados foram reclassificados no GRASS GIS, utilizando o plug-in "r.reclass", em nove categorias: floresta natural, floresta plantada, formação natural não florestal, pastagem, cana-de-açúcar, soja, outras lavouras temporárias, áreas não vegetadas e corpos d'água. As áreas foram obtidas pelo "r.report". Para avaliar diferenças entre os biomas e alterações temporais, realizaram-se PERMANOVA e PCA no RStudio versão 4.2.1. **Resultados:** A expansão das monoculturas apresentou diferentes intensidades entre os biomas. No Cerrado, a soja aumentou de 347.195 ha, em 1985, para 2.349.409 ha, em 2021, enquanto a cana-de-açúcar passou de 264 ha para 328.380 ha. Na Mata Atlântica, a soja aumentou de 147.625 ha para 799.922 ha e a cana-de-açúcar de 3 ha para 233.389 ha. No Pantanal, a expansão agrícola foi menor, com a soja passando de 82 ha para 1.321 ha. Entretanto, a área de rios reduziu de 1.805.574 ha para 311.250 ha, uma diminuição de 82,8%. A PCA explicou 78,2% da variação nos dois primeiros eixos (Dim1: 57,5%; Dim2: 20,7%), evidenciando separação entre os biomas. O Pantanal associou-se às formações naturais e ambientes aquáticos; a Mata Atlântica às áreas agrícolas; e o Cerrado às pastagens e florestas plantadas. **Conclusão:** Os resultados evidenciam alterações expressivas no uso e cobertura do solo em Mato Grosso do Sul, com expansão das monoculturas no Cerrado e na Mata Atlântica e, na diminuição das áreas de rios no Pantanal.

Palavras-chave: **RECURSOS NATURAIS; USO E COBERTURA DO SOLO; ALTERAÇÕES AMBIENTAIS**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90074

ETNOEMPREENDEDORISMO: O MODELO DE NEGÓCIO E SWOT DA IOARTES - PRODUTOS E SERVIÇOS DE MATRIZ AFRICANA

ALUÍSIO SAMPAIO NETO; IONÁ PEREIRA DA SILVA; CLECIA SIMONE GONÇALVES ROSA PACHECO; CARLOS ALBERTO BATISTA DOS SANTOS; ANA KAROLINA LEITE PAIS; PATRÍCIA BARROS PINHEIRO

RESUMO

O etnoempreendedorismo desponta no cenário brasileiro como um instrumento decisivo para a valorização de identidades ancestrais e o fortalecimento socioeconômico de segmentos historicamente marginalizados. Diante dessa conjuntura, este estudo de caso com abordagem qualitativa e documental teve como objetivo analisar e descrever a arquitetura do modelo de negócio e as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças da IoArtes - Produtos e Serviços de Matriz Africana, etnoempreendimento familiar localizado em Juazeiro - Bahia que opera sob as diretrizes da Economia Solidária e da Economia Circular. Para tanto, o estudo estrutura a vivência da organização a partir da aplicação de duas consagradas ferramentas de negócio e planejamento estratégico: o *Business Model Canvas* e a *SWOT Analysis.* Os resultados evidenciaram que a proposta de valor do etnoempreendimento está fundamentada na integração entre confecção artesanal de etnoprodutos (indumentárias, paramentas de orixás, adereços entre outros) e prestação de etnoserviços formativos (oficinas, consultorias e cursos voltados as artes e culturas tradicionais). A análise estratégica revelou como principais forças o pioneirismo cultural, a autenticidade e a qualificação técnica dos membros fundadores, tendo como oportunidades o crescimento da demanda por letramento racial e o consumo consciente de bens étnicos. Em contrapartida, foram identificadas vulnerabilidades operacionais associadas à escassez de capital de giro e à intermitência nas campanhas de divulgação mercadológica, somadas às ameaças do preconceito e racismo estrutural. Conclui-se que o uso articulado do Canvas e da SWOT fornece sustentação analítica para consolidar a autogestão de iniciativas de matriz africana, ressaltando a urgência de instrumentos de crédito específicos e políticas públicas focadas em mitigar as barreiras financeiras e socioculturais desse setor.

Palavras-chave: Análise empresarial; Gestão estratégica; Identidade cultural.

1 INTRODUÇÃO

O empreendedorismo brasileiro destaca-se pela sua capacidade de dinamizar a economia e gerar postos de trabalho, sobretudo por meio da atuação de micro e pequenos negócios espalhados por todo o território nacional (ASN, 2023). Paralelamente a esse movimento, ganham relevância abordagens que articulam a atividade mercadológica ao resgate identitário de grupos historicamente vulnerabilizados. O etnoempreendedorismo surge como esse vetor de transformação, permitindo que comunidades tradicionais e grupos étnicos convertam seus saberes, expressões culturais e patrimônios simbólicos em atividades econômicas viáveis e integradas à sustentabilidade socioambiental (Waldinger, 1990; Glinka, 2018).

DOI: 10.51189/vii-coninters/90090

Nesse contexto, os empreendimentos de matriz africana cumprem um papel civilizatório essencial ao confrontar as heranças da exclusão e da intolerância religiosa (Ramos, 1979; Silva, 2020). Contudo, a perenidade desses negócios exige a apropriação de metodologias organizacionais que auxiliem na governança corporativa sem descaracterizar sua proposta comunitária e ética. Instrumentos como o *Business Model Canvas* (Osterwalder; Pigneur, 2011) e a *SWOT Analysis* (Sebrae, 2023) tornam-se ferramentas fundamentais para mapear processos e mitigar riscos em iniciativas emergentes.

Diante do exposto, o objetivo geral deste estudo consiste em analisar e descrever o *Business Model Canvas* e a *SWOT Analysis* do etnoempreendimento IoArtes - Produtos e Serviços de Matriz Africana, compreendendo sua conformação familiar pautada na Economia Solidária e Circular.

2 RELATO DE CASO/EXPERIÊNCIA

Fundada em 02 de fevereiro de 2020, no município de Juazeiro - BA, a IoArtes - Produtos e Serviços de Matriz Africana constitui-se como um etnoempreendimento familiar originado como um dos desdobramentos práticos da pesquisa de mestrado de sua Matrigestora junto ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental (PPGEcoH/UNEB-2020). A fundação do coletivo ocorreu como resposta ativa aos cenários sistemáticos de racismo e desvalorização enfrentados pela população negra do Brasil.

O quadro societário é integrado por quatro membros, todos profissionais com atuação acumulada nas pautas do movimento negro e dos direitos humanos. A organização das operações baseia-se nos princípios da Economia Solidária e da Economia Circular, dividindo a atuação em dois pilares:

• Etnoprodutos: confecção artesanal de biojoias, bolsas afro, chaveiros temáticos, vestimentas para ritos dos Povos de Terreiro, bonecas artesanais, paramentas para Orixás entre outros.

• Etnoserviços: realização de assessorias, oficinas, workshops e cursos voltados à cosmologia, fundamentos, história, indumentária, dança, saúde, arte, cultura e filosofia de matriz africana.

Para sistematizar os dados organizacionais coletados ao longo da vivência do negócio, adotou-se o *Business Model Canvas*, sintetizado abaixo:

• **Proposta de Valor:** Etnoprodutos litúrgicos e contemporâneos de matriz africana; etnoserviços de formação cultural; união de originalidade, ancestralidade e respeito aos saberes tradicionais.

• **Segmento de Clientes:** Povo e Comunidades Tradicionais, lideranças, educadores, escolas das redes pública e privada, artistas, entidades do terceiro setor, órgãos governamentais, mulheres e a comunidade LGBTQIAPN+BB.

• **Canais:** Atendimento presencial, redes sociais (Instagram), plataformas remotas (Google Meet, Zoom, YouTube), WhatsApp e frete via Correios.

• **Relacionamento com clientes:** Contato direto, humanizado e formativo via aplicativos de mensagens e redes sociais digitais.

• **Recursos-Chave:** Saberes e qualificação técnica dos fundadores, maquinário artesanal, matérias-primas e plataformas digitais de comunicação.

• **Atividades-Chave:** Manufatura artesanal, curadoria de temas formativos, docência, atendimento personalizado e gestão logística.

• **Parcerias-Chave:** Universidade do Estado da Bahia (UNEB) e Biblioteca Afro Abdias Nascimento.

• **Estrutura de Custos:** Aquisição de insumos de costura e aviamentos, despesas logísticas/embalagens, serviços básicos (água, luz, internet) e remuneração da mão de obra.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90090

• **Fontes de Receita:** Venda de peças artesanais e honorários por cursos, consultorias e oficinas (Pix, cartões, transferência e dinheiro físico).

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da pesquisa (2026).

Em complemento à modelagem operacional, realizou-se a avaliação diagnóstica dos fatores internos e externos que incidem sobre a empresa, estruturada por meio da *SWOT Analysis* disposta a seguir.

Ambiente Interno:

• **Forças (*Strengths*):** Mão de obra familiar dedicada; alto saber técnico dos membros; pioneirismo temático; diversidade do catálogo de produtos e serviços; credibilidade comunitária.

• **Fraquezas (*Weaknesses*):** Capital de giro reduzido; irregularidade no planejamento de *marketing* e comunicação; barreiras no acesso a linhas de crédito convencionais.

Ambiente Externo:

• **Oportunidades (*Opportunities*):** Expansão do mercado de economia criativa e bens étnicos; feiras de negócios solidários; turismo étnico-cultural; crescente demanda de implementação das leis e politicas publicas que promovem a igualdade racial e ações de sustentabilidade.

• **Ameaças (*Threats*):** Preconcceito e racismo estrutural; instabilidade macroeconômica; volatilidade em editais e políticas públicas.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da pesquisa (2026).

3 DISCUSSÃO

A trajetória da IoArtes confirma a conceituação de Schumpeter (1949) e Dornelas (2018), em que a capacidade empreendedora reside na recombinação de insumos e saberes para suprir demandas de mercado não atendidas pelas indústrias convencionais. A experiência dialoga intimamente com a tese de Comaroff e Comaroff (2009) e Waldinger (1990) sobre etnoempreendedorismo, demonstrando que a mercantilização de artigos étnicos não descaracteriza a identidade de um povo, ao contrário, estabelece bases de emancipação financeira e conservação da memória coletiva.

Ao examinar os nove blocos do Canvas, nota-se que o diferencial competitivo da IoArtes está assentado na indissociabilidade entre produto e pedagogia. A comercialização dos produtos ocorre simultaneamente à ministração de palestras e oficinas, gerando fluxos complementares de receita e contribuído na formação dos clientes contra o estigma social da matriz africana (Prisco, 2012; Silva, 2014). Essa conformação reforça os achados de Albagli e Maciel (2002), demonstrando que pequenos empreendimentos comunitários atingem maior estabilidade ao firmar cooperação com instituições de ensino superior (como a UNEB) e equipamentos culturais.

A leitura cruzada da SWOT, por sua vez, evidencia gargalos típicos de microempreendimentos periféricos autogeridos. Se por um lado as forças internas residem no capital humano especializado, por outro as fraquezas denunciam a falta de mecanismos financeiros adequados à realidade de etnonegócios. Ademais, as ameaças externas ligadas ao racismo estrutural expõem que empresas de matriz africana operam em um ambiente de hostilidade simbólica e de barreiras de mercado que empreendimentos convencionais não vivenciam, exigindo estratégias contínuas de blindagem institucional e diversificação de canais de venda.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90090

4 CONCLUSÃO

O caso da IoArtes demonstra que o etnoempreendedorismo é um caminho profícuo para integrar autonomia econômica, sustentabilidade socioambiental e resistência cultural no Brasil. A sistematização das rotinas organizacionais por meio do *Business Model Canvas* e da *SWOT Analysis* mostrou-se eficaz para explicitar as potencialidades da proposta de valor, bem como para diagnosticar com clareza os pontos de atrito orçamentário e logístico do negócio.

Como limitações da experiência, a dificuldade de acesso a linhas de financiamento especificas e ausência de um fundo financeiro estável para expansão de estoque e divulgação comercial sistemática. Para investigações e iniciativas futuras, sugere-se a estruturação de linhas públicas e privadas de microcrédito direcionadas aos etnonegócios, a intensificação de capacitações em *marketing* digital voltadas aos povos e comunidades tradicionais e a ampliação de editais de fomento que reconheçam a economia circular de matriz africana como catalisadora do desenvolvimento regional sustentável.

AGRADECIMENTOS

O presente estudo foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ALBAGLI, S.; MACIEL, M. L. **Capital social e empreendedorismo local**. Projeto de Pesquisa Políticas para Promoção de Sistemas Produtivos Locais de MPME Brasileiras. Rio de Janeiro: UFRJ/IE - RedeSist - FINEP - SEBRAE, 2002.

ASN. Agência Sebrae de Notícias. Governo cria Ministério do Empreendedorismo, da Microempresa e da Empresa de Pequeno Porte. ASN, 2023. Disponível em: https://agenciasebrae.com.br. Acesso em: 2 set. 2026.

COMAROFF, J.; COMAROFF, J. L. **Ethnicity, Inc.** Chicago: University of Chicago Press, 2009.

DORNELAS, J. C. de A. **Empreendedorismo: transformando ideias em negócios**. 7. Ed. São Paulo: Empreende/Fazendo Acontecer, 2018.

GLINKA, B. **Immigrant entrepreneurship as a field of research. Problemy Zarządzania – Management Issues**. v. 16, n. 1, p. 73-89, 2018.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. **Business Model Generation: inovação em modelos de negócios.** Rio de Janeiro: Alta Books, 2011.

PRISCO, Y. C. S. **As religiões de matriz africana e a escola: guardiãs da herança cultural, memória e tradição africana.** São Paulo: Ação Educativa, 2012.

RAMOS, A. **As culturas negras no Novo Mundo**. São Paulo: Brasiliana, 1979.

SCHUMPETER, J. A. **The Theory of Economic Development**. Cambridge: Harvard University Press, 1949.

SEBRAE. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Analise estrategicamente sua empresa através de análise SWOT ou FOFA**. Brasília: Sebrae, 2023.

SILVA, H. K. da. **A cultura afro como norteadora da cultura brasileira**. Perspectiva, Erechim, v. 38, n. 144, p. 25-35, 2014.

SILVA, I. P. **Povos de terreiro, ancestralidade, corpo e território: meio ambiente íntegro como direito fundamental**. 2020. 173 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental) - Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, Universidade do Estado da Bahia, Juazeiro, 2020.

WALDINGER, R. **Ethnic entrepreneurs: immigrant business in industrial societies**. London: SAGE Publications, 1990.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ALELOPÁTICO DE CENCHRUS POLYSTACHIOS (L.) MORRONE SOBRE A GERMINAÇÃO DE ABELMOSCHUS ESCULENTUS (L.) MOENCH. (QUIABO)

MARICELIA ROSARIO DOS SANTOS; LUISY GABRIELLE SANTOS DE JESUS; JÁFIA MAIRA SANTOS DA SILVA; MATHEUS SANTOS SANTANA; BRUNO DOS SANTOS OLIVEIRA; MARIA LILIANE DOS SANTOS ALVES; JULIANO RICARDO FABRICANTE

Introdução: Espécies exóticas invasoras podem gerar diferentes impactos a exemplo da exclusão de táxons nativos em ecossistemas naturais e da redução na produtividade em ambientes agropecuários. Essas espécies apresentam diversos atributos e compreendê-los é essencial para a adoção de estratégias eficientes para seu controle. **Objetivo:** O objetivo deste estudo foi avaliar o potencial alelopático de Cenchrus polystachios (L.) Morrone sobre a germinação do quiabo (Abelmoschus esculentus (L.) Moench). **Metodologia:** A parte aérea de cada indivíduo de C. polystachios foi posta para secar em estufa de circulação forçada. Após a secagem, o material foi triturado e utilizado para a preparação de extratos aquosos nas concentrações de 0% (água destilada), 5%, 10%, 15% e 20%. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes de A. esculentus para cada tratamento. A contabilização do número de sementes germinadas foi feita diariamente por um período de 29 dias. Com os resultados, foram calculados os parâmetros usuais para esse tipo de estudo. Por fim, esses parâmetros foram submetidos à análise de variância seguida do teste de média de Tukey ($p \leq 0,05$). **Resultados:** O tempo de germinação ($F = 6,665$; $p = 0,0027$), o índice de velocidade de emergência ($F = 13,533$; $p = 0,0001$) e a biomassa fresca total ($F = 1.0$ E +0009; $p < 0,001$) apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. Já a porcentagem de germinação ($F = 1,335$; $p = 0,3025$) e o coeficiente de uniformidade ($F = 0,990$; $p = 0,4426$) não foram afetados pelas diferentes concentrações dos extratos. **Conclusão:** Os resultados encontrados sugerem que os extratos produzidos com os tecidos aéreos de C. polystachios afetam os parâmetros associados ao tempo de germinação das sementes e de desenvolvimento do quiabo, o que pode comprometer o ciclo de cultivo e a qualidade das plantas, gerando, consequentemente, prejuízos econômicos para os agricultores.

Palavras-chave: **ALELOQUÍMICOS; EXÓTICA INVASORA; POACEAE**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90122

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

POTENCIAL ALELOPÁTICO DA EXÓTICA INVASORA CENCHRUS POLYSTACHIOS(L.) MORRONE SOBRE A GERMINAÇÃO DE CORIANDRUM SATIVUM L. (COENTRO)

JÁFIA MAIRA SANTOS DA SILVA; MARICELIA ROSARIO DOS SANTOS; LUISY GABRIELLE SANTOS DE JESUS; MATHEUS SANTOS SANTANA; BRUNO DOS SANTOS OLIVEIRA; MARIA LILIANE DOS SANTOS ALVES; JULIANO RICARDO FABRICANTE

Introdução: A alelopatia é um mecanismo competitivo (competição por interferência) em que algumas plantas liberam substâncias químicas no ambiente. Essas substâncias podem afetar outras espécies de diversas formas, a exemplo de inibição ou retardo da germinação e o desenvolvimento inicial das plantas. **Objetivo:** O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos alelopáticos da exótica invasora *Cenchrus polystachios* (L.) Morrone sobre a germinação e desenvolvimento inicial do coentro (*Coriandrum sativum* L.). **Metodologia:** Inicialmente foram coletadas as estruturas aéreas de *C. polystachios* que posteriormente foram secas em estufa de circulação forçada. Após atingirem peso constante, esse material foi triturado e utilizado na preparação dos extratos aquosos nas concentrações de 0% (água destilada), 5%, 10%, 15% e 20%. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com quatro repetições de 25 sementes de coentro por tratamento. A germinação foi avaliada diariamente até a estabilização. Ao término do experimento, as plântulas foram pesadas em balança de precisão. Por meio desses dados foram calculados os índices padrões de estudos de alelopatia. Por fim, os resultados foram submetidos à análise de variância seguida do teste de média de Tukey ($p \leq 0,05$). **Resultados:** Os extratos de *C. polystachios* afetaram o tempo de germinação ($F = 3,950$; $p = 0,0220$) e a biomassa fresca total ($F = 7,565$; $p = 0,0015$). Já a germinação ($F = 2,207$; $p = 0,1175$), o índice de velocidade de emergência ($F = 1,568$; $p = 0,2338$) e o coeficiente de uniformidade da germinação ($F = 0,961$; $p = 0,4573$) não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos. **Conclusão:** Os extratos aquosos produzidos com tecidos aéreos da exótica invasora *C. polystachios* retardam a germinação das sementes do coentro e afetam o seu desenvolvimento (verificado pelo peso da biomassa das plântulas) sugerindo ser um dos mecanismos responsáveis pelo sucesso da espécie em ambientes invadidos.

Palavras-chave: **ALELOPATIA; GRAMÍNEA; INVASÃO BIOLÓGICA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90123

RESPOSTA MICROBIOLÓGICA DE ÁGUAS COSTEIRAS A EVENTOS PLUVIOMÉTRICOS COMO INDICADOR DE DESCARGAS URBANAS OCULTAS

MATHEUS DE SOUZA CONCEIÇÃO DE ALMEIDA OLIVEIRA; FELIPE SILVA DOS SANTOS; ISABELLE VIEIRA LOPES TELEMACO; GISELLE DA SILVA COSTA

RESUMO

A qualidade microbiológica das águas costeiras do Estado do Rio de Janeiro constitui um importante indicador das condições ambientais e sanitárias de regiões sujeitas à influência de atividades urbanas e de sistemas de drenagem. Nesse contexto, a ocorrência de chuvas pode favorecer o transporte de microrganismos presentes no solo, em superfícies urbanas e em áreas contaminadas para os ambientes costeiros, podendo contribuir para alterações na qualidade microbiológica da água. O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência da precipitação sobre a ocorrência de *Enterococcus spp.* em águas costeiras do Rio de Janeiro, investigando seu potencial como indicador indireto de possíveis descargas urbanas ocultas. Foram analisadas amostras coletadas durante o mês de janeiro de 2025, contemplando períodos secos e chuvosos, em diferentes pontos de monitoramento. A quantificação de *Enterococcus spp.* foi realizada pelo método Enterolert, com resultados expressos em Número Mais Provável (NMP/100 mL), permitindo a avaliação dos resultados de acordo com os critérios estabelecidos para a balneabilidade. Os resultados demonstraram elevada variabilidade espacial e temporal na concentração dos microrganismos analisados. Após a ocorrência de chuvas, aproximadamente 80% dos pontos avaliados apresentaram aumento nas concentrações de *Enterococcus spp.*, com elevação média de aproximadamente uma unidade logarítmica em relação aos períodos anteriores. Entretanto, a influência da precipitação não ocorreu de maneira uniforme entre os locais estudados, evidenciando a importância da interação entre fatores como grau de urbanização, condições de saneamento, características da drenagem e dinâmica hidrodinâmica local. Regiões com menor influência urbana apresentaram maior estabilidade nas concentrações microbiológicas, enquanto áreas urbanizadas demonstraram aumentos mais expressivos após eventos de precipitação. Esse comportamento pode estar relacionado ao carreamento de contaminantes acumulados nas superfícies urbanas durante os períodos secos, caracterizando o denominado efeito *first flush*. Dessa forma, os resultados indicam que a ocorrência de chuvas constitui um importante fator de alteração da qualidade microbiológica das águas costeiras e pode ser utilizada como elemento complementar na investigação de fontes de contaminação e de possíveis descargas urbanas não identificadas.

Palavras-chave: Balneabilidade; *Enterococcus spp.*; precipitação.

1 INTRODUÇÃO

A qualidade microbiológica de águas costeiras constitui um importante indicador das condições ambientais e sanitárias em regiões urbanizadas, especialmente em áreas sujeitas à intensa influência antrópica. O crescimento urbano desordenado, associado à expansão de sistemas de drenagem pluvial e à insuficiência de infraestrutura de saneamento, favorece o aporte de microrganismos indicadores de contaminação fecal em ambientes aquáticos, representando risco à saúde pública e aos ecossistemas costeiros (CETESB, 2022; WHO, 2021).

DOI: 10.51189/vii-coninters/90127

Durante o evento de chuvas, efluentes urbanos, carreamento de resíduos orgânicos e material particulado podem promover alterações rápidas na qualidade microbiológica das águas, funcionando como mecanismo de mobilização de fontes difusas de poluição. Além disso, conexões irregulares entre redes de esgoto e galerias pluviais, muitas vezes não identificadas diretamente, podem contribuir para descargas intermitentes ou contínuas de origem urbana (WHO, 2021; USEPA, 2012).

Assim, a análise comparativa entre períodos com e sem ocorrência de chuva representa uma abordagem indireta para investigar padrões de contaminação associados ao ambiente urbano, permitindo identificar áreas potencialmente influenciadas por descargas não evidentes (USEPA, 2012; CETESB, 2022).

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar a resposta microbiológica de águas costeiras frente a eventos pluviométricos, investigando seu potencial como indicador indireto da ocorrência de descargas urbanas ocultas, a partir da análise de variações espaciais e temporais das concentrações microbiológicas observadas nos pontos amostrais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado ao longo do litoral do município do Rio de Janeiro, Brasil, abrangendo pontos de monitoramento distribuídos entre áreas com diferentes graus de urbanização e características hidrodinâmicas. Foram avaliados locais situados em Barra de Guaratiba, Grumari, Prainha, Pontal de Sernambetiba, Recreio/Reserva, Barra da Tijuca, Joatinga, São Conrado, Vidigal, Leblon, Ipanema, Arpoador, Copacabana, Leme, Urca, Botafogo, Flamengo e Glória. Isso permite avaliar diferentes respostas microbiológicas frente aos eventos pluviométricos.

Os dados de precipitação foram obtidos a partir dos registros operacionais do Sistema Alerta Rio, mantido pela Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro, e complementados por informações do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), considerando o período correspondente ao mês de janeiro de 2025.

As campanhas amostrais foram classificadas conforme a ocorrência de precipitação nas 24 horas anteriores à coleta.

As coletas realizadas nos dias 2, 6 e 16 de janeiro foram em condições sem chuva. As campanhas dos dias 9, 13, 23 e 27 de janeiro foram em condições com chuva, com precipitações aproximadas de 18 mm, 27 mm, 31 mm e 55 mm, respectivamente. A equivalência hidrológica de 1 mm de chuva correspondente a 1 $L \cdot m^{-2}$ foi utilizada para contextualização do potencial de geração de escoamento superficial.

As amostras de água salina superficial foram coletadas em pontos fixos previamente estabelecidos pelo programa de monitoramento costeiro do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), identificados por códigos alfanuméricos permanentes.

A quantificação de *Enterococcus spp.* foi realizada utilizando o método de substrato enzimático Enterolert, conforme recomendações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2023). O método baseia-se na detecção da atividade enzimática específica associada ao metabolismo bacteriano, permitindo estimativa estatística do Número Mais Provável (NMP) por 100 mL de amostra.

Após incubação em condições padronizadas, os resultados foram interpretados por meio da tabela estatística própria do método, sendo expressos em NMP/100 mL.

Os dados microbiológicos foram organizados em séries temporais por ponto de coleta, permitindo análise comparativa entre períodos com e sem ocorrência de precipitação. A abordagem adotada foi do tipo observacional comparativa, baseada na avaliação conjunta das concentrações, frequência de elevação microbiológica e consistência dos padrões observados.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90127

Considerando a ampla variação dos resultados, abrangendo múltiplas ordens de grandeza, os valores foram interpretados em escala logarítmica (log10), procedimento para dados microbiológicos ambientais devido à distribuição assimétrica típica dessas variáveis.

A interpretação dos resultados considerou a variação relativa entre campanhas secas e chuvosas, a recorrência de aumentos microbiológicos em um mesmo ponto e o contraste espacial entre pontos adjacentes submetidos a condições ambientais semelhantes.

Os valores obtidos foram avaliados conforme os critérios de balneabilidade estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 274/2000, sendo considerada condição imprópria concentrações superiores a 400 NMP/100 mL ou se nas últimas 5 campanhas, dois ou mais resultados forem superiores a 100 NMP/100 mL (INEA, 2025).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pontos de Coleta	02/01/25 sem chuva	06/01/25 sem chuva	09/01/25 com chuva	13/01/25 com chuva	16/01/25 sem chuva	23/01/25 com chuva	27/01/25 com chuva
BG 0000	2,3 X 10^2	6,4 X 10^2	8,6 X 10	4,7 X 10	1,2 X 10^2	2,1 X 10^2	4,2 X 10
GM 0000	3,1 X 10^2	6,3 X 10	4,1 X 10	7,5 X 10	3,1 X 10	1,7 X 10^2	1,1 X 10^2
GM 0001	<1,0 X 10	<1,0 X 10	5,2 X 10	1,2 X 10^2	3,1 X 10	2,0 X 10	<1,0 X 10
PN 0000	1,0 X 10	<1,0 X 10	<1,0 X 10	<1,0 X 10	3,1 X 10	2,0 X 10	<1,0 X 10
PS 0001	2,0 X 10	3,1 X 10	6,3 X 10^2	2,5 X 10^2	<1,0 X 10	1,0 X 10	1,7 X 10^2
PS 0000	2,0 X 10	1,0 X 10	3,8 X 10^2	9,8 X 10	<1,0 X 10	1,0 X 10	<1,0 X 10
BD 0000	<1,0 X 10	1,0 X 10	3,8 X 10^2	2,0 X 10	1,0 X 10	4,1 X 10	<1,0 X 10
BD 0002	<1,0 X 10	<1,0 X 10	2,7 X 10^2	2,0 X 10	<1,0 X 10	<1,0 X 10	2,0 X 10
BD 0011	1,0 X 10	<1,0 X 10	1,8 X 10^3	1,0 X 10	4,1 X 10	<1,0 X 10	<1,0 X 10
BD 0003	<1,0 X 10	<1,0 X 10	<1,0 X 10	1,0 X 10	6,2 X 10	<1,0 X 10	<1,0 X 10
BD 0005	<1,0 X 10	1,0 X 10	<1,0 X 10	<1,0 X 10	2,0 X 10	1,0 X 10	<1,0 X 10
BD 0007	<1,0 X 10	<1,0 X 10	<1,0 X 10	<1,0 X 10	8,4 X 10	<1,0 X 10	1,0 X 10
BD 0009	<1,0 X 10	4,1 X 10	<1,0 X 10	<1,0 X 10	9,8 X 10^2	1,0 X 10	<1,0 X 10
BD 0010	<1,0 X 10	3,1 X 10	2,6 X 10^3	6,1 X 10^2	1,9 X 10^3	1,0 X 10	1,4 X 10^3
JT 0000	3,1 X 10	6,3 X 10	-	6,3 X 10	5,2 X 10	5,2 X 10	2,0 X 10
PP 0010	<1,0 X 10	<1,0 X 10	2,7 X 10^3	2,0 X 10^2	1,0 X 10	2,0 X 10	<1,0 X 10
GV 0001	3,1 X 10	1,0 X 10	3,3 X 10^3	3,7 X 10^2	5,2 X 10	1,0 X 10	4,1 X 10

DOI: 10.51189/vii-coninters/90127

GV 0002	3,1 X 10	3,0 X 10	3,3 X 10^3	3,2 X 10^2	1,1 X 10^2	6,3 X 10	1,0 X 10
VD 0000	<1,0 X 10	1,1 X 10^2	1,4 X 10^4	2,0 X 10	2,0 X 10	1,0 X 10	3,1 X 10
LB 0000	<1,0 X 10	4,1 X 10	1,3 X 10^4	1,0 X 10	5,2 X 10	2,6 X 10^2	5,2 X 10
LB 0001	1,0 X 10	1,0 X 10	2,4 X 10^4	2,0 X 10	3,9 X 10^2	4,1 X 10	2,0 X 10
LB 0003	6,9 X 10^2	<1,0 X 10	3,1 X 10^3	<1,0 X 10	1,1 X 10^4	2,0 X 10	1,0 X 10
IP 0003	2,0 X 10	1,0 X 10	2,6 X 10^3	4,1 X 10	<1,0 X 10	4,1 X 10	2,0 X 10
IP 0010	1,0 X 10	<1,0 X 10	6,3 X 10	4,1 X 10	<1,0 X 10	<1,0 X 10	2,0 X 10
IP 0006	<1,0 X 10	2,0 X 10	7,5 X 10	<1,0 X 10	<1,0 X 10	<1,0 X 10	1,0 X 10
AR 0000	5,2 X 10	3,1 X 10	2,0 X 10	<1,0 X 10	<1,0 X 10	1,5 X 10^2	5,2 X 10
PD 0000	3,1 X 10	1,0 X 10	2,0 X 10	2,0 X 10	<1,0 X 10	<1,0 X 10	2,0 X 10
CP 0100	7,5 X 10	4,1 X 10	1,1 X 10^2	9,8 X 10	<1,0 X 10	1,2 X 10^2	3,1 X 10
CP 0004	3,1 X 10	1,5 X 10^2	6,7 X 10^2	1,6 X 10^2	<1,0 X 10	1,0 X 10	6,3 X 10
CP 0005	6,3 X 10	2,1 X 10^3	5,5 X 10^3	1,0 X 10	<1,0 X 10	1,0 X 10	<1,0 X 10
CP 0008	2,0 X 10	1,0 X 10	3,9 X 10^3	<1,0 X 10	1,0 X 10	2,0 X 10	<1,0 X 10
LM 0002	2,0 X 10	<1,0 X 10	4,4 X 10^2	<1,0 X 10	<1,0 X 10	1,2 X 10^2	1,0 X 10
VR 0000	<1,0 X 10	3,1 X 10	3,1 X 10	<1,0 X 10	1,0 X 10	1,7 X 10^2	1,1 X 10^2
UR 0000	7,5 X 10	3,6 X 10	1,7 X 10^2	5,8 X 10	<1,0 X 10	<1,0 X 10	4,1 X 10
BT 0000	5,2 X 10	5,2 X 10	>2,4 X 10^4	4,1 X 10^3	6,1 X 10^3	1,2 X 10^2	3,0 X 10^2
BT 0001	1,0 X 10	3,1 X 10	>2,4 X 10^4	1,9 X 10^2	1,2 X 10^2	9,8 X 10	<1,0 X 10
FL 0000	1,0 X 10	<1,0 X 10	3,1 X 10^2	2,0 X 10	1,0 X 10	7,5 X 10	4,3 X 10
FL 0004	1,0 X 10	3,0 X 10	2,5 X 10^2	2,0 X 10	<1,0 X 10	5,2 X 10	1,0 X 10
FL 0008	3,0 X 10	<1,0 X 10	3,4 X 10^2	3,1 X 10	1,0 X 10	1,6 X 10^2	2,0 X 10

Quantificação de *Enterococcus spp.* expresso em NMP/100 mL

Os resultados obtidos evidenciaram elevada heterogeneidade espacial e temporal das concentrações microbiológicas ao longo das campanhas amostrais, com valores variando desde níveis próximos ao limite de detecção até contagens superiores a dezenas de milhares de

NMP/100 mL. Essa ampla amplitude demonstra que a qualidade microbiológica das águas analisadas não segue um padrão único, sendo fortemente influenciada por características locais de cada ponto amostral.

De forma geral, observou-se que eventos de precipitação estiveram associados ao aumento da dispersão dos dados e à ocorrência de valores mais elevados. Nos períodos sem chuva, predominou maior estabilidade, com concentrações majoritariamente baixas a moderadas e menor variabilidade entre os pontos. Já nas campanhas realizadas após precipitações, diversos locais apresentaram aumentos expressivos, indicando que o escoamento superficial e a drenagem urbana atuam como mecanismos de mobilização de contaminantes previamente acumulados no ambiente.

A análise comparativa demonstrou que aproximadamente 80% dos pontos apresentaram aumento microbiológico após chuva, com elevação média próxima de 1 unidade $\log_{10}$, equivalente a um crescimento de até dez vezes na carga bacteriana. Contudo, esse comportamento não foi uniforme: uma parcela dos pontos apresentou variações discretas, reduções pontuais ou manutenção de níveis semelhantes aos observados em períodos secos. Esse resultado evidencia que a relação entre chuva e contaminação microbiológica não é linear nem automática.

A avaliação individual dos pontos reforçou essa complexidade. Foram identificados três padrões principais de resposta: Pontos com aumentos recorrentes após precipitação, caracterizando contaminação episódica associada à ativação do sistema de drenagem pluvial; pontos relativamente estáveis, nos quais a chuva exerceu pouca ou nenhuma influência sobre as concentrações microbiológicas; e pontos com níveis elevados mesmo em períodos secos, sugerindo a presença de fontes contínuas de contaminação, possivelmente relacionadas a lançamentos sanitários permanentes ou infiltrações independentes da dinâmica pluviométrica.

A interpretação dos resultados indica que a precipitação atua predominantemente como um fator modulador, funcionando como vetor de transporte rápido de contaminantes urbanos, e não como causa primária da contaminação. Em áreas com menor pressão antrópica e maior renovação hidrodinâmica, observou-se estabilidade dos indicadores microbiológicos independentemente da chuva, demonstrando que, na ausência de fontes poluidoras locais, a precipitação isoladamente não é suficiente para elevar significativamente a carga microbiana.

Por outro lado, em regiões urbanizadas, a chuva revelou-se um importante amplificador diagnóstico das condições sanitárias existentes. O aumento abrupto observado em determinados pontos sugere o efeito de *first flush*, no qual o escoamento inicial mobiliza sedimentos, matéria orgânica e microrganismos acumulados em superfícies impermeabilizadas e galerias pluviais. Assim, a precipitação expõe vulnerabilidades do sistema de drenagem e possíveis conexões irregulares com redes de esgoto.

Dessa forma, os resultados demonstram que a variabilidade microbiológica observada não pode ser explicada exclusivamente pela ocorrência de chuva. A influência pluviométrica depende da interação entre urbanização, eficiência do saneamento, presença de fontes crônicas de poluição e dinâmica hidrodinâmica costeira. Conclui-se, portanto, que a chuva desempenha papel relativo e contextual, atuando mais como indicador e intensificador de processos já existentes do que como fator determinante único da contaminação microbiológica das águas costeiras.

4 CONCLUSÃO

Eventos pluviométricos influenciam significativamente a qualidade microbiológica das águas costeiras do município do Rio de Janeiro, porém esse impacto depende diretamente das características ambientais e do nível de urbanização das áreas avaliadas.

Regiões preservadas e com elevada renovação hidrodinâmica apresentaram estabilidade microbiológica mesmo após precipitações, indicando ausência de fontes locais relevantes de

DOI: 10.51189/vii-coninters/90127

contaminação. Em contraste, áreas urbanizadas mostraram aumentos expressivos de *Enterococcus spp.*, evidenciando a atuação da drenagem pluvial como importante via de transporte de contaminantes fecais para o ambiente marinho.

Nesse contexto, o ponto PS001 destacou-se como provável indicador de descarga pluvial oculta, apresentando elevações recorrentes durante eventos chuvosos e forte contraste em relação aos pontos adjacentes.

Os resultados indicam que a precipitação pode ser utilizada como ferramenta natural de diagnóstico ambiental, auxiliando na identificação indireta de falhas sanitárias e possíveis ligações irregulares entre sistemas de esgotamento e drenagem urbana. O monitoramento integrado entre dados microbiológicos e pluviométricos mostra-se, portanto, essencial para o gerenciamento da balneabilidade e para o direcionamento de ações de investigação sanitária e planejamento costeiro.

REFERÊNCIAS

APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** 24. ed. Washington: American Public Health Association, 2023.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000.** Dispõe sobre a balneabilidade das águas brasileiras. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 8 jan. 2001.

CETESB. **Qualidade das praias litorâneas do Estado de São Paulo.** São Paulo, 2022.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados climatológicos mensais.** Brasília, 2025.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. **Barra e Zona Sul: histórico.** Rio de Janeiro: INEA, 2025. Disponível em: https://www.inea.rj.gov.br/wp-content/uploads/2026/01/barra_e_zona_sul_historico.pdf

PREFEITURA DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. **Sistema Alerta Rio: dados pluviométricos diários.** Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: https://websempre.rio.rj.gov.br/dados/pluviometricos/plv/

USEPA – United States Environmental Protection Agency. **Recreational Water Quality Criteria.** Washington, 2012.

WHO – World Health Organization. **Guidelines for safe recreational water environments.** Geneva, 2021.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90127

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ANÁLISE DO POTENCIAL ALELOPÁTICO DE EXTRATOS AQUOSOS DE Cenchrus polystachios (L.) Morrone SOBRE A GERMINAÇÃO DE Solanum lycopersicum L. (TOMATE)

LUISY GABRIELLE SANTOS DE JESUS; JÁFIA MAIRA SANTOS DA SILVA; MARICELIA ROSARIO DOS SANTOS; MATHEUS SANTOS SANTANA; MARIA LILIANE DOS SANTOS ALVES; BRUNO DOS SANTOS OLIVEIRA; JULIANO RICARDO FABRICANTE

Introdução: A espécie *Cenchrus polystachios* (L.) Morrone é uma Poaceae originária da África que foi introduzida no Brasil para a formação de pastagens. Após sua introdução, começou a se dispersar espontaneamente, ocupando distintos ambientes e gerando impactos ambientais e econômicos. **Objetivo**: O objetivo deste trabalho foi analisar os efeitos alelopáticos do extrato aquoso da exótica invasora *C. polystachios* sobre a germinação de *Solanum lycopersicum* L. (tomate). **Metodologia:** As estruturas aéreas dos indivíduos de *C. polystachios* coletados foram submetidas à secagem em estufa de circulação forçada, trituradas e utilizadas para a preparação dos extratos aquosos nas concentrações de 0% (água destilada), 5%, 10%, 15% e 20%. O desenho experimental utilizado foi o delineamento experimental casualizado (DIC) com quatro réplicas de 25 sementes para cada tratamento. A avaliação da germinação ocorreu diariamente até a estabilização. Com esses dados calculou-se parâmetros germinativos que foram posteriormente submetidos à análise de variância seguida do teste de média de Tukey ($p \leq 0,05$). **Resultados:** As análises demonstraram que a germinação ($F = 4,786$; $p = 0,0109$), o tempo ($F = 41,846$; $p < 0,0001$), o índice de velocidade de emergência ($F = 30,466$; $p < 0,0001$) e a biomassa fresca total ($F = 44,621$; $p < 0,0001$) foram afetados significativamente pelos extratos de *C. polystachios*. O coeficiente de uniformidade ($F = 1,080$; $p = 0,4013$), por sua vez, foi o único parâmetro que não apresentou diferenças entre os tratamentos (concentrações dos extratos). **Conclusão:** Conclui-se que a espécie *C. polystachios* apresenta compostos aleloquímicos em seus tecidos que afetam a germinação do tomate, sugerindo que a presença da exótica invasora em lavouras dessa cultura pode gerar impactos econômicos aos produtores.

Palavras-chave: **ALELOPATIA; EXÓTICA INVASORA; GERMINAÇÃO;**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90128

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

MONITORAMENTO FITOSSANITÁRIO EM CUCUMIS MELO L. EM PROPRIEDADE RURAL NO RIO GRANDE DO NORTE

FRANCISCO EDUARDO SILVA DA HORA; VANDA MARIA DE LIRA; ITALO KENEDY DE LIMA; JULIO CESAR LIMA DA SILVA

Introdução: A crescente demanda por produtos saudáveis tem contribuído para o crescimento da fruticultura brasileira, permitindo que grande diversidade de frutas chegue aos grandes centros de consumo. Sendo assim, para atender o público consumidor a produção agrícola necessita de estratégias que permita a obtenção de frutos padronizados e com ótima qualidade. Entretanto, a ocorrência de pragas agrícolas é responsável por enormes perdas, principalmente durante a colheita. **Objetivo:** O presente trabalho teve por objetivo monitorar áreas de produção de melão visando à manutenção da condição de área livre de mosca-das-frutas em uma propriedade rural no município de Parazinho-RN. **Relato de Caso/Experiência:** A execução das atividades ocorreu durante todo o ano, mediante a instalação de armadilhas nas áreas de cultivo. Foram utilizadas armadilhas do tipo McPhail e atrativo à base de proteína hidrolisada de milho. Para início das atividades, a área foi registrada na plataforma do Instituto de Defesa Agropecuária do Rio Grande do Norte (IDIARN). Foi utilizada a proporção de 500 mL de água para cada 50 mL de atrativo por armadilha, sendo colocados, em média, 500 a 600 mL da solução homogeneizada na armadilha, a qual foi disposta em uma casa de madeira na área de cultivo e identificada por material contendo código emitido mediante o cadastro das informações. O responsável pela coleta do material foi o Comitê Executivo de Fruticultura do Rio Grande do Norte (COEX). A cada 7 dias, o material foi coletado, colocado em potes de plástico com solução de álcool 70%, identificados e encaminhados à Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), para posterior análise. As ações realizadas no manejo fitossanitário para o controle da ocorrência de moscas-das-frutas têm se mostrado uma alternativa de fácil utilização nos polos de produção de cucurbitáceas, reforçando a importância da adoção de medidas de segurança fitossanitária e alimentar na produção de alimentos. **Conclusão:** Conclui-se que as atividades realizadas na propriedade têm apresentado resultados positivos, contribuindo para a adoção de medidas eficazes por meio do Manejo Integrado de Pragas (MIP) e fortalecendo a integração entre empresas privadas, órgãos públicos e mercado consumidor.

Palavras-chave: **CUCURBITÁCEAS; FITOSSANIDADE; MANEJO INTEGRADO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90131

SUSTENTABILIDADE E TECNOLOGIA: VALORIZAÇÃO DA BORRA DE CAFÉ VIA PIRÓLISE PARA PRODUÇÃO DE BIOADSORVENTE

REIJANE ROCHA CASTRO OLIVEIRA; CLÓVIS BIANCHINI JUNIOR; ELAINE DA CUNHA SILVA PAZ; MARCELO MENDES PEDROZA; RAFAEL JOSÉ DE OLIVEIRA FILHO; CLÁUDIA DA SILVA AGUIAR REZENDE

RESUMO

A gestão inadequada de resíduos da agroindústria cafeeira gera graves impactos ambientais, demandando alternativas alinhadas à Economia Circular para o aproveitamento desses subprodutos. O objetivo deste trabalho foi investigar a valorização da borra de café por meio da conversão térmica via pirólise assistida por ativação física para a síntese de carvão ativado e sua posterior aplicação na remoção do corante Azul de Metileno em meio aquoso. A biomassa in natura foi coletada, seca a 50 °C e submetida à caracterização físico-química imediata segundo as normas ASTM. O processo de pirólise ocorreu em reator tubular com injeção de vapor d'água nas temperaturas de 550 °C e 650 °C, com taxa de aquecimento de 30 °C min^{-1} durante 30 minutos. Para avaliar a eficiência de remoção do contaminante, aplicou-se um Delineamento Fatorial Completo avaliando a massa de adsorvente (0,02 g a 0,15 g) e a concentração inicial da solução (10 mg L^{-1} a 30 mg L^{-1}). A caracterização da biomassa precursora indicou 84,38% de materiais voláteis e 0,83% de cinzas, confirmando alto potencial precursor. O carvão ativado obtido a 650 °C apresentou o maior teor de carbono fixo (76,82%) e rendimento mássico de 22,50%. Os ensaios de adsorção atingiram uma eficiência máxima de clarificação de 99,74% e capacidade de adsorção de 7,32 mg g^{-1}. A Análise de Variância (ANOVA) confirmou a significância estatística do modelo linear ($p < 0,05$; $R^2 = 0,979$). Conclui-se que a pirólise com ativação por vapor converte eficientemente a borra de café em um bioadsorvente de alto desempenho, representando uma rota tecnológica sustentável para a remediação hídrica.

Palavras-chave: Biochar; coproduto; remediação.

1 INTRODUÇÃO

A gestão global de resíduos sólidos urbanos e industriais consolidou-se como um dos principais desafios socioambientais desde a Primeira Revolução Industrial, com um crescimento exponencial nas últimas décadas. O crescimento populacional contínuo e a intensificação dos padrões de consumo expandiram significativamente a geração de rejeitos orgânicos, cuja disposição inadequada em aterros ou lixões a céu aberto acarreta a degradação dos solos e a contaminação de corpos hídricos (Christensen, 2010). Nesse cenário, a transição de um modelo econômico linear para o paradigma da Economia Circular exige o desenvolvimento de tecnologias limpas voltadas à valorização de biomassas residuais, convertendo subprodutos agroindustriais em materiais funcionais de alto valor agregado.

O café figura entre as commodities mais comercializadas no mundo, com consumo global anual superior a 175,5 milhões de sacas (ICO, 2025). O Brasil, como maior produtor e exportador mundial de café, posiciona-se também entre os maiores geradores de borra de café (spent coffee grounds), o principal subproduto obtido após a extração aquosa dos grãos moídos (Cecafé, 2023; ABIC, 2023). Estima-se que cerca de 85% da massa de pó utilizada no preparo

DOI: 10.51189/vii-coninters/90142

da bebida seja convertida em borra, resultando em um passivo ambiental massivo que, quando descartado sem tratamento, sofre decomposição anaeróbia descontrolada com emissão de gases de efeito estufa e lixiviação de compostos recalcitrantes (Ballesteros et al., 2014; Silva et al., 2021).

Por ser um precursor orgânico rico em carbono e compostos lignocelulósicos, a borra de café apresenta elevado potencial para a síntese de matrizes adsorventes (Ansari e Mohammad-Khah, 2009). A conversão térmica dessa biomassa via pirólise assistida por vapor d'água (ativação física) destaca-se como uma rota sustentável promissora. Esse processo promove a degradação térmica controlada da matriz orgânica sob atmosfera de reduzida oxigenação, gerando uma estrutura porosa de alta área superficial e rica em grupos funcionais oxigenados capazes de atuar na remoção de contaminantes em fase líquida (Bansal e Goyal, 2005; Arenas, 2019).

Apesar do interesse crescente na utilização de biocarvões, há uma demanda por investigações que correlacionem rigorosamente os parâmetros operacionais da pirólise com a capacidade de adsorção de corantes sintéticos em efluentes aquosos. Diante disso, este trabalho objetivou valorizar a borra de café por meio da produção de carvão ativado via pirólise com ativação física a 550 °C e 650 °C. Investigaram-se a caracterização físico-química da biomassa e dos bioadsorventes obtidos, além do desempenho do material na adsorção do corante catiônico Azul de Metileno em solução aquosa.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Esse estudo foi realizado observando a sequência apresentada na Figura 1. As experimentações foram desenvolvidas no Laboratório de Inovação em Aproveitamento de Resíduos e Sustentabilidade Energética (LARSEN), localizado no Instituto Federal do Tocantins (IFTO), no Campus Palmas.

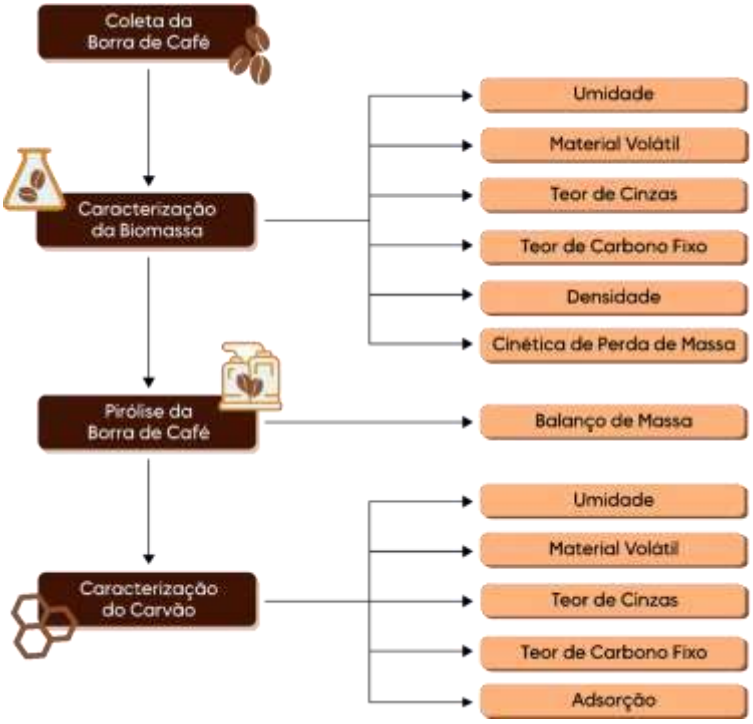


Figura 1 – Fluxograma contendo os testes e experimentos realizados
Fonte: Autora (2023).

Os experimentos foram conduzidos baseados em normas e metodologias reconhecidas, como as da Sociedade Americana para Ensaios e Materiais (American Society for Testing and Materials – ASTM, em inglês).

DOI: 10.51189/vii-coninters/90142

2.1 Preparações da Biomassa e Caracterização Físico-Química

A borra de café foi coletada a partir do descarte diário de infusões filtradas em estabelecimento comercial, no Instituto Federal do Tocantins (IFTO), Campus Palmas. O material *in natura* foi submetido a pré-secagem em estufa a 50 °C por 24h até atingir massa constante, removendo a umidade livre sem comprometer a integridade dos compostos voláteis constitutivos.

A caracterização imediata da biomassa seca foi realizada em triplicata, seguindo as diretrizes normativas da American Society for Testing and Materials (ASTM): **Teor de Umidade (U):** determinado via secagem a 105 °C por 1 h em estufa (ASTM D3173-87). **Teor de Materiais Voláteis (MV)**: aferido por submissão da amostra a 850 °C por 7 min em forno mufla sob atmosfera inerte restrita (ASTM D3175-07). **Teor de Cinzas (C):** determinado por calcinação total a 710 °C por 1 h em forno mufla (ASTM D3174-04). **Teor de Carbono Fixo (CF)**: calculado por diferença mássica percentual, conforme a Equação 1:

$$CF(\%) = 100 - (U + MV + C)$$

A densidade aparente em base seca foi estimada por gravimetria diferencial utilizando proveta graduada e balança analítica de precisão (0,0001 g). A cinética de perda de massa durante a secagem foi monitorada a 50 °C em intervalos horários de 1 a 4 h.

2.2 Conversão Térmica via Pirólise e Ativação Física

Os ensaios de conversão térmica foram conduzidos em um reator tubular termoelétrico acoplado a uma autoclave vertical, atuando como sistema de geração e injeção contínua de vapor d'água (agente de ativação física e gás de arraste). A biomassa seca foi inserida no reator em barcaça metálica centralizada. Foram avaliadas duas temperaturas de patamar isotérmico: 550 °C e 650 °C. Ambas as corridas operaram com taxa de aquecimento constante de 30 °C min^{-1} e tempo de residência de 30 min. O rendimento em massa do carvão ativado (R) foi calculado segundo a Equação 2:

$$R(\%) = \left(\frac{m_{\text{carvão}}}{m_{\text{biomassa}}}\right) \times 100$$

em que $m_{carvão}$ é a massa de bioadsorvente obtida pós-processamento (g) e $m_{biomassa}$ é a massa de borra seca alimentada (g). Os carvões gerados foram posteriormente submetidos à caracterização por análise imediata.

2.3 Ensaios de Adsorção e Planejamento Experimental

O desempenho adsorvido do carvão ativado sintetizado a 650 °C foi avaliado na remoção do corante catiônico Azul de Metileno (AM) em solução aquosa. O estudo seguiu um Delineamento Fatorial Completo (DFC) para avaliar a influência da massa de adsorvente e da concentração inicial do corante. As misturas foram mantidas sob agitação constante em mesa agitadora orbital (shaker) a 25 °C por tempo suficiente para atingir o equilíbrio adsorutivo. Após a filtração das suspensões, as concentrações remanescentes de AM no sobrenadante foram quantificadas por espectrofotometria de absorção molecular no comprimento de onda de máxima absorção $\lambda = 664$ nm). A eficiência de remoção (E, %) e a capacidade de adsorção no equilíbrio (Q, mg g^{-1}) foram calculadas através das Equações 3 e 4, respectivamente:

$$E(\%) = \left(\frac{C_0 - C_e}{C_0}\right) \times 100$$

$$Q = \frac{(C_0 - C_e) \times V}{m}$$

em que C_0 e C_e correspondem às concentrações inicial e no equilíbrio do corante (mg L^{-1}), V é o volume da solução (L) e m é a massa de carvão ativado utilizada (g). Os dados

DOI: 10.51189/vii-coninters/90142

foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) com nível de significância de 5% ($\alpha = 0{,}05$).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caracterização da Biomassa Precursora

Os resultados da análise imediata e da densidade aparente da borra de café seca estão sintetizados na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização físico-química e análise imediata da borra de café precursora.

Parâmetro Determinado	**Valor Obtido (%±DP)**
Teor de Umidade (U)	5,11 ± 0,12
Teor de Material Volátil (MV)	84,38 ± 0,45
Teor de Cinzas (C)	0,83 ± 0,05
Teor de Carbono Fixo (CF)	9,68 ± 0,38
Densidade Aparente em Base Seca	0,95 ± 0,02 ml $^{-1}$

Fonte: Autora (2025)

O elevado teor de material volátil (84,38%) combinado ao reduzido teor de cinzas (0,83%) confirma a aptidão da borra de café como precursor carbonáceo. A fração volátil elevada facilita a abertura de microporos durante a devolatilização pirolítica, enquanto o baixo teor inorgânico (cinzas) evita o bloqueio estrutural dos poros (Bansal e Goyal, 2005). O ensaio de densidade indicou uma biomassa compacta (0,95g ml $^{-1}$) o que favorece o rendimento volumétrico do reator. A cinética de secagem a 50 °C mostrou estabilização da massa a partir da segunda hora.

3.2 Avaliação do Processo de Pirólise e Caracterização dos Carvões

Os parâmetros de saída do reator pirolítico e a composição imediata dos carvões sintetizados a 550 °C e 650 °C encontram-se sumarizados na Tabela 2.

Tabela 2. Rendimento e análise imediata dos carvões ativados produzidos por pirólise sob ativação por vapor.

Parâmetro Analisado	**Carvão Ativado (550 °C)**	**Carvão Ativado (650 °C)**
Rendimento Mássico (R)	21,16%	22,50%
Umidade (U)	3,12%	2,85%
Material Volátil (MV)	22,45%	18,15%
Cinzas (C)	2,18%	2,18%
Carbono Fixo (CF)	72,25%	76,82%

Fonte: Autora (2025).

O aumento da temperatura de pirólise de 550 °C para 650 °C elevou o teor de carbono fixo de 72,25% para 76,82%, reduzindo os voláteis residuais de 22,45% para 18,15%. A elevação térmica intensifica o craqueamento das cadeias orgânicas e condensa a matriz aromática (Arenas, 2019). A presença do vapor d'água a 650 °C promoveu a reação de reforma heterogênea ($C + H_2O \rightarrow CO + H_2$), desobstruindo os canais porosos. O carvão de 650 °C foi escolhido para os ensaios de adsorção devido à sua maior estabilidade carbonácea.

3.3 Resultados do Delineamento Fatorial Completo para Adsorção

A Tabela 3 apresenta os parâmetros de entrada e as respostas experimentais obtidas no ensaio de adsorção do corante Azul de Metileno pelo carvão ativado a 650 °C.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90142

Tabela 3. Matriz do Delineamento Fatorial Completo e respostas observadas para a remoção de Azul de Metileno.

Ensaio	Massa de Carvão (m, g)	Conc. Corante (C0, mg L−1)	Absorbância Final (Y_1)	Eficiência (E, %)	Capacidade de Adsorção (Q, mg g−1)
1	0,05	10	0,022	98,50	1,97
2	0,15	10	0,004	99,74	0,66
3	0,05	30	0,115	92,20	5,53
4	0,15	30	0,012	99,18	1,98
6	0,02	20	0,035	95,20	7,32

Fonte: Autora (2025).

Para a variável de resposta Absorbância Final (Y_1), a Análise de Variância (ANOVA) demonstrou alta significância estatística para o modelo linear ($p < 0,05$), obtendo-se um coeficiente de determinação $R^2 = 0,982$. A massa de carvão (m) foi a variável de maior contribuição negativa sobre a absorbância final, indicando que o aumento na dosagem do adsorvente reduz drasticamente o corante remanescente no efluente.

Para a Capacidade de Adsorção (Q, mg^{-1}), os parâmetros da ANOVA apresentados na Tabela 4, evidenciaram a relevância das variáveis testadas.

Tabela 4. Análise de Variância (ANOVA) para a Capacidade de Adsorção (Q).

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Quadrado Médio	Valor-F	Valor-p
Regressão	26,841	2	13,420	48,65	0,0201
Resíduo	0,552	2	0,276	-	-
Total	27,393	4	-	-	-

Fonte: Autora (2025).

Com um valor de $p = 0,0201$ ($p < 0,05$) e $R^2 = 0,979$, o modelo estatístico comprovou-se preditivo e ajustado aos dados experimentais. A menor massa de carvão ativado (0,02 g) aliada à concentração intermediária de corante (20 mg L^{-1}) proporcionou o valor máximo de capacidade de adsorção (Q = 7,32 mg g^{-1}). Esse comportamento fundamenta-se na força motriz do transporte de massa: menores dosagens de sólido em contato com a solução do contaminante maximizam a saturação dos sítios de adsorção da matriz porosa, reduzindo a sobreposição de poros e aumentando a eficiência volumétrica do carvão (Bansal e Goyal, 2005; Ansari e Mohammad-Khah, 2009). A clarificação superior a 99% confirma a criação de porosidade compatível com as dimensões moleculares do corante catiônico.

4 CONCLUSÃO

A determinação e aplicação dos parâmetros de processo neste estudo demonstraram a viabilidade técnica e ambiental da conversão de borra de café em carvão ativado de alta eficiência. A biomassa caracterizou-se como um precursor altamente favorável pela elevada fração volátil (84,38%) e reduzidas cinzas (0,83%). A pirólise a 650 °C sob ativação por vapor d'água consolidou os melhores parâmetros de conversão, atingindo teor de carbono fixo de 76,82% e rendimento mássico de 22,50%. O Delineamento Fatorial Completo provou a eficiência do bioadsorvente na remoção de Azul de Metileno, atingindo 99,74% de descoloração e capacidade de adsorção de 7,32 mg g^{-1}.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90142

Os resultados legitimam o uso do material na remediação de efluentes, agregando valor comercial e ecológico a um subproduto agroindustrial em conformidade com a Economia Circular.

REFERÊNCIAS

ANSARI, R.; MOHAMMAD-KHAH, A. Activated charcoal: preparation, characterization and applications: a review article. **International Journal of ChemTech Research**, v. 1, n. 4, p. 859-864, 2009.

ARENAS, C. N. et al. Pyrolysis kinetics of biomass wastes using isoconversional methods and the distributed activation energy model. **Bioresource Technology**, v. 288, p. 121532, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO CAFÉ – ABIC. **A expansão do café no Brasil**. Rio de Janeiro: ABIC, 2023. Disponível em: https://www.abic.com.br/tudo-de-cafe/a-expansao-do-cafe-no-brasil/. Acesso em: 6 set. 2023.

ASTM D3173-87. **Standard test method for moisture in the analysis sample of coal and coke**. West Conshohocken: ASTM International, 2003.

ASTM D3174-04. **Standard test method for ash in the analysis sample of coal and coke from coal**. West Conshohocken: ASTM International, 2004.

ASTM D3175-07. **Standard test method for volatile matter in the analysis sample of coal and coke**. West Conshohocken: ASTM International, 2007.

BANSAL, R. C.; GOYAL, M. **Activated carbon adsorption**. Boca Raton: CRC Press, 2005.

BATISTA JÚNIOR, R. **Pirólise da borra de café: cinética química e operação em leito fixo**. 2017. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, 2017.

CECAFÉ – CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL. **Sobre o café**. São Paulo: CECAFÉ, 2023. Disponível em: https://www.cecafe.com.br/sobre-o-cafe/producao/. Acesso em: 6 set. 2023.

CHRISTENSEN, T. H. (ed.). **Solid waste technology & management**. Chichester: John Wiley & Sons, 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. **Levantamento da Conab estima produção de café em 54,74 milhões de sacas na safra 2023**. Brasília, DF: CONAB, 2023. Disponível em: https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5003-levantamento-da-conab-estima-producao-de-cafe-em-54-74-milhoes-de-sacas-na-safra-2023. Acesso em: 12 set. 2023.

ICO – INTERNATIONAL COFFEE ORGANIZATION. **Annual review 2019: addressing the coffee price crisis**. London: ICO, 2019.

KIGGUNDU, N.; SITTAMUKYOTO, J. Pyrolysis of coffee husks for biochar production. **Journal of Environmental Protection**, v. 10, n. 12, p. 1553-1564, 2019.

MARSH, H.; REINOSO, F. R. **Activated carbon**. Oxford: Elsevier, 2006.

MARTINS, A. L. **História do café**. 2. ed. São Paulo: Contexto, 2012.

NOBLE, R. D.; TERRY, P. A. Adsorption. *In*: NOBLE, R. D.; TERRY, P. A. **Principles of chemical separations with environmental applications**. Cambridge: Cambridge University Press, 2004. p. 182-213.

PEDROZA, M. M. **Bio-óleo e biogás da degradação termoquímica de lodo de esgoto doméstico em cilindro rotativo**. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

PENDERGRAST, M. **Uncommon grounds: the history of coffee and how it transformed our world**. Basic Books, 2010.

SANTOS, J. C. P. **Secagem da borra de café em secador ciclônico**. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

SASIKUMAR, K.; KRISHNA, S. G. **Solid waste management**. New Delhi: PHI Learning, 2009.

SCHRÖDER, E. et al. Experiments on the generation of activated carbon from biomass. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v. 79, n. 1-2, p. 106-111, 2007.

SILVA, R. M. et al. Quantificação dos resíduos gerados no preparo de cafés filtrados. *In*: CONGRESSO INTERNACIONAL DA AGROINDÚSTRIA – CIAGRO, 2., 2021, Evento online. **Anais [...]**. Recife: Instituto Impar, 2021.

TANGMANKONGWORAKOON, N. An approach to produce biochar from coffee residue for fuel and soil amendment purpose. **International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture**, v. 8, n. 1, p. 185-193, 2019.

TEIXEIRA, T. F. V. F. **Estudo da pirólise de borra de café com vista à produção de biochar e bioóleo**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto, 2018.

TUCKER, C. M. **Coffee culture: local experiences, global connections**. 2. ed. Routledge, 2017.

VELLOSO, M. P. Os restos na história: percepções sobre resíduos. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 13, n. 6, p. 1953-1964, 2008.

WERLANG, E. B. et al. Produção de carvão ativado a partir de resíduos vegetais. **Revista Jovens Pesquisadores**, v. 3, n. 1, p. 33-42, 2013.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90142

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

DINÂMICA DA OCUPAÇÃO NA ZONA COSTEIRA (2006-2023) E CONSEQUÊNCIAS PARA A ÁREA NÃO EDIFICANTE EM SÃO JOSÉ DA COROA GRANDE, PE.

MARCONE MARCELINO DA SILVA; MARIA DAS NEVES GREGÓRIO; MÁRCIA CRISTINA DE SOUZA MATOS CARNEIRO; VALDIR DO AMARAL VAZ MANSO; ALEXANDRE DO NASCIMENTO SOUZA

Introdução: A zona costeira é um ambiente dinâmico e vulnerável, sujeito a processos naturais e antrópicos, com destaque para a erosão costeira. O estudo foca no município de São José da Coroa Grande (PE), analisando a evolução espaço-temporal da linha de ocupação e da área não edificante entre 2006 e 2023. Utilizam-se geotecnologias como SIG, DSAS e levantamento GNSS para monitoramento e gestão costeira. O objetivo é subsidiar estratégias de preservação e mitigação de impactos ambientais. **Objetivo:** O presente estudo teve como objetivo investigar e comparar a evolução espaço temporal da linha de ocupação na zona costeira do município de São José da Coroa Grande, em cinco períodos distintos: 2006, 2014, 2018, 2022 e 2023, com ênfase na análise da área não edificante a fim de mitigar os impactos naturais e antrópicos que afetaram a região não edificante, fornecendo assim, subsídios para um desenvolvimento sustentável e gestão costeira do município de São José da Cora Grande, PE/Brasil. **Metodologia:** A pesquisa foi conduzida em etapas: análise de imagens de satélite dos anos selecionados utilizando os SIGs QGis e ArcGis, com suporte de imagens georreferenciadas para segmentar a área em três setores. Para a análise temporal da linha de construção, empregou-se a extensão DSAS do ArcGis 10.8 para cálculos de deslocamento. Realizou-se ainda levantamento topográfico com equipamentos GNSS para coleta de dados de perfis por setor. **Resultados:** Os resultados demonstraram variações significativas na linha de construção da área não edificante e costeira de São José da Coroa Grande ao longo dos anos, refletindo tanto processos naturais quanto antrópicos. A análise revelou um crescimento irregular das infraestruturas urbanas e projeções preocupantes de recuo da linha de costa até 2100, de acordo com os estudos. Esses dados são essenciais para o planejamento urbano e a implementação de estratégias de mitigação dos impactos ambientais futuros. **Conclusão:** A elevação do nível do mar causará impactos acumulativos na área não edificante, com expansão da pós-praia em direção onshore e aumento da retrogradação, afetando edificações. Diante disso, é fundamental implementar estratégias de gestão costeira voltadas para a preservação da área não edificante.

Palavras-chave: **ZONA COSTEIRA; LINHA DE CONSTRUÇÃO; ÁREA NÃOEDIFICANTE**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90145

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

INVENTÁRIO DE EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA NA PESCA ARTESANAL DO BAIRRO VERGEL DO LAGO, MACEIÓ-AL

LARISSA THAINÁ FELIX DA SILVA; MEIRYANE SOUTO PEREIRA LIMA

Introdução: A pesca artesanal constitui uma atividade de importância econômica e social no bairro Vergel do Lago, em Maceió, Alagoas, contribuindo para a geração de renda e subsistência da população local. Entretanto, diferentes etapas dessa atividade envolvem consumo de combustíveis, energia elétrica, geração de resíduos e transporte, podendo contribuir para a emissão de gases de efeito estufa (GEE). Nesse contexto, a elaboração de inventários de emissões permite identificar as principais fontes emissoras e subsidiar estratégias voltadas à redução dos impactos ambientais associados às atividades produtivas. **Objetivo:** Quantificar as emissões de gases de efeito estufa relacionadas à pesca artesanal desenvolvida no bairro Vergel do Lago, identificando os principais escopos e categorias responsáveis pelas emissões. **Metodologia:** O estudo foi realizado em maio de 2025, no bairro Vergel do Lago, em Maceió-AL. O inventário foi elaborado com base na metodologia do Programa Brasileiro GHG Protocol, considerando três limites operacionais: Escopo 1, referente à combustão estacionária e móvel; Escopo 2, relacionado ao consumo de energia elétrica; e Escopo 3, contemplando os resíduos sólidos gerados nas operações e o transporte e distribuição. Foram considerados dados de consumo de lenha, gasolina, energia elétrica e diesel, além da quantidade de resíduos de conchas de sururu gerados pela atividade. **Resultados:** As emissões totais foram estimadas em 1.023,56 tCO_2e. O Escopo 3 apresentou a maior contribuição, correspondendo a aproximadamente 55% das emissões, com 567,05 tCO_2e. Nesse escopo, os resíduos gerados nas operações representaram cerca de 558,83 tCO_2e, enquanto o transporte e distribuição *downstream* correspondeu a aproximadamente 8,22 tCO_2e. O Escopo 1 representou cerca de 44,3% do total, com 449,81 tCO_2e, relacionadas à combustão estacionária e móvel. O Escopo 2 apresentou a menor participação, correspondendo a aproximadamente 0,7%, com 6,71 tCO_2e provenientes do consumo de energia elétrica. **Conclusão:** Os resultados evidenciaram maior contribuição das emissões associadas à geração de resíduos e ao uso de combustíveis. O reaproveitamento das conchas de sururu e o uso mais eficiente dos recursos energéticos apresentam-se como estratégias potenciais para redução das emissões e promoção de práticas mais sustentáveis na pesca artesanal.

Palavras-chave: **EMISSÕES ATMOSFÉRICAS; GASES DE EFEITO ESTUFA; PESCA ARTESANAL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90151

ENTRE A MUDANÇA E A CONTINUIDADE: A TRAJETÓRIA CONCEITUAL DA EMPRESA SOCIAL (2016–2025)

VANDER LUIZ AGUIAR; GABRIEL SATHLER VICTER ITABORAHY; WALTER MSWAKA; ARMINDO DOS SANTOS DE SOUSA TEODOSIO

RESUMO

O debate científico em torno das Empresas Sociais (ES) e da Economia Solidária passou por profundas transformações e amadurecimentos nos últimos anos. Este resumo expandido analisa a trajetória e o desenvolvimento conceitual da Empresa Social entre 2016 e 2025, focando em suas continuidades e mudanças em três dimensões estruturantes: a governança, a missão social e a sustentabilidade econômica. Metodologicamente, o estudo utiliza dados de uma prospecção sistemática de literatura feita com base nas diretrizes de Galvão e Ricarte (2019) e no fluxo do protocolo PRISMA. O acervo final de análise conta com 63 artigos científicos, divididos em dois cohorts geográficos: América do Sul (42 artigos) e Europa/Global (21 artigos). Uma análise preliminar mostra que, no Norte Global, predominam lógicas de mercado, formatos de governança de múltiplos parceiros e modelos de negócios sociais para garantir a sustentação das iniciativas. Por outro lado, na América do Sul, a produção acadêmica destaca o papel da Economia Popular e Solidária, focando na autogestão democrática, na horizontalidade e no solidarismo como força produtiva específica no trabalho (Gaiger, 2019). As pesquisas do Sul defendem a reprodução da vida e utilizam o conceito de Fator C (comunhão, cooperação e comunidade) proposto por Luis Razeto como ativo intangível vital para viabilizar os empreendimentos populares. Ao comparar as duas realidades, este estudo preliminar conclui que a trajetória da Empresa Social não é uniforme, mas constitui um campo de disputas teóricas e práticas. O avanço da área exige reconhecer arranjos econômicos plurais e locais que apoiem o desenvolvimento das comunidades sem impor regras e isomorfismos de mercado que descaracterizem os grupos.

Palavras-chave: Autogestão; Governança; Hibridismo

1 INTRODUÇÃO

As organizações que buscam unir objetivos sociais e viabilidade comercial ganharam espaço nos debates sobre gestão e políticas públicas. Elas surgem como respostas às falhas do Estado e do mercado em atender necessidades da população, adotando formas jurídicas variadas (Alves et al., 2016; Dedeurwaerd et al., 2017). Porém, as pesquisas da última década mostram visões bem diferentes sobre o assunto. Enquanto autores do Norte focam em regras de mercado, a América do Sul discute esses grupos sob o prisma da Economia Solidária e da autogestão (Faria, 2017; Pestoff & Hulgård, 2015).

Nos países do Norte, o foco está em organizar a empresa social sob regras gerenciais e de mercado bem definidas. Para isso, usam-se modelos como o do projeto Modelos Comparativos Internacionais de Empresas Sociais (ICSEM). Já na América do Sul, a realidade econômica é discutida a partir da Economia Popular e Solidária (Aguiar, 2016). Nessa perspectiva, as iniciativas locais não seguem as regras das empresas tradicionais. Elas funcionam como formas de trabalho associativo e de resistência coletiva das comunidades diante de desigualdades sociais (Cunha & Lauris, 2016).

DOI: 10.51189/vii-coninters/90165

Essa divisão entre modelos de mercado e iniciativas de emancipação justifica o estudo sobre a trajetória do campo nas pesquisas acadêmicas recentes (Laville, 2016; Ferraz, 2022). Ao mapear os principais textos teóricos da última década, este trabalho busca preencher uma lacuna comparativa sobre essas duas realidades geográficas. A pesquisa orienta-se pela seguinte pergunta: como o conceito e as práticas de governança das empresas sociais evoluíram na literatura científica no período de 2016 a 2025?

A partir desse problema, o objetivo geral deste trabalho é analisar a trajetória conceitual da Empresa Social do ano de 2016 ao ano de 2025. Para isso, avaliamos as ideias de continuidade e de mudança teórica que marcaram o período. O estudo foca em três dimensões de análise que organizam esses empreendimentos: a governança democrática, as definições de missão social e os caminhos de sustentabilidade econômica (Alves et al., 2016; Gaiger, 2018).

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para responder à pergunta de pesquisa, o estudo adota o procedimento da Revisão Sistemática da Literatura (RSL), buscando clareza e transparência no processo. Para garantir que o caminho seguido possa ser reproduzido, adotamos o fluxo de trabalho do protocolo PRISMA 2020. Também seguimos as orientações para revisões na área de administração propostas por Galvão e Ricarte (2019). Este desenho permite realizar uma triagem manual das publicações de forma organizada.

A pesquisa apoia-se no modelo de uma Revisão Mista de Convergência Qualitativa, conforme proposto por Galvão e Ricarte (2019). Essa abordagem permite unir e transformar resultados qualitativos e quantitativos de diferentes estudos em temas comuns (Galvão et al., 2017). O método é adequado para revisar e organizar conceitos em conjuntos delimitados de dados. O período analisado vai de 2016 a 2025, época de consolidação de pesquisas internacionais, o que evita repetir levantamentos anteriores.

A seleção das fontes de pesquisa pautou-se nos pressupostos da seção 3.2 de Galvão e Ricarte (2019), os quais indicam que as bases de dados devem ter compatibilidade com o tema da pesquisa. Por isso, as buscas focaram na base Web of Science (WoS). O acesso a esse acervo fechado ocorreu por meio do Portal de Periódicos da CAPES, mediante parceria da universidade. Essa escolha assegura a qualidade das publicações consultadas e evita o uso de revisões de conveniência.

A busca avançada foi planejada conforme a seção 3.3 de Galvão e Ricarte (2019), com o uso de operadores booleanos. Usamos primeiro a string em inglês: ("Social Enterprise*" OR "Social Entrepreneurship") AND ("Governance" OR "Hybridism" OR "Conceptual Framework" OR "Theoretical Evolution"), para busca no título, obtendo 43 artigos. Depois, aplicamos a exclusão com NOT para filtrar estudos de caso e análises empíricas específicas, reduzindo a lista para 40 trabalhos. Pela triagem manual de títulos e resumos, retiramos mais 19 artigos que não focavam na teoria do campo, resultando em 21 artigos selecionados.

Pesquisar as empresas sociais na América do Sul exige adaptar os termos de busca. No Brasil e nos países vizinhos, as pesquisas focam nos conceitos de Economia Solidária e de Empreendimentos Econômicos Solidários (EES) (Gaiger, 2018). Como explicam Ferrarini et al. (2018), o EES típico do Sul Global representa a forma legítima de uma empresa social em nossa região. França Filho et al. (2019) também mostram que a economia solidária é o principal espaço de união entre o social e o econômico. Buscar termos literais em inglês ocultaria essa produção local.

Além disso, fizemos as buscas nos campos de Tópico e Assunto, e não apenas no Título. Ensaios teóricos importantes sobre governança e hibridismo raramente trazem esses termos de

forma literal em seus títulos. A tradição de pesquisa do Sul prioriza temas como autogestão, território e dinâmicas de trabalho (Veronese & Gaiger, 2017). Assim, a busca por tópico, seguida de uma triagem manual com base nos critérios de inclusão do protocolo PRISMA, foi o caminho adequado para mapear o desenvolvimento do campo.

A string de busca ajustada para as bases SPELL e SciELO foi estruturada como: TS:("Empresa Social" OR "Empreendedorismo Social" OR "Economia Solidária" OR "Empreendimento Econômico Solidário") AND TS:(Governança OR Hibridismo OR Teoria OR Conceitual OR Evolução) NOT TS:("Estudo de Caso" OR Empírico OR Entrevista). O termo TS: representa o operador de Assunto de cada plataforma. Como este trabalho traz resultados preliminares, a metodologia prevê que a equipe realize uma triagem manual de acompanhamento sobre o acervo final para confirmar a conformidade dos dados extraídos (Gaiger & Kuyven, 2020).

Os critérios de inclusão exigiram artigos em periódicos com revisão por pares, nos idiomas português, inglês ou espanhol, que tratassem das dimensões teóricas das empresas sociais. Excluíram-se capítulos de livros e editoriais. O processo resultou em um acervo final de 63 artigos indexados, divididos em dois blocos: América do Sul (42 artigos) e Europa/Global (21 artigos). Para o tratamento de dados, contamos com o apoio de inteligência artificial na confecção das matrizes de extração, com posterior triagem manual da equipe. As informações foram agrupadas em eixos como enquadramento teórico, governança, missão social e sustentabilidade econômica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise preliminar dos 63 trabalhos revela uma disputa em torno do conceito de Empresa Social. No Norte Global, a literatura dos 21 artigos revisados foca em legitimar a atuação de mercado desses empreendimentos (Mason & Doherty, 2015). O debate internacional evoluiu para modelos de governança que envolvem vários parceiros (multi-stakeholder). Também surgiram formatos como a propriedade fiduciária (steward-ownership), adotada pela marca Patagonia em 2022. Essa estrutura separa as decisões de gestão da distribuição de lucros para proteger a missão social do negócio.

Além disso, as pesquisas do Norte integram a missão social aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU como métrica de impacto (Littlewood & Holt, 2018). No campo financeiro, busca-se a autossuficiência por meio de receitas de vendas (earned income). Porém, os dados mostram que mais de 50% desses negócios no mercado operam inicialmente com prejuízos acumulados (Ghazali et al., 2023). Essa realidade aponta limites para a sustentação baseada apenas na concorrência comercial.

Já na América do Sul, com 42 artigos, as pesquisas criticam a transposição de modelos de negócios puramente mercantis (Alves et al., 2016; Fernandes & Diniz, 2018). A produção regional posiciona o debate na moldura da Economia Popular e Solidária. Os empreendimentos são definidos como Empreendimentos Econômicos Solidários (EES) ou Organizações Coletivistas de Produção Associada (OCPA) (Gaiger, 2018). Esse enquadramento busca responder às necessidades de sobrevivência coletiva das populações locais por meio do associativismo.

Nesses grupos, a governança afasta-se de conselhos corporativos e apoia-se na autogestão democrática e na horizontalidade (Faria, 2017). A autogestão exige participação ativa e a socialização das informações de gestão entre todos os membros para neutralizar hierarquias (Faria, 2017). Além disso, o envolvimento com as decisões e o trabalho coletivo paritário funcionam como uma força produtiva específica. Pesquisas mostram que a prática da solidariedade está associada ao bom desempenho e faturamento das cooperativas (Gaiger, 2019).

Em relação à missão social, a literatura do Sul substitui as métricas dos ODS pela busca da reprodução da vida e pela harmonia ecológica do Buen Vivir (Aguiar, 2016). Consolida-se uma

DOI: 10.51189/vii-coninters/90165

crítica aos Negócios de Impacto Social (NIS) na infância e na educação. Eles são vistos como parte de um filantrocapitalismo ou de armadilhas da identidade que despolitizam opressões de raça e gênero (Ferraz, 2022; Correa, 2020). Correa (2020) mostra que esses negócios transformam direitos em mercadorias de baixo custo para desonerar o Estado.

Na sustentabilidade econômica, o Sul adota o modelo da Economia Plural de Karl Polanyi e Jean-Louis Laville, unindo vendas locais, compras públicas e ajuda mútua (Laville, 2016; Gaiger, 2020). Esse hibridismo é exemplificado no Banco Palmas com o uso de moedas sociais comunitárias. Também se destaca o papel do Fator C (comunhão, cooperação e comunidade) proposto por Luis Razeto (2011). Ele funciona como um ativo intangível coletivo de solidariedade, que ajuda a viabilizar financeiramente as iniciativas populares periféricas.

4 CONCLUSÃO

O percurso do conceito de Empresa Social de 2016 a 2025 mostra que o hibridismo organizacional não se desenvolve de forma linear, sendo marcado por disputas entre mudança e continuidade. De um lado, as pesquisas internacionais buscam legitimar as organizações híbridas sob regras de mercado e governança profissionalizada. De outro, a literatura sul-americana reafirma o poder de emancipação da Economia Popular e Solidária, baseada na autogestão democrática, nas finanças éticas locais e na crítica à privatização de serviços sociais.

A adoção de uma Revisão Mista de Convergência Qualitativa, conforme Galvão e Ricarte (2019), permitiu integrar a análise deste acervo preliminar de 63 trabalhos. Como limitação deste relato, aponta-se a necessidade de aprofundar o estudo das leis recentes, como o novo marco da economia solidária no Brasil de 2024 (Tuma & Bohem, 2025). Para pesquisas futuras, recomenda-se realizar estudos de campo comparados que verifiquem se as novas regras jurídicas ajudam as organizações populares locais ou limitam sua autogestão.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, E. E. A. Economía solidaria y territorio: Complejizando la propuesta de análisis territorial de Coraggio. *Polis, Revista Latinoamericana*, v. 15, n. 45, p. 11-42, 2016.

ALVES, J. N. *et al.* A Economia Solidária no Centro das Discussões: um trabalho bibliométrico de estudos brasileiros. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 14, n. 2, p. 421-433, 2016.

CORREA, B. A educação infantil sob a lógica do empreendedorismo e dos 'negócios de impacto social'. *Educação em Revista*, v. 36, p. 1031-1053, 2020.

CUNHA, T.; LAURIS, É. À procura de um outro constitucionalismo económico: construindo a cidadania a partir de iniciativas de economia solidária e popular lideradas por mulheres do Sul. *Sociologias*, Porto Alegre, ano 18, nº 43, p. 50-78, 2016.

DEDEURWAERD, T. *et al.* The governance features of social enterprise and social network activities of collective food buying groups. **Ecological Economics**, v. 140, p. 159-164, 2017.

FARIA, J. H. de. Autogestão, economia solidária e organização coletivista de produção associada: em direção ao rigor conceitual. *Cadernos EBAPE.BR*, v. 15, n. 3, p. 629-650, 2017.

FERNANDES, B. S.; DINIZ, S. C. Economia popular, des/colonialidade do poder e economia solidária: notas para um debate latino-americano. *Estudios Gerenciales*, v. 34, nº 149, p. 421-433, 2018.

FERRARINI, A. V. *et al.* Empreendimento econômico solidário e empresa social: ampliando abordagens e integrando conceitos no diálogo Norte-Sul. **Polis, Revista Latinoamericana**, n. 49, p. 299-322, 2018.

FERRAZ, J. M. Armadilha da identidade e crítica ao empreendedorismo social: a exploração da opressão. *Revista Katálysis*, v. 25, n. 2, p. 252-261, 2022.

FRANÇA FILHO, G. C. de; RIGO, A. S.; SOUZA, W. J. de. A reconciliação entre o econômico e o social na noção de empresa social: limites e possibilidades (no contexto brasileiro). *Cadernos EBAPE.BR*, Rio de Janeiro, v. 17, n. 6, p. 1031-1053, 2019.

GAIGER, L. I.; FERRARINI, A.; VERONESE, M. O Conceito de Empreendimento Econômico Solidário: Por uma Abordagem Gradualista. *DADOS - Revista de Ciências Sociais*, Rio de Janeiro, v. 61, n. 1, p. 299-322, 2018.

GAIGER, L. I. G.; KUYVEN, P. Dimensões e tendências da economia solidária no Brasil. *Revista Sociedade e Estado*, Brasília, v. 34, n. 3, p. 1031-1053, 2019.

GAIGER, L. I. G.; KUYVEN, P. S. Economia solidária e trajetórias de trabalho: uma visão retrospectiva a partir de dados nacionais. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, São Paulo, v. 35, n. 103, p. 1-29, 2020.

GALVÃO, M. C. B.; PLUYE, P.; RICARTE, I. L. M. Métodos de pesquisa mistos e revisões de literatura mistas: conceitos, construção e critérios de avaliação. *InCID: Revista de Ciência da Informação e Documentação*, v. 8, n. 2, p. 4-24, 2017.

GALVÃO, M. C. B.; RICARTE, I. L. M. Revisão Sistemática da Literatura: Conceituação, Produção e Publicação. *Logeion: Filosofia da Informação*, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 57-73, set. 2019/fev. 2020.

GHAZALI, A. W. *et al.* Governance for Sustainable Social Enterprise Performance: Moving Beyond Control Mechanisms. **Asia-Pacific Management Accounting Journal**, v. 18, n. 1, p. 299-322, 2023.

LAVILLE, J.-L. Repensando o espaço público e a economia: contribuição da economia solidária à teoria da democracia. *O&S - Salvador*, v. 23, n. 78, p. 369-377, 2016.

LITTLEWOOD, D.; HOLT, D. How social enterprises can contribute to the Sustainable Development Goals (SDGs) -- A conceptual framework. *Entrepreneurship and the Sustainable Development Goals*, v. 8, p. 159-164, 2018.

MASON, C.; DOHERTY, B. A Fair Trade-off? Paradoxes in the Governance of Fair-trade Social Enterprises. *Journal of Business Ethics*, v. 130, n. 3, p. 299-322, 2015.

RAZETO, L. *Capital intelectual en las organizaciones de economía solidaria: la gestión del Fator C*. Santiago: Editorial Univ. Bolivariana, 2011.

TUMA, E.; BOHEM, C. Atual estágio da normatização dos negócios sociais no Brasil. *COODES (Revista Cooperativismo y Desarrollo)*, v. 13, n. 1, p. 269-295, 2025.

VERONESE, M. V.; GAIGER, L. I.; FERRARINI, A. V. Sobre a diversidade de formatos e atores sociais no campo da economia solidária. *Caderno CRH*, Salvador, v. 30, n. 79, p. 89-104, 2017.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90165

TRABALHO E RESSOCIALIZAÇÃO NO CÁRCERE: DESAFIOS E POSSIBILIDADES NA APAC DE SANTA LUZIA, MG

VANDER LUIZ AGUIAR; GABRIEL SATHLER VICTER ITABORAHY; WALTER MSWAKA; ARMINDO DOS SANTOS DE SOUSA TEODOSIO

RESUMO

Este trabalho analisa em que medida as atividades econômicas estabelecidas na Associação de Proteção e Assistência aos Condenados (APAC) de Santa Luzia, em Minas Gerais, podem ser classificadas como Empresas Sociais e se estas atividades viabilizam o alcance das metas do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 16 da ONU, focado em sociedades pacíficas, acesso à justiça e instituições eficazes. A pesquisa consiste em um estudo de caso único com uma abordagem quantitativa e qualitativa, métodos mistos. Nesta etapa inicial da pesquisa, obteve-se o alcance parcial dos objetivos por meio de um questionário estruturado aplicado a uma amostra estratificada aleatória de trinta e dois recuperandos, representativa dos regimes fechado e semiaberto da unidade. Os resultados apontam que os trabalhadores em funções de manutenção e limpeza relatam maior escuta ativa por parte da administração através do Conselho de Sinceridade e Solidariedade (CSS) em comparação àqueles alocados em atividades remuneradas. Por outro lado, os trabalhadores de manutenção sentem-se menos valorizados institucionalmente e demonstram menor conhecimento sobre a aplicação dos recursos financeiros da unidade. Em relação ao impacto externo, quase metade dos sujeitos mantém contato com egressos em liberdade, sendo que a grande maioria deles encontra-se trabalhando ou estudando no mercado de trabalho regular. Conclui-se que a instituição se alinha conceitualmente ao modelo de Empresa Social de Integração pelo Trabalho e viabiliza o fortalecimento institucional, mas apresenta tensões internas de status e de transparência entre os diferentes grupos de trabalho, o que demanda atenção gerencial. Destaca-se que estas conclusões são preliminares, visto que apenas o questionário quantitativo foi aplicado nesta fase, restando a realização de entrevistas em profundidade e grupos focais com recuperandos e gestores para a consolidação e triangulação definitiva dos achados de campo.

Palavras-chave: Sistema prisional; Empresa Social; Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

1 INTRODUÇÃO

O modelo da Associação de Proteção e Assistência aos Condenados (APAC) propõe uma alternativa de execução penal focada na humanização do cumprimento da pena em contraste com as falhas do sistema prisional comum (Marcolla e Wermuth, 2024). Ricaldoni e Rezende (2020) destacam que o método se organiza por meio de relações de proximidade e confiança mútua, buscando criar um espaço de recuperação e dignidade para os apenados. Na área de Administração, as atividades produtivas da instituição operam sob uma lógica híbrida, que combina metas econômicas e objetivos sociais de reinserção (Aguiar, 2018; Stanković, 2020).

Esse hibridismo organizacional gera debates teóricos relevantes sobre as condições do trabalho prisional e seus impactos reais na vida dos sujeitos. Enquanto parte da literatura destaca o

DOI: 10.51189/vii-coninters/90167

trabalho como formação de capital humano e reinserção social, críticas apontam para os riscos de precarização laboral no cárcere. Autores como Fernandes e Ferraz (2025) alertam para a exploração de mão de obra barata sob a justificativa de ressocialização. Por isso, torna-se necessário analisar se as atividades laborais em geral na APAC — considerando o trabalho, tanto remunerado quanto não remunerado — oferecem de fato uma preparação justa ou se reproduzem lógicas de subordinação.

Diante desse cenário, a Agenda 2030 da ONU e seus Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) oferecem um marco analítico robusto para avaliar os resultados do modelo. O ODS 16 foca na promoção de sociedades pacíficas, no acesso igualitário à justiça e na construção de instituições transparentes e eficazes. Investigar a gestão das atividades produtivas da APAC à luz desse indicador global permite ir além de métricas simples de reincidência, analisando a qualidade do ambiente de governança (Littlewood e Holt, 2018). Assim, avalia-se se as frentes de trabalho contribuem de fato para o fortalecimento da paz interna e para a conformidade das regras operacionais na unidade (Tortia, 2025).

O objetivo geral da pesquisa consiste em verificar se as atividades econômicas na APAC de Santa Luzia/MG se caracterizam como Empresas Sociais e se viabilizam as metas do ODS 16. A classificação baseia-se na teoria de Empresas Sociais de Integração pelo Trabalho (WISEs), que combinam a missão de ressocialização com fins econômicos e governança participativa (Aguiar, 2018; Lee, Brower e Fay, 2024). A validação dos negócios da APAC como negócios de uma Empresa Social, na medida geram canais de participação, capital humano e sustentabilidade, corrobora o ODS 16. Especificamente, avalia-se o impacto do trabalho remunerado e não remunerado na percepção de justiça e na transparência da gestão sob a ótica dos recuperandos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa adota o método de estudo de caso único na APAC de Santa Luzia, estruturado por meio de uma abordagem de métodos mistos (Yin, 2018). O projeto combina dados quantitativos e qualitativos para obter uma compreensão profunda sobre o impacto das atividades laborais. Nesta primeira etapa da coleta de dados, aplicou-se um questionário estruturado a uma amostra estratificada aleatória de trinta e dois recuperandos. Este questionário constitui o primeiro de três instrumentos de coleta previstos, estando pendentes para as próximas fases a realização de entrevistas semiestruturadas e grupos focais, os quais englobarão também os gestores e funcionários da unidade para a triangulação final dos dados.

A população da unidade de Santa Luzia é composta por 192 recuperandos, dos quais 104 cumprem pena no regime fechado, 55 no regime semiaberto e 33 no regime semiaberto com trabalho externo. A amostragem foi estratificada por regime com o objetivo de assegurar a representatividade, resultando em 32 participantes selecionados aleatoriamente com base na distribuição dos alojamentos e camas da unidade. Foram entrevistados 17 recuperandos no regime fechado, 9 no regime semiaberto e 6 no regime semiaberto com trabalho externo. O plano amostral seguiu regras estritas de aleatoriedade e substituição in loco para evitar que a indicação de apenados pelos gestores gerasse vieses na coleta de dados.

O instrumento de coleta foi estruturado em blocos para mapear o perfil sociodemográfico, a transição de sistemas e as percepções organizacionais dos sujeitos. As variáveis demográficas e de transição incluem idade, escolaridade, regime atual, tempo de sistema comum e tempo de cumprimento de pena na APAC. As percepções subjetivas sobre cooperação, autonomia, fluxo de trabalho e justiça foram medidas utilizando a Escala Visual Analógica (VAS), com marcações em uma linha contínua de zero a dez. Essa escala, além de facilitar o preenchimento pelo apenado,

DOI: 10.51189/vii-coninters/90167

gera dados numéricos contínuos, o que viabiliza o uso de técnicas estatísticas robustas no processo de comparação de médias.

Para classificar as atividades sob a lógica de empresas sociais, mapeou-se a alocação laboral (remunerada vs. não remunerada) e o nível de autonomia operacional. O impacto no ODS 16 foi avaliado pelas variáveis de governança participativa, transparência financeira e cooperação para resolução de conflitos sem o uso de força estatal. A relação entre trabalho e conduta foi investigada preliminarmente por meio do comportamento ético autodeclarado e redes de contato com egressos. Os dados foram tabulados no Python, gerando análises descritivas. Adicionalmente, registra-se a cooperação metodológica de ferramentas de Inteligência Artificial, as quais consolidaram as matrizes de análise de cerca de cem artigos teóricos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os trinta e dois recuperandos da amostra apresentam idade média de 42 anos e mostram uma permanência prolongada no cárcere. Em média, os sujeitos cumpriram quase 7 anos no sistema prisional comum antes de serem transferidos para a APAC de Santa Luzia. O tempo médio de permanência atual na unidade é de pouco mais de 3 anos, o que indica uma exposição significativa à metodologia. Em termos de escolaridade, aproximadamente 53% dos respondentes possuem o ensino médio completo e 28% possuem algum nível de ensino superior, configurando um índice de escolaridade elevado para o padrão prisional nacional (Marcolla e Wermuth, 2024), o que favoreceu a clareza e o preenchimento correto das escalas VAS.

A alocação laboral na unidade divide-se entre dezessete sujeitos em atividades remuneradas, desenvolvidas em oficinas internas ou em empresas parceiras com tarefas variadas, e quatorze em tarefas não remuneradas de manutenção e limpeza. Um dos achados com relevância estatística refere-se ao apoio familiar medido pela escala VAS. Os recuperandos em trabalho não remunerado apresentaram média de apoio superior (9,44) à dos remunerados (7,89), pois o teste T-Student apresentou p-valor menor que cinco por cento ($p = 0,049$) indicando diferença significativa entre as médias. Esse dado sugere que sujeitos com menor apoio familiar enfrentam maior pressão econômica, buscando vagas remuneradas para prover recursos.

Tabela 1 - Comparação de Médias (Escala VAS de 0 a 10) por Tipo de Trabalho

Variável / Indicador (Escala VAS)	**Trabalho Remunerado (N=17)**	**Trabalho Não Remunerado (N=14)**	**p-valor (t-test)**
Apoio Familiar Percebido (Questão A6)	7,89	9,44	0,049*
Interesse de Colegas do Sistema Comum (B3)	8,68	8,51	0,780
Percepção de Justiça na Seleção para a APAC (B4)	9,21	9,15	0,882
APAC Prepara Melhor do que o Sistema Comum (B5)	9,11	9,35	0,477
Escuta da Administração via Conselho CSS (D4)	5,65	7,53	0,094
Equivalência de Valorização do Esforço (E3)	6,18	4,79	0,278
Transparência sobre Recursos Financeiros (F2)	5,98	3,89	0,102
Experiência de Flow e Passagem do Tempo (F4)	9,12	7,98	0,105

*Fonte: Dados do campo (2026). Nota: * Estatisticamente significativo ao nível de 5%.*

Os dados da comparação de médias, apresentados na Tabela 1, revelam uma tendência importante na variável de governança participativa (D4). Os trabalhadores em funções não remuneradas relataram que suas sugestões são mais ouvidas pela administração através do

Conselho CSS (média de 7,53) do que os remunerados (média de 5,65). Isso indica que as atividades de manutenção e limpeza da unidade atuam como espaços ativos de cogestão comunitária e coprodução (Pestoff e Hulgård, 2015). Em contrapartida, as atividades de trabalho remunerado em parcerias externas, não necessariamente industriais, impõem uma rotina focada em metas produtivas que pode reduzir o tempo de diálogo dos trabalhadores com a diretoria.

Outro destaque reside na percepção de valorização e no acesso às informações sobre a aplicação dos recursos advindos das atividades remuneradas e de repasses governamentais. Os apenados do trabalho não remunerado sentem-se menos valorizados pela instituição (média de 4,79) e relatam menor acesso a essas contas (média de 3,89) do que os remunerados. Esse contraste aponta para o risco de desvio de missão (mission drift) no ecossistema híbrido da APAC, onde a busca por produtividade nas parcerias pode valorizar mais a atividade de mercado em detrimento do trabalho de cuidado comunitário diário (Mason e Doherty, 2016; de Magdalene e Green, 2025; Savall Morera *et al.*, 2024).

Apesar das tensões internas, os resultados gerais do questionário indicam efeitos positivos na ressocialização. Do total de respondentes, aproximadamente 48% mantêm contato com egressos que já cumpriram pena na unidade, dos quais 89% encontram-se trabalhando ou estudando. Esse dado sugere a capacidade do modelo de romper com a trajetória criminal, preparando o indivíduo para o retorno à sociedade (Lee, Brower e Fay, 2024). Cabe reforçar, no entanto, que a triangulação desses dados autodeclarados com os registros prisionais oficiais de reincidência e com as próximas etapas qualitativas (entrevistas e grupos focais) será fundamental para confirmar ou refutar em definitivo esse cenário de eficácia.

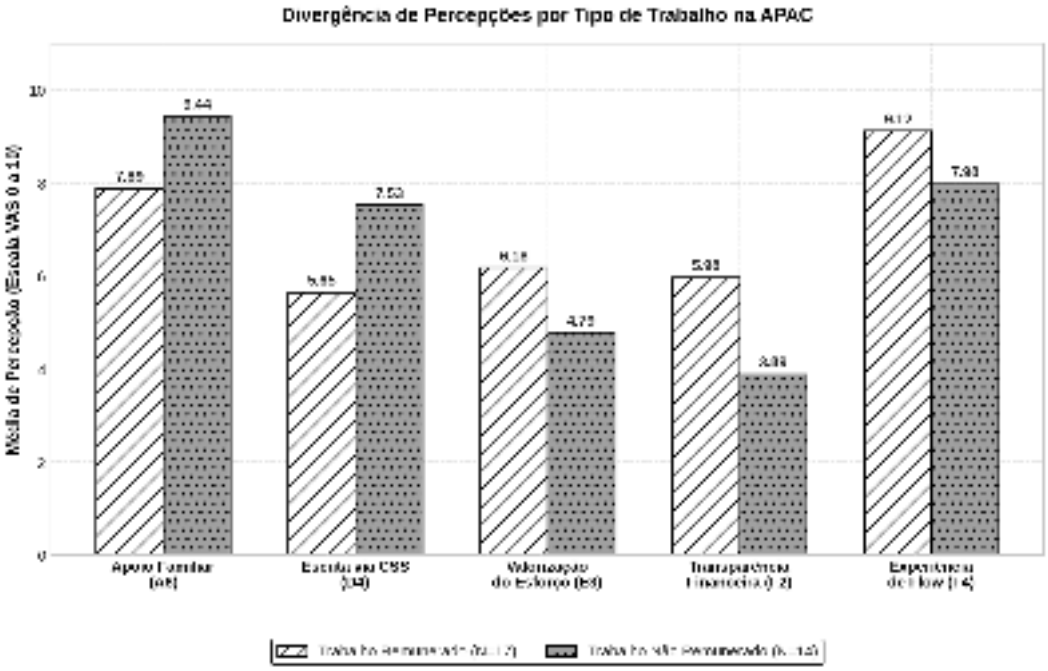


Figura 1 - Divergência de Percepções (VAS de 0 a 10) entre Trabalho Remunerado e Não Remunerado
Fonte: Dados do campo (2026).

A Figura 1 apresenta visualmente a divergência de percepções entre os dois grupos. Fica claro que as frentes remuneradas geram maior acesso à informação, enquanto o trabalho interno de manutenção preserva maior voz na governança participativa da unidade. Esse mapeamento visual

auxilia os gestores no desenho de estratégias para equilibrar essas percepções e garantir o alcance homogêneo das metas do ODS 16.

4 CONCLUSÃO

A análise das respostas dos questionários indica que as atividades econômicas estabelecidas na APAC de Santa Luzia enfrentam os desafios característicos de organizações híbridas (Stanković, 2020; Mason e Doherty, 2016). O trabalho remunerado viabiliza as metas de empregabilidade e inserção de mercado. No entanto, as tarefas não remuneradas de manutenção e limpeza são fundamentais para assegurar a governança participativa interna da unidade (Pestoff e Hulgård, 2015). Ambas as modalidades de trabalho são interdependentes e essenciais para o ecossistema, exigindo estratégias de gestão que evitem hierarquias informais, de modo a assegurar a paz interna preconizada pelo ODS 16.

Este estudo preliminar sugere que a APAC de Santa Luzia funciona como um nicho de inovação alternativo ao sistema prisional comum (Nabiyeva e MacNeil, 2025; Marcolla e Wermuth, 2024). O índice de egressos inseridos em estudo ou trabalho reforça a eficácia social do método. Todavia, por tratar-se de uma fase inicial quantitativa baseada em dados autodeclarados, destaca-se a necessidade de ratificação ou retificação das conclusões com base na análise qualitativa posterior. As próximas etapas contemplarão a aplicação de entrevistas e grupos focais com recuperandos e gestores, além da coleta de dados de faltas disciplinares prisionais, consolidando a necessária triangulação de métodos mistos.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, V. L. Empresas sociais de agricultura urbana: Um estudo nas comunidades que sustentam a agricultura em Belo Horizonte e Londres. 2018. 150 f. Tese (Doutorado em Administração) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2018.

DE MAGDALENE, P.; GREEN, K. R. Gender and social entrepreneurship in turbulent waters: developing a gender-aware conceptual framework. International Journal of Gender and Entrepreneurship, v. 17, n. 1, p. 37-64, 2025.

FERNANDES, A.; FERRAZ, D. A constituição da escravidão moderna pelo Estado em sistemas prisionais. Revista de Administração Contemporânea, Maringá, v. 29, n. 1, p. 37-55, 2025.

LEE, M.; BROWER, R. S.; FAY, D. L. Social enterprise governance and labor equity: the emerging role of work-integrated social enterprises in a niche labor market. International Journal of Public Sector Management, v. 37, n. 3, p. 402-420, 2024.

LITTLEWOOD, D.; HOLT, D. How social enterprises can contribute to the Sustainable Development Goals (SDGs) – A conceptual framework. In: APOSTOLOPOULOS, N. *et al.* (Eds.). Entrepreneurship and the Sustainable Development Goals. Contemporary Issues in Entrepreneurship Research, v. 8. Emerald Publishing Limited, p. 33-46, 2018.

MARCOLLA, F. A.; WERMUTH, M. Â. D. O papel da APAC como modelo alternativo ao sistema prisional brasileiro à luz do ODS 16. Revista Jurídica, Blumenau, v. 23, n. 2, p. 119-140, 2024.

MASON, C.; DOHERTY, B. A Fair Trade-off? Paradoxes in the Governance of Fair-trade Social Enterprises. Journal of Business Ethics, Amsterdam, v. 136, p. 451-469, 2016.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90167

NABIYEVA, A.; MACNEIL, H. Social Entrepreneurship and System Change: A Conceptual Framework Based on the Multi-Level Perspective. Journal of Social Entrepreneurship, London, v. 17, n. 1, p. 1-27, 2025.

PESTOFF, V.; HULGÅRD, L. Participatory Governance in Social Enterprise. Paper presented at the 5th EMES International Conference on Social Enterprise, Helsinki, 2015.

RICALDONI, T. F.; REZENDE, E. J. C. Negócios sociais e ressocialização: a experiência da APAC de Santa Luzia/MG. Revista Projeta, Londrina, v. 11, n. 3, p. 16-29, 2020.

SAVALL MORERA, T.; SOLÓRZANO-GARCÍA, M.; GUZMÁN, C. Responding to the imprecisions of social enterprise identity: considering the role of participatory governance. European Business Review, v. 36, n. 2, p. 154-176, 2024.

STANKOVIĆ, M. Demystifying the relationship between new public management and social entrepreneurship - a conceptual framework. Sociologija, Belgrado, v. 62, n. 3, p. 438-454, 2020.

TORTIA, E. C. Stakeholders self-organization and adaptive governance in social enterprises: Membership representation, worker control and client orientation. Systems Research and Behavioral Science, v. 42, n. 2, p. 396-410, 2025.

YIN, Robert K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2018.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90167

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

GOVERNANÇA ESG NO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO: A FUNÇÃO INDUTORA DO DIREITO ENTRE A AUTORREGULAÇÃO E O DEVER DE DILIGÊNCIA SOCIOAMBIENTAL NAS CADEIAS DE VALOR AGRÍCOLAS

ANNA CLARA ROMÃO ROCHA; PAULINEY COSTA E CRUZ

Introdução: O agronegócio ocupa posição central na economia brasileira, respondendo por parcela expressiva do PIB, da balança comercial e da geração de empregos, ao mesmo tempo em que enfrenta crescente atenção em relação às questões socioambientais. Nesse cenário, a sigla *ESG*, que envolve aspectos ambientais, sociais e de governança, consolidou-se como padrão de avaliação da conduta empresarial. No setor, sua incorporação tem ocorrido principalmente por meio de instrumentos de autorregulação privada, como certificações, selos e relatórios voluntários. Ao mesmo tempo, aumentam as exigências regulatórias, como o Regulamento Antidesmatamento da União Europeia (*EUDR*) e a Resolução CVM nº 193/2023, além da preocupação com práticas de *greenwashing*. **Objetivo:** Analisar a função indutora do Direito na incorporação efetiva de critérios *ESG* nas cadeias de valor do agronegócio brasileiro, buscando compreender a relação entre autorregulação privada, transparência e responsabilização socioambiental. **Metodologia:** Trata-se de pesquisa qualitativa, de natureza exploratória e explicativa, conduzida pelo método dedutivo, por meio de revisão bibliográfica e análise documental e normativa de fontes constitucionais, legais, regulatórias e de *soft law*. A análise considerou o grau de vinculação normativa, o nível de transparência e verificabilidade, os mecanismos de responsabilização e a efetividade na indução de condutas. **Resultados:** A análise realizada mostrou que a autorregulação privada, quando utilizada de forma isolada, não é suficiente para garantir a efetividade socioambiental. Verificou-se que a transparência e a existência de mecanismos de responsabilização são importantes para diferenciar práticas efetivas de sustentabilidade daquelas que representam apenas uma adesão aparente aos critérios *ESG*. Também foi identificado que o *EUDR* exerce influência sobre as cadeias agrícolas brasileiras, principalmente ao estabelecer novas exigências relacionadas à conformidade socioambiental. **Conclusão:** Conclui-se que a efetividade da incorporação de critérios *ESG* no agronegócio depende da articulação entre autorregulação, transparência e responsabilização jurídica. Nesse sentido, o Direito possui importante função na indução de condutas e pode contribuir para dar maior consistência a esses compromissos, favorecendo uma governança socioambiental mais segura e alinhada ao desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: **AGRONEGÓCIO; DEVER DE DILIGÊNCIA SOCIOAMBIENTAL; GOVERNANÇA ESG**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90171

URNAS FUNERÁRIAS SUSTENTÁVEIS: ALINHAMENTO AOS OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

IZADORA PIN SILVA; CARLOS EDUARDO FERREIRA DA SILVA; DOUGLAS MOURA MIRANDA; MARCOS MASSAO SHIMANO; PRISCILA PEREIRA SILVA; SANDRA CRISTINA DANTAS

RESUMO

O sepultamento convencional está associado a impactos ambientais significativos, principalmente à contaminação do solo e das águas subterrâneas pelo necrochorume e à emissão de gases provenientes da decomposição orgânica. A ausência de sistemas eficazes de isolamento favorece a infiltração de substâncias potencialmente poluidoras no lençol freático e a liberação de gases de efeito estufa, ampliando os riscos ambientais e sanitários e os desafios relacionados à gestão urbana. Nesse contexto, torna-se necessário discutir alternativas sustentáveis para o manejo pós-morte, alinhadas às diretrizes da Agenda 2030. Assim, este estudo analisa a proposta de urnas funerárias sustentáveis, dotadas de estrutura isolante e sistema de captação de biogás, avaliando sua contribuição para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). A pesquisa possui caráter qualitativo e fundamenta-se em revisão bibliográfica e documental, estabelecendo relações entre essa tecnologia e as metas dos ODS 1, 3, 6, 9, 11, 12 e 13, que abrangem aspectos sociais, ambientais, tecnológicos e urbanos. A proposta busca impedir a infiltração do necrochorume, preservar os recursos hídricos, reduzir riscos à saúde pública, melhorar as condições sanitárias dos cemitérios e possibilitar o aproveitamento energético do biogás gerado durante a decomposição, composto principalmente por metano e dióxido de carbono. Além disso, a tecnologia pode reduzir os impactos associados aos cemitérios convencionais, incentivar práticas ambientalmente responsáveis e promover a inovação em um setor com poucos avanços tecnológicos. Também apresenta potencial para integrar políticas públicas de gestão ambiental urbana, especialmente em municípios com limitações de saneamento e controle de passivos ambientais. Contudo, sua implementação requer avaliações complementares sobre viabilidade econômica, aceitação social e desempenho técnico em diferentes condições ambientais. Conclui-se que a inovação aplicada aos sistemas funerários pode contribuir para mitigar impactos ambientais, fortalecer a infraestrutura urbana sustentável e promover cidades mais resilientes, integrando sustentabilidade, tecnologia e planejamento urbano

Palavras-chave: Aproveitamento de biogás; Impactos ambientais; Saúde pública.

1 INTRODUÇÃO

Em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) instituiu a Agenda 2030, composta por 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas voltadas ao desenvolvimento sustentável nas dimensões econômica, social e ambiental. No Brasil, os municípios foram desafiados a integrar esses objetivos aos planos plurianuais, estratégicos e urbanos da gestão local, buscando identificar problemáticas recorrentes e propor estratégias que contribuam para o alcance das metas (Eberhardt; Mantovaneli Junior, 2024).

DOI: 10.51189/vii-coninters/90178

Os cemitérios constituem fontes potenciais de poluição, podendo contaminar o solo e os lençóis freáticos em razão do vazamento de substâncias orgânicas e inorgânicas e da presença de microrganismos patogênicos (OMS, 1998 apud Menezes et al., 2017). A decomposição de corpos sem controle adequado gera o necrochorume, efluente de elevada carga orgânica que pode infiltrar-se no solo e atingir aquíferos, comprometendo a qualidade da água e representando riscos à saúde pública (Pacheco, 2006). Apesar disso, o setor funerário apresenta poucos avanços tecnológicos, mantendo práticas tradicionais que raramente consideram os impactos ambientais associados ao sepultamento convencional.

Atualmente, muitas urnas são fabricadas em madeira de pinus com acabamento de tintas e vernizes, cuja decomposição relativamente rápida favorece a liberação do necrochorume no solo, além do impacto ambiental associado à extração da matéria-prima (Funerária Santa Casa 24H, s.d.). Nesse contexto, o projeto de urna funerária sustentável propõe um modelo com materiais impermeáveis e de alta resistência, capaz de conter o necrochorume e os gases da decomposição, prevendo ainda o aproveitamento energético dos gases, a reutilização e a reciclagem dos materiais (Canaan et al., 2025).

Apesar da relevância ambiental e sanitária dos cemitérios, observa-se uma lacuna na literatura quanto ao desenvolvimento e à aplicação de tecnologias sustentáveis no setor funerário. Diante disso, este estudo tem como objetivo apresentar a relação entre o projeto de urnas funerárias sustentáveis e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU.

2 METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, objetivando analisar a relação entre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e o projeto de urnas funerárias sustentáveis. A escolha pela abordagem exploratória justifica-se pelo fato de o tema ainda ser pouco discutido na literatura, uma vez que, para Gil (2008), a pesquisa exploratória busca a familiarização com assuntos pouco conhecidos, permitindo maior compreensão do problema e a construção de interpretações iniciais.

Quanto aos procedimentos metodológicos, o estudo foi desenvolvido por meio de pesquisa bibliográfica e documental, com base na análise de artigos científicos, relatórios técnicos e documentos institucionais. As buscas foram realizadas nas bases Scopus e Web of Science, além da consulta a documentos oficiais da Organização das Nações Unidas (ONU), com destaque para a Agenda 2030 e os ODS, bem como a relatórios da Organização Mundial da Saúde (OMS) e publicações relacionadas à gestão ambiental de cemitérios e às tecnologias funerárias sustentáveis. A análise dos dados ocorreu de forma interpretativa e comparativa, confrontando as características técnicas, ambientais e sociais do projeto das urnas funerárias sustentáveis com os objetivos e metas dos ODS selecionados (1, 3, 6, 9, 11, 12 e 13). Esse procedimento possibilitou identificar o alinhamento entre a proposta tecnológica e os princípios da Agenda 2030, subsidiando a discussão sobre o potencial do projeto para a promoção do desenvolvimento sustentável.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Objetivo 1, voltado à erradicação da pobreza, é contemplado pelo projeto por meio das metas 1.4 e 1.5. Pela meta 1.4, a energia gerada a partir do biogás pode ser redirecionada a

DOI: 10.51189/vii-coninters/90178

populações pobres e vulneráveis, a depender das políticas públicas adotadas (Agenda 2030). Pela meta 1.5, ao evitar a contaminação de córregos, rios e aquíferos próximos a cemitérios, o projeto reduz a exposição de famílias de baixa renda, muitas vezes abastecidas por poços rasos, sem acesso à água tratada, a doenças e desastres ambientais (UOL, 2021), conforme ilustrado na Figura 1. Isso porque o necrochorume, efluente com alta carga orgânica e possível presença de bactérias patogênicas (Escherichia coli, Salmonella typhi, Clostridium sp.) e do vírus da hepatite A (Goelzer; Carvalho, 2023), desloca-se com maior rapidez em solos arenosos, aumentando o risco de contaminação de aquíferos na ausência de impermeabilização adequada (Rêgo et al., 2021).

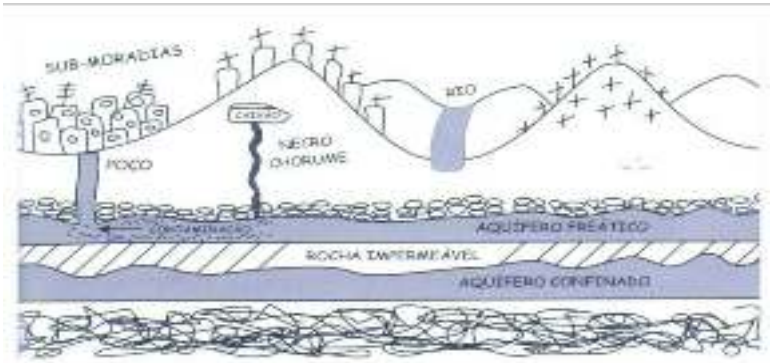


Figura 1: Interação entre necrochorume, aquíferos e áreas habitadas no entorno de cemitérios
Fonte: Adaptado de Kemerich et al. (2014)

O Objetivo 3, que visa assegurar vida saudável e bem-estar, é atendido pelas metas 3.3 e 3.9. Considerando que 15,6% dos domicílios brasileiros utilizam exclusivamente água subterrânea para consumo (IBGE, 2010), a contaminação dos aquíferos pelo necrochorume pode disseminar doenças de veiculação hídrica, como tétano, febre tifóide e hepatite A (Ferreira et al., 2021). Ao impedir essa infiltração, as urnas isolantes preservam a qualidade da água e contribuem para a redução de doenças e mortes associadas à poluição.

O Objetivo 6, voltado à disponibilidade e à gestão sustentável da água e do saneamento, é atendido pela meta 6.3, que prevê a melhoria da qualidade da água pela redução da poluição. Estima-se que 75% dos cemitérios brasileiros apresentem problemas sanitários e ambientais, como vazamento de necrochorume e contaminação do lençol freático (Goelzer; Carvalho, 2023). Ao promover o isolamento dos corpos, as urnas impedem que substâncias da decomposição atinjam os aquíferos, contribuindo também para as metas 6.4 (uso eficiente da água) e 6.6 (proteção dos ecossistemas aquáticos).

Os Objetivos 9 e 11 são contemplados pelo caráter inovador da proposta. O ODS 9, que visa infraestruturas resilientes, industrialização sustentável e fomento à inovação (metas 9.1, 9.5 e 9.b), é atendido por uma solução tecnológica que contribui para o avanço científico nacional. O ODS 11, que busca cidades inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis (metas 11.4 e 11.5), é favorecido na medida em que a mudança no sepultamento convencional evita a contaminação dos recursos hídricos, prevenindo epidemias locais e tornando os assentamentos mais seguros e resilientes.

O Objetivo 12, voltado ao consumo e à produção responsáveis, é atendido ao se incentivar, por meio de políticas públicas, a inserção de urnas sustentáveis no mercado funerário, estimulando empresas e compras públicas mais responsáveis (metas 12.6 e 12.7) e a mudança de padrões de consumo.

O biogás, composto majoritariamente por metano e dióxido de carbono (Matiello, 2017), apresenta potencial para geração de energia elétrica, cuja eficiência depende de fatores

como temperatura, umidade e tempo de decomposição, que influenciam a atividade microbiana (Oliveira et al., 2025; Cinar et al., 2022). Sistemas adequados de coleta e armazenamento permitem o reaproveitamento energético no próprio cemitério ou em áreas próximas, mitigando gases de efeito estufa e reduzindo a poluição atmosférica (Burnley, 2001; Kemerich et al., 2014; Santos et al., 2023). Assim, a captação do biogás (Figura 2) favorece a adaptação às mudanças climáticas e a incorporação de soluções sustentáveis em práticas tradicionais, atendendo às metas 13.1 e 13.2 (Farias et al., 2021).

Figura 2: Sistema de sepultamento sustentável com recuperação de biogás e proteção ambiental
Fonte: dos autores, 2026

De forma geral, as estruturas funerárias sustentáveis apresentam uma abordagem integrada, contemplando simultaneamente aspectos ambientais, sociais, econômicos e tecnológicos, contribuindo para a mitigação de múltiplos impactos do sepultamento convencional. Essa característica sistêmica gera benefícios em diferentes escalas, do nível local ao global.

4 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo analisar a relação entre o projeto de urnas funerárias sustentáveis e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), demonstrando que a tecnologia possui potencial para contribuir com metas relacionadas à saúde pública, qualidade da água, inovação, cidades sustentáveis, consumo responsável e combate às mudanças climáticas. Evidencia-se que o setor funerário, embora pouco discutido no contexto da sustentabilidade, apresenta potencial para o desenvolvimento de soluções tecnológicas e ambientais capazes de reduzir impactos e melhorar as condições urbanas e sanitárias.

O sepultamento convencional representa uma preocupação quanto à contaminação dos recursos hídricos e aos impactos ambientais, além de possíveis riscos à saúde da população. As urnas funerárias sustentáveis minimizam esses problemas por meio de uma estrutura isolante, que impede a liberação de necrochorume e capta o biogás gerado na decomposição, com potencial de conversão em energia elétrica utilizável no próprio cemitério ou em seu entorno. Do ponto de vista científico, o estudo amplia as discussões sobre sustentabilidade em setores ainda pouco explorados, reforçando a integração entre engenharia, políticas públicas e

DOI: 10.51189/vii-coninters/90178

gestão ambiental. Conclui-se que repensar práticas tradicionais, como o sepultamento convencional, é fundamental para a construção de um modelo de desenvolvimento mais sustentável, em que inovação e sustentabilidade caminham juntas.

REFERÊNCIAS

BURNLEY, S. The impact of the European landfill directive on waste management in the United Kingdom. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 32, n. 3-4, p. 349-358, 2001. DOI: 10.1016/S0921-3449(01)00074-X. Disponível em: https://doi.org/10.1016/S0921-3449(01)00074-X. Acesso em: 1 set. 2026.

CANAAN, V. S. et al. Alternativas para cemitérios sustentáveis: uma análise de patentes. *Revista Sociedade Científica*, v. 8, n. 1, p. 1884-1902, 2025. DOI: 10.61411/rsc2025112218. Disponível em: https://doi.org/10.61411/rsc2025112218. Acesso em: 1 set. 2026.

CINAR, S. O. et al. Long-term assessment of temperature management in an industrial scale biogas plant. *Sustainability*, v. 14, n. 2, art. 612, 2022. DOI: 10.3390/su14020612. Disponível em: https://doi.org/10.3390/su14020612. Acesso em: 1 set. 2026.

EBERHARDT, F. L. M.; MANTOVANELI JUNIOR, O. A implementação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) nos municípios brasileiros: uma análise do projeto Localizando os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) no Brasil. *Desenvolvimento em Questão*, v. 22, n. 60, e15137, p. 1-23, 2024. DOI: 10.21527/2237-6453.2024.60.15137. Disponível em: https://doi.org/10.21527/2237-6453.2024.60.15137. Acesso em: 1 set. 2026.

FARIAS, M. E. A. C. de; MARTINS, M. de F.; CÂNDIDO, G. A. Agenda 2030 e energias renováveis: sinergias e desafios para alcance do desenvolvimento sustentável. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 17, e13101723867, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i17.23867. Disponível em: https://doi.org/10.33448/rsd-v10i17.23867. Acesso em: 1 set. 2026.

FERREIRA, T. C. et al. Análise dos impactos e potencial de danos da composição e percolação do necrochorume no solo. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n. 3, p. 25094-25112, 2021.

FUNERÁRIA SANTA CASA 24H. Fabricação de caixão: você sabe como esse artefato é feito? [S. l.], [s. d.]. Disponível em: https://funerariasantacasa24h.com.br/fabricacao-de-caixao/. Acesso em: 22 mar. 2026. GIL, A.

C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GOELZER, D. P.; CARVALHO, T. S. Contaminação de águas subterrâneas por necrochorume. *Revista Foco*, Curitiba, v. 16, n. 6, e2231, p. 1-16, 2023. DOI: 10.54751/revistafoco.v16n6-059. Disponível em: https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n6-059. Acesso em: 1 set. 2026.

KEMERICH, P. D. da C. et al. A questão ambiental envolvendo os cemitérios no Brasil. *Revista Monografias Ambientais*, Santa Maria, v. 13, n. 5, p. 3777-3785, 2014. DOI: 10.5902/2236130814506. Disponível em: https://doi.org/10.5902/2236130814506. Acesso em: 1 set. 2026.

MATIELLO, S. Avaliação da eficiência de um filtro de adsorção com carvão ativado na purificação de biogás proveniente da fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos. 2017. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2017. Disponível em: https://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/2190. Acesso em: 1 set. 2026.

MENEZES, A. S. et al. Resíduos dos cemitérios: contaminação ambiental e saúde pública. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AMBIENTAL, 9.; ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDANTES DE ENGENHARIA AMBIENTAL, 15.; FÓRUM LATINO-AMERICANO DE ENGENHARIA E SUSTENTABILIDADE, 3., 2017, Belo Horizonte. Anais [...]. São Paulo: Blucher, 2017. v. 4, n. 2, p. 1305-1316. DOI: 10.5151/xveneeamb-132. Disponível em: https://doi.org/10.5151/xveneeamb-132. Acesso em: 1 set. 2026.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs. Acesso em: 1 set. 2026.

OLIVEIRA, H. R. et al. New insights into the factors influencing methanogenic pathways in anaerobic digesters. *Anaerobe*, v. 91, art. 102925, 2025. DOI: 10.1016/j.anaerobe.2024.102925. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.anaerobe.2024.102925. Acesso em: 1 set. 2026.

PACHECO, A. Os cemitérios e o ambiente. *Conselho em Revista*, v. 3, n. 24, p. 30, 2006. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/002170578. Acesso em: 1 set. 2026.

RÊGO, A. T. A. do et al. Potencial de contaminação hídrica por necrochorume na cidade de Mossoró-RN. *Brazilian Geographical Journal*, Ituiutaba, v. 12, n. 1, p. 94-108, jan./jun. 2021. DOI: 10.14393/BGJ-v12n1-a2021-59973. Disponível em: https://doi.org/10.14393/BGJ-v12n1-a2021-59973. Acesso em: 1 set. 2026.

SANTOS, I. de O.; COSTA, G. H. G.; FERREIRA, O. E. Biogás: uma revisão sobre as vantagens de seu aproveitamento energético. *AMBCIÊNCIAS – Revista Brasileira de Tecnologia, Educação e Ciências Ambientais*, v. 2, n. 1, p. 27-35, 2023. Disponível em: https://revista.uemg.br/ambciencias/article/view/7509. Acesso em: 1 set. 2026.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ESG NOS MUNICÍPIOS: SUSTENTABILIDADE, GOVERNANÇA E DESENVOLVIMENTO LOCAL

FABIO JOSE SILVA E SILVA

Introdução: O ESG tornou-se um dos principais pilares para a construção de sociedades mais sustentáveis, transparentes e socialmente responsáveis. Os munícipios possuem papel estratégico na implementação de políticas públicas voltadas à preservação ambiental, inclusão social e fortalecimento da Governança administrativa. A adoção do ESG pelos municípios contribui para melhorar a qualidade de vida da população, atrair investimentos, fortalecer a credibilidade institucional e promover o desenvolvimento sustentável local. **Objetivo:** Analisar a importância da implementação das práticas ESG nos municípios, destacando seus impactos positivos na gestão pública, no desenvolvimento sustentável e na melhoria da qualidade de vida da população. **Relato de Caso/Experiência:** Demonstrar como os pilares do ESG (Ambiental, Social e de Governança), podem ser aplicados na administração pública municipal por meio de políticas públicas eficientes, transparentes e sustentáveis. Observa-se como exemplo prático a experiência de munícipios brasileiros que adotaram iniciativas alinhadas aos princípios ESG. Eixo Ambiental (E): Municípios investindo em programas de coleta seletiva, reflorestamento urbano, educação ambiental nas escolas e incentivo à energia limpa. Ações que contribuem diretamente para a preservação dos recursos naturais e para a redução dos impactos ambientais. No aspecto Social (S): Projetos de inclusão social, fortalecimento da educação pública, programa de geração de renda, apoio à agricultura familiar e melhorias nos serviços de saúde. Tais iniciativas promovem dignidade, reduzem desigualdades e fortalecem o desenvolvimento humano. Já no campo da Governança (G): Transparência pública por meio de portais eletrônicos, audiências públicas, participação popular no orçamento municipal, mecanismos de controle interno e compliance na administração pública. Práticas que fortalecem a ética, reduzem riscos de corrupção e aumentam a confiança da população na gestão municipal. Já existem municípios que enfrentam desafios relacionados ao desmatamento e às queimadas na Amazônia, mas vêm desenvolvendo ações sustentáveis voltadas à preservação e ao desenvolvimento econômico responsável, protegendo a floresta e gerando emprego e renda. **Conclusão:** A adoção das práticas ESG permite aos municípios desenvolver políticas públicas mais humanas, transparentes e comprometidas com as futuras gerações. Fortalece a relação entre governo e sociedade, amplia a confiança institucional e contribui para o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: **SUSTENTABILIDADE; ESG; POLÍTICA PUBLICA MUNICIPAL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90179

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

EVENTOS TECNOLÓGICOS E IMPACTO HOTELEIRO: O CASO LATINOWARE

BILL EGLINTON FLORES MARICAHUA; WELLINGTON LUCIANO DOS SANTOS; EDUARDA MOURA QUEIROZ

RESUMO

Foz do Iguaçu é a cidade-sede de um dos maiores eventos de software livre da América Latina, o Congresso Latino-americano de Software Livre e Tecnologias Abertas (Latinoware). A realização do evento contribui para a manutenção e o fortalecimento do ecossistema turístico local, ao estimular a demanda por serviços de hospedagem, especialmente em um município cuja economia é fortemente dependente do fluxo turístico associado às Cataratas do Iguaçu e à tríplice fronteira. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo identificar os impactos do evento sobre a ocupação hoteleira do município e estimar os retornos econômicos associados à sua realização, contribuindo para a compreensão do papel do turismo de eventos como vetor de desenvolvimento econômico regional. Para isso, emprega-se um modelo que combina mecanismos determinísticos com técnicas econométricas baseadas na análise de dados em painel, com efeitos fixos, utilizando informações fornecidas pela Secretaria Municipal de Turismo de Foz do Iguaçu referentes à taxa de ocupação hoteleira ao longo de múltiplos anos, com distinção entre períodos com e sem a realização do Latinoware. Neste sentido, os resultados indicam uma relação estatisticamente significativa entre a realização do evento e o aumento da taxa de ocupação hoteleira, evidenciando um comportamento consistentemente distinto das médias observadas em períodos sem a ocorrência do evento. Tais achados reforçam a relevância dos dados e da aplicação de métodos para elaboração e avaliação de ações de impacto que condizem com a estrutura econômica do município e que podem servir de base para efetivação de políticas voltadas a fomentar eventos técnico-científicos e, a partir disso, utilizar de análises econômicas para refletir os resultados alcançados e garantir tomada de decisão baseada em dados.

Palavras-chave: Dados em painel; Ocupação hoteleira; Turismo de eventos.

1 INTRODUÇÃO

Foz do Iguaçu consolidou-se, nas últimas décadas, como um dos principais destinos turísticos do Brasil, resultado da combinação entre atrativos naturais de reconhecimento internacional e uma estrutura diversificada de serviços turísticos, que abrange hospedagem, eventos e atividades de lazer. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, o município possui aproximadamente 285.415 habitantes segundo último Censo de 2022 (IBGE, 2025), e está inserido em uma região de tríplice fronteira, fazendo divisa com o Paraguai, por meio de Ciudad del Este, e com a Argentina, através de Puerto Iguazú, segundo a Secretaria Municipal de Turismo de Foz do Iguaçu (2025). Essa configuração geográfica confere ao município um papel estratégico no turismo regional e internacional. O município é a principal atração turística do Estado do Paraná e uma das mais relevantes do país figurando ainda entre as três cidades brasileiras mais visitadas por turistas estrangeiros. No segmento de eventos, Foz do Iguaçu tem ampliado sua projeção internacional, sendo reconhecida como um dos destinos brasileiros mais procurados para a realização de eventos internacionais, conforme apontado pela International Congress and Convention Association (ICCA) (EMBRATUR, 2026).

DOI: 10.51189/vii-coninters/90187

Nesse contexto, ganha destaque o Congresso Latino-americano de Software Livre e Tecnologias Abertas (Latinoware), uma das mais tradicionais conferências de tecnologia, software livre e inovação da América Latina, realizada de forma contínua há mais de duas décadas no município de Foz do Iguaçu (LATINOWARE, 2025; ITAIPU PARQUETEC, 2024). O evento, que teve sua primeira edição em 2004, reúne pesquisadores, profissionais do setor tecnológico, estudantes e representantes de instituições públicas e privadas, além de palestrantes nacionais e internacionais, consolidando-se como um importante vetor de atração de visitantes qualificados e de difusão do conhecimento tecnológico (ITAIPU PARQUETEC, 2024). Na edição mais recente, o Latinoware contou, em média, com cerca de 1.600 participantes diariamente em seus 3 dias de duração, conforme informações institucionais divulgadas pela organização do evento. Contudo, esse quantitativo tende a ser subestimado, uma vez que parte do público que participou do Festival Iguassu Inova (realizado de forma integrada ao calendário do Itaipu Parquetec), também frequentou atividades do Latinoware, o que dificulta a separação precisa dos públicos e impõe desafios metodológicos à mensuração isolada de seus impactos econômicos (ITAIPU PARQUETEC, 2024; Wojciechowski, 2025).

Apesar da relevância econômica dos eventos realizados no município, especialmente aqueles promovidos no âmbito do Itaipu Parquetec em conjunto com a Itaipu Binacional, observa-se uma lacuna na mensuração sistemática de seus efeitos sobre a economia local. Diante desse cenário, o objetivo deste artigo é mensurar o impacto médio do evento Latinoware sobre o percentual de ocupação hoteleira em Foz do Iguaçu, por meio da utilização de dados em painel referentes à taxa média de ocupação dos hotéis, cujas identidades são preservadas por meio de anonimização. Ressalta-se que, nos dois últimos anos (2024, 2025) o Latinoware foi realizado de forma unificada com outros eventos através do Festival Iguassu Inova, o que exige uma abordagem analítica cuidadosa para evitar a superestimação de seus impactos isolados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho fundamentou-se em revisões bibliográficas, adotando a perspectiva da pesquisa exploratória, de caráter quantitativo e qualitativo. A base de dados foi cedida pela Secretaria de Turismo de Foz do Iguaçu, com identificações dos hotéis anonimizadas, e médias mensais de ocupação por hotel e categoria. Para o tratamento e a interpretação dos dados, utilizaram-se softwares de cálculo em planilha, como o Microsoft Excel, e o RStudio. Quanto ao modelo econométrico, optou-se pela utilização do painel de Efeitos Fixos (FE) (Arellano, 2004). O modelo de efeitos fixos possibilita o controle da heterogeneidade não observada invariável no tempo mediante interceptos específicos para cada unidade de análise, garantindo estimadores consistentes mesmo na presença de correlação entre os efeitos individuais e os regressores. Neste sentido, baseados na equação padrão, após estabelecer as características do modelo de efeitos fixos, a equação estimada foi a seguinte:

$$ocupacao_{it} = \beta_1 evento_{it} + \beta_2 altatemporada_{it} + \beta_3 feriadoprolongado_{it} + \beta_4 pandemia_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Na equação estimada, as variáveis são descritas da seguinte forma: a variável dependente $ocupacao_{it}$ representa a taxa de ocupação hoteleira do hotel i no período t. Por outro lado, $evento_{it}$ é uma variável binária que considera o valor 1 em períodos em que ocorre o evento Latinoware, 0 nos outros períodos. Desta forma, se captura o efeito médio do evento na ocupação hoteleira, desconsiderando a sua influência nas outras variáveis do modelo. Além disso, inclui-se, $feriadoprolongado_{it}$ como uma variável dummy que assume valores de 1 quando se tem feriados prolongados e 0 nos demais casos. Por fim, $pandemia_{it}$ foi incluída para controle de períodos pandêmicos.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90187

A estimativa foi realizada por meio do estimador within, caracterizado pela utilização exclusiva da variação observada dentro de cada hotel ao longo do tempo (Baltagi, 2005). Dessa forma, elimina-se o efeito individual α_i, como pode ser observado na equação 1, possibilitando a obtenção de estimadores consistentes mesmo quando esse efeito se encontra correlacionado com as variáveis regressoras. Para as equações estimadas neste trabalho, os coeficientes das variáveis dummy são determinados pela variação observada dentro de cada hotel ao longo do tempo. Isso significa que são utilizadas diferenças intraunidade para inferir o efeito das variáveis regressoras (Baltagi, 2005). Assim sendo, os efeitos marginais estimados encontram-se condicionados aos efeitos individuais, sendo interpretados a partir de comparações do mesmo hotel em diferentes circunstâncias ao longo do tempo (Cameron; Trivedi, 2005).

Por sua vez, para robustez do modelo (Angrist; Pischke, 2009), optou-se por aplicar testes para validar a eficácia em relação a outras estruturas de modelagem econométrica. Os principais testes aplicados foram: Teste de Hausman, Breusch-Pagan, Wooldridge e Pesaran CD. O Teste de Hausman auxilia na verificação do modelo adequado de regressão a ser utilizado, entre efeitos fixos (FE) e efeitos aleatórios, conforme destacado por Meneghini e Lana (2024). No caso, do teste Breusch-Pagan foi utilizado para avaliar o comportamento da variância do efeito fixo (Rigo Guasti; Bertholini Pianca, 2022; Gujarati; Porter, 2011). Por outro lado, para verificar a presença de autocorrelação serial nos resíduos, aplicou-se o teste de Wooldridge (Wooldridge, 2010), uma vez que esse procedimento exige menos pressupostos acerca da dinâmica dos efeitos individuais heterogêneos. O teste Pesaran CD (Cross-sectional Dependence) consiste em avaliar a existência de dependência entre as unidades de corte transversal, neste caso, entre os hotéis e os eventos. Dessa forma, choques ou fatores que influenciam o comportamento de uma unidade podem também impactar as características das demais unidades que compõem o painel.

No que se refere aos dados e aos procedimentos de tratamento adotados, realizou-se o cálculo de médias por categoria hoteleira, considerando também os respectivos anos e tipos de estabelecimentos. Esse procedimento foi adotado com o objetivo de garantir maior solidez e comparabilidade das observações no painel, reduzindo os vieses associados à sub-representação de determinadas categorias em anos específicos. Nesse contexto, optou-se pela utilização de uma estrutura de dados em painel não balanceado, de modo a preservar a consistência interna das estimações associadas ao modelo de efeitos fixos (FE) (Hsiao, 2022).

Com isso, reduziram-se as perdas amostrais e ampliou-se a capacidade explicativa do modelo. Ademais, Karavias, Tzavalis e Zhang (2022) argumentam que a presença de dados ausentes constitui um fenômeno recorrente em pesquisas aplicadas com dados em painel. Assim, o balanceamento artificial do painel, mediante a exclusão de unidades para adequação a um período temporal comum entre todos os elementos de análise, mostra-se metodologicamente custoso, uma vez que implica perda de informações relevantes para a análise dos dados. Quanto às variáveis analisadas, optou-se pela utilização das taxas médias por três razões principais: a possibilidade de comparabilidade temporal, a síntese do desempenho do setor e a relevância econômica associada à obtenção de informações sobre a capacidade de resposta das empresas hoteleiras em períodos de alta e baixa demanda

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base no período de cinco anos analisado, identificou-se a presença de um número de hotéis que variou entre 111 e 136 unidades, havendo, em determinados anos, baixa representatividade em algumas categorias específicas, como “Diária R$ 501 a R$ 1000” e “Diária R$ 1001 ou acima” que foram adicionadas a partir de 2025. Diante disso, as análises subsequentes foram conduzidas a partir das médias calculadas para essas categorias, considerando seus respectivos anos e estabelecimentos, conforme delineado na seção de metodologia.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90187

Nesse sentido, a dimensão temporal foi definida para cada unidade de observação com a finalidade de garantir que os estabelecimentos fossem considerados ao longo dos diferentes períodos analisados (Favero; Belfiore, 2024). Assim, o total de hotéis presentes na amostra não permaneceu constante ao longo do período estudado, em razão das mudanças na oferta hoteleira, envolvendo processos de entrada e saída de estabelecimentos, bem como a reclassificação de categorias ao longo do tempo, sendo assim, o número de hotéis considerados na análise correspondeu a 111 em 2021, 118 em 2022, 130 em 2023, 136 em 2024 e 126 em 2025.Desse modo, optou-se pela manutenção das unidades com informações incompletas, considerando que, para o método adotado, esse procedimento mostrou-se o mais adequado para preservar a significância e a consistência da amostra em cada período analisado.

Outro aspecto diz respeito à distribuição das diárias ao se considerar o conjunto de anos analisados. Observa-se que os valores se concentram predominantemente em quartos com diárias entre 200 e 300 reais (2.279 ocorrências), o que não indica, necessariamente, maior volume de hóspedes nessas categorias, mas sim uma consistência dessas faixas tarifárias ao longo do período para um número significativo de hotéis. A partir da análise das categorias e de suas respectivas distribuições ao longo dos anos, calcularam-se as médias de ocupação para cada intervalo temporal. Nesse contexto, após os períodos pandêmicos, identificaram-se taxas médias de ocupação que variaram entre 65% (2023) e 67% (2025), ao considerar as categorias de forma agregada. Já durante os anos de pandemia em que os hotéis permaneceram em funcionamento, os valores médios situaram-se entre 34,8% (2021) e 56,8% (2022).

A análise dos valores médios, segmentada por período e pela realização do Latinoware, evidencia uma quebra da tendência sazonal nos meses de baixa temporada. Embora historicamente associados a menores níveis de demanda, esses meses apresentam, durante a realização do evento, médias que, em alguns casos, superam as observadas na alta temporada O resultado reforça a relevância do Latinoware para a redução da sazonalidade e a dinamização do setor hoteleiro e de atividades correlatas, como hospedagem, alimentação, transporte e comércio local (Marques Poubel, 2023, p. 6).

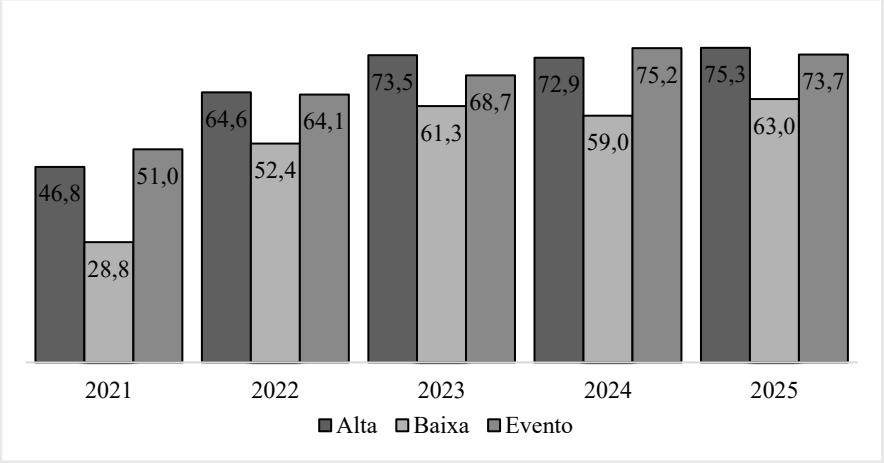


Gráfico 1 – Média (%) das médias da ocupação por ano e período
Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da Secretaria de Turismo de Foz do Iguaçu (2025).

Além dos valores anuais, foram calculadas as médias mensais de ocupação do conjunto de hotéis. A comparação entre anos com e sem a realização do Latinoware evidencia diferenças de até 11% na taxa de ocupação nos mesmos meses, reforçando os indícios de influência do evento sobre a demanda hoteleira. Esse resultado é corroborado pela modelagem, que estima um aumento médio de 10,5% na ocupação de um mesmo estabelecimento durante a realização do evento, em consonância com a literatura sobre *demand compression* (Lin; Chen; Song, 2025). O resultado sugere, portanto, um efeito positivo do evento sobre a ocupação hoteleira, mesmo considerando as características específicas dos estabelecimentos ao longo do tempo

DOI: 10.51189/vii-coninters/90187

(Baltagi, 2005). A alta temporada apresenta acréscimo de aproximadamente 12% na ocupação em relação à baixa temporada, evidenciando a forte sazonalidade do destino. Os feriados prolongados também apresentam efeito positivo, de cerca de 2%, indicando elevações pontuais da demanda. Em contraste, a variável associada à pandemia apresenta efeito negativo de aproximadamente 16%, refletindo a redução da demanda decorrente das restrições de mobilidade e da queda nas viagens (Deb; Ahmed, 2022).

Tabela 1 – Estimativas do modelo Efeitos fixos

Variável	Estimativa	Erro Padrão	Estatística t	Pr(>|t|)	R^2 /R^2 ajust	Est F/ p-valor
evento	0,104643	0,008009	13,0651	< 2.2e-16		
alta_temporada	0,119914	0,005789	20,7153	< 2.2e-16	0,2399/ 0,21857	427.346/ <2,22e-16
ferprol	0,019983	0,005575	3,5841	0.0003413		
pand	-0,16305	0,004811	-33,889	< 2.2e-16		

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados da Secretaria de Turismo de Foz do Iguaçu (2025).

Em suma, sob a perspectiva estatística, todos os coeficientes estimados se mostram altamente significativos, uma vez que as estatísticas *t* apresentam elevada magnitude e os p-valor são inferiores a 0,001. Foi realizado o teste *F* do modelo de efeitos fixos, a qual se revelou consideravelmente elevada e associada a p-valor praticamente nulos. Esse resultado permite rejeitar a hipótese nula de que todas as variáveis explicativas apresentam coeficientes estatisticamente iguais a zero (Wooldridge, 2010). Em consequência, o conjunto de variáveis selecionadas para o modelo apresenta relevante poder explicativo sobre a taxa média de ocupação, mesmo após o controle da heterogeneidade individual não observada. O coeficiente de determinação R^2 *within*, em torno de 0,24, indica que, nos modelos de painel com efeitos fixos, parte substancial da variação da $ocupacao_{it}$ em torno das médias individuais é explicada pelas variáveis regressoras. Assim, aproximadamente um quarto da variação intra-hotel da ocupação média é explicado pelas variáveis evento, alta temporada, feriado prolongado e pandemia, as quais, em conjunto, influenciam a dinâmica da demanda por hospedagem.

4 CONCLUSÃO

Os resultados empíricos obtidos a partir do modelo de dados em painel com efeitos fixos indicam que a realização do Latinoware está associada a um aumento médio de aproximadamente 10,5 % na taxa de ocupação hoteleira para um mesmo hotel, quando comparado a períodos de não realização do evento, após o controle das características não observáveis e invariantes no tempo de cada unidade. Esta abordagem foi implementada em razão de uma limitação estrutural dos dados disponibilizados pela Secretaria Municipal de Turismo tais como as informações individuais dos hotéis e não estavam desagregadas por categoria e características específicas ao longo de cada período avaliado, assim, as médias mensais por categoria se apresentaram como uma unidade de observação mais controlável para garantir a comparabilidade temporal e a robustez do modelo. Neste sentido, o coeficiente estimado reflete o comportamento médio do setor por categoria, mas não de forma individual para cada estabelecimento. Assim sendo, o aumento médio indica um impacto na demanda por hospedagem durante o período do evento, reforçando seu papel como indutor de atividade econômica local, especialmente no setor hoteleiro (Bowdin *et al*., 2024). De forma complementar, os efeitos positivos associados à alta temporada e aos feriados prolongados, bem como o efeito negativo expressivo da pandemia, são coerentes com a dinâmica do turismo em Foz do Iguaçu e reforçam a consistência econômica dos coeficientes estimados.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90187

Do ponto de vista econômico, os resultados reforçam o argumento de que os eventos influenciam a estrutura e dinâmica do setor hoteleiro local para além da geração de receita. Portanto, ao redistribuir uma parte da demanda ao longo do ano, eventos como o Latinoware contribuem para diminuir a sazonalidade e ajudam a estabilizar os níveis de ocupação em períodos de baixo fluxo e ampliam o efeito multiplicador sobre outras atividades econômicas tais como hospedagem, alimentação, transporte e comércio local (Marques Poubel, 2023). Nesse sentido, recomenda-se a ampliação das pesquisas sobre o tema a partir da utilização de dados com maior nível de granularidade, especialmente voltados à análise das taxas de ocupação em períodos diários. Além disso, o presente estudo apresenta a limitação de não contemplar informações referentes aos valores das diárias e à quantidade de hóspedes, considerando que o percentual de ocupação de cada hotel não corresponde, necessariamente, ao percentual absoluto de quartos disponíveis. Entretanto, este trabalho busca contribuir para uma abordagem mais sistemática da demanda hoteleira de Foz do Iguaçu e de seu comportamento diante de eventos como o Latinoware.

REFERÊNCIAS

ANGRIST, J. D.; PISCHKE, J.-S. **Mostly Harmless Econometrics: an empiricist's companion**. 1. ed. New Jersey: Princeton University Press, 2009.

ARELLANO, M. **Panel Data Econometrics**. 1. ed. Oxford: Oxford University Press, 2004.

BALTAGI, B. H. **Econometric Analysis of Panel Data**. 3. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2005.

BOWDIN, G. A. J.; ALLEN, J.; HARRIS, R.; JAGO, L.; O'TOOLE, W.; MCDONNELL, I. **Events Management**. 4. ed. London: Routledge, 2024.

CAMERON, C. A.; TRIVEDI, P. K. **Microeconometrics: methods and applications**. Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

DEB, S. K.; AHMED, Z. **Managing post Covid-19 crisis in the tourism and hospitality sector through sustainable recovery strategies**. GeoJournal of Tourism and Geosites, v. 43, n. 3, 2022.

EMBRATUR. **Brasil sobe duas posições e fica em 13º entre os principais destinos do mundo para eventos internacionais no Ranking ICCA 2025**. Brasília, 2026. Disponível em: https://embratur.com.br/2026/05/19/brasil-sobe-duas-posicoes-e-fica-em-13o-entre-os-principais-destinos-do-mundo-para-eventos-internacionais-no-ranking-icca-2025/. Acesso em: 20 maio 2026.

FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. **Manual de análise de dados: estatística e machine learning com Excel, SPSS, Stata, R e Python**. Rio de Janeiro: LTC, 2024.

GUJARATI, D. N.; PORTER, D. C. **Econometria básica**. 5. ed. Porto Alegre: AMGH, 2011.

HSIAO, C. **Analysis of Panel Data**. 4. ed. Cambridge: Cambridge University Press & Assessment, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Foz do Iguaçu (PR) – Cidades e Estados**. Rio de Janeiro: IBGE, [s.d.]. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pr/foz-do-iguacu.html. Acesso em: 31 dez. 2025.

ITAIPU PARQUETEC. **Latinoware volta a ser realizado no Itaipu Parquetec; inscrições estão abertas**. Foz do Iguaçu, 31 out. 2024. Disponível em: https://www.itaipuparquetec.org.br/latinoware-volta-a-ser-realizado-no-itaipu-parquetec-inscricoes-estao-abertas/. Acesso em: 22 maio 2026.

KARAVIAS, Y.; TZAVALIS, E.; ZHANG, H. **Missing values in panel data unit root tests**. Econometrics, v. 10, n. 12, p. 2-11, 2022.

LATINOWARE. **Histórico e informações institucionais do evento**. Foz do Iguaçu, 2024. Disponível em: https://latinoware.org/boas-vindas/. Acesso em: 31 dez. 2025.

LIN, G.; CHEN, J. L.; SONG, H. **The heterogeneity of hotel demand curves across consumers and contexts**. Journal of Hospitality & Tourism Research, v. 49, p. 1241-1255, 2025. DOI: https://doi.org/10.1177/10963480241271307.

MARQUES POUBEL, V. **A importância do setor de eventos para a economia do município de Barra de São Francisco**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso – Instituto Federal do Espírito Santo, Barra de São Francisco, 2023. Disponível em: https://repositorio.ifes.edu.br/items/05757bde-91e5-42e8-bb46-0909731cfadd. Acesso em: 20 maio 2026.

MENEGHINI, E. M. P.; LANA, J. **Pensata: escolhendo entre efeitos fixos e aleatórios na análise de dados em painel**. Internext, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 16-23, jan./abr. 2024. DOI: https://doi.org/10.18568/internext.v19i1.768.

RIGO GUASTI, F.; BERTHOLINI PIANCA, O. J. **Efeito dos indicadores econômico-financeiros no preço das ações de empresas listadas na B3**. Revista Pretexto, Belo Horizonte, v. 23, n. 4, p. 9-32, 2022. Disponível em: https://revista.fumec.br/index.php/pretexto/article/view/8582. Acesso em: 08 set. 2026.

SECRETARIA MUNICIPAL DE TURISMO DE FOZ DO IGUAÇU. **Pesquisa de caracterização da demanda turística de Foz do Iguaçu – 2024/2025**. Foz do Iguaçu: Destino do Mundo, 2025. Disponível em: https://www.destino.foz.br/membros/pesquisa-de-caracterizacao-da-demanda-turistica-de-foz-do-iguacu-2024-2025/. Acesso em: 1 jan. 2026.

WOJCIECHOWSKI, G. **Veja um resumo do que rolou na edição 2025 do Festival Iguassu Inova**. H2FOZ, Foz do Iguaçu, 28 out. 2025. Disponível em: https://www.h2foz.com.br/planeta-foz/foz-o-que-fazer/balanco-festival-iguassu-inova-2025/. Acesso em: 22 maio 2026.

WOOLDRIDGE, J. M. **Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data**. 2. ed. Cambridge: The MIT Press, 2010.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ENTRE FIOS E ESCOLHAS: CROCHÊ, CONSUMO E SUSTENTABILIDADE

FRANCISCO DIOGO PESSOA MARTINS; FRANCICLEZIA DE SOUSA BARRETO SILVA

Introdução: Produzir mais e descartar rápido marcou a sociedade de consumo atual. Uma sociedade caracterizada pela renovação constante de bens e pela criação de desejos e necessidades, o que contribui para ciclos cada vez mais curtos entre compra, uso e descarte. Na moda, o *fast fashion:* a produção corre veloz e as peças mudam a todo momento. Pensar a sustentabilidade diante desse cenário exige discutir não apenas o que é consumido, mas também as formas de produção e as relações com os bens. É diante desse debate que o fazer artesanal aparece como alternativa, porque permite refletir sobre o tempo de produção, a habilidade manual, a durabilidade dos produtos e a relação do trabalhador com o que ele produz. **Objetivo:** Refletir sobre as relações entre crochê, consumo consciente e sustentabilidade, considerando as particularidades do fazer artesanal diante da lógica do consumo rápido e da cultura do descarte. **Metodologia:** Trata-se de uma pesquisa qualitativa, caracterizada como exploratória-descritiva, desenvolvida por meio de pesquisa bibliográfica e documental. A análise envolve discussões sobre sociedade de consumo, consumo rápido, trabalho artesanal e sustentabilidade, procurando identificar como o crochê se aproxima de formas mais conscientes de produzir e consumir. **Resultados:** O crochê apresenta características que permitem relacioná-lo à sustentabilidade, como a valorização do trabalho manual e do tempo despendido na produção, a durabilidade das peças e a possibilidade de utilizar materiais reaproveitados na confecção das peças. Essas características diferenciam-se da lógica do consumo rápido, em que a produção acelerada e a renovação constante dos produtos encurtam o intervalo entre a compra e o descarte. Isso não significa, porém, que toda produção artesanal seja sustentável. É preciso considerar a origem dos materiais, as condições de produção, a durabilidade das peças e as próprias formas de consumo. **Conclusão:** O crochê permite olhar a sustentabilidade para além do descarte. Coloca em evidência o tempo da produção, o trabalho envolvido, a durabilidade das peças e a relação estabelecida com aquilo que se produz e se consome, abrindo espaço para outras formas de pensar a produção e o consumo no mundo contemporâneo.

Palavras-chave: **CULTURA DO DESCARTE; PRODUÇÃO CONSCIENTE; PRODUÇÃO ARTESANAL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90200

GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E SUSTENTABILIDADE NO SETOR PÚBLICO: EXPERIÊNCIA DO DEPARTAMENTO DE ESTRADAS DE RODAGEM DA PARAÍBA

CAIO CÉZAR AQUINO DE FREITAS; SUÉLLY DA SILVA JACOB; DIEGO DO VALE OLIVEIRA; MARCELO DUARTE GUILHERME ESTRELA

RESUMO

A gestão adequada de resíduos sólidos constitui uma demanda crescente para instituições públicas, especialmente diante das exigências relacionadas à sustentabilidade, ao uso racional de recursos e ao cumprimento de diretrizes ambientais. Este estudo teve como objetivo analisar a implantação e os resultados do Programa Institucional "Gestão de Resíduos Sólidos – Juntos pelo Cuidado com o que é Nosso", desenvolvido na sede administrativa do Departamento de Estradas de Rodagem da Paraíba (DER-PB), considerando os procedimentos de segregação, coleta seletiva, armazenamento, destinação, logística reversa, educação ambiental e monitoramento adotados pela instituição. A pesquisa foi desenvolvida como estudo de caso descritivo, com base em análise documental dos registros institucionais produzidos pelo DER-PB e reunidos para a submissão da iniciativa ao Programa de Certificação ODS – Ciclo 2026. A implantação do programa teve início com o diagnóstico dos resíduos gerados, seguido pela instalação de coletores específicos, criação de baias para armazenamento temporário, realização de ações educativas e definição dos fluxos de destinação. Os materiais recicláveis passaram a ser encaminhados à Associação de Catadores de Materiais Recicláveis Tribo de Judá, enquanto pilhas, baterias e lâmpadas foram destinadas a pontos de coleta vinculados à logística reversa. No período analisado, foram encaminhados 9,82 m³ de materiais recicláveis, correspondentes a 81,83% da meta de 12 m³. Também foram elaborados três dos quatro relatórios técnicos previstos e realizadas duas ações de treinamento e sensibilização, atingindo, respectivamente, 75% e 100% das metas estabelecidas. Os resultados mostram a implantação de procedimentos permanentes de gerenciamento de resíduos na sede administrativa. O estudo apresentou limitações relacionadas ao número reduzido de indicadores e à ausência de dados comparativos anteriores à implantação. Recomenda-se ampliar o monitoramento, incorporar novos indicadores e acompanhar a expansão do programa para outras unidades do DER-PB.

Palavras-chave: Coleta Seletiva; Logística Reversa; Educação Ambiental.

1 INTRODUÇÃO

A gestão de resíduos sólidos ocupa espaço crescente nas discussões sobre sustentabilidade, sobretudo pelo aumento da geração de resíduos e pelos custos ambientais, sociais e econômicos associados ao manejo inadequado. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente projeta que os resíduos sólidos municipais poderão alcançar 3,8 bilhões de toneladas anuais até 2050 caso não sejam adotadas medidas urgentes de prevenção e gerenciamento (PNUMA, 2024). A redução da geração e o aproveitamento de materiais tornam-se, assim, componentes importantes das políticas voltadas ao uso responsável dos recursos.

No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos estabeleceu princípios, objetivos e instrumentos aplicáveis a geradores públicos e privados, com prioridade para não geração,

DOI: 10.51189/vii-coninters/90201

redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (Brasil, 2010). O Decreto nº 10.936/2022 regulamentou essa política e disciplinou mecanismos como coleta seletiva e logística reversa (Brasil, 2022). Apesar do marco normativo, a gestão brasileira ainda enfrenta dificuldades de governança, sustentabilidade financeira, integração entre agentes públicos e inclusão de catadores, conforme apontam Pimentel e Capanema (2025).

A realidade das instituições públicas merece atenção específica. Silva, Silva e Cavalcanti (2023), ao revisarem a produção científica sobre gerenciamento de resíduos em instituições públicas, identificaram baixa presença de estudos voltados diretamente a órgãos públicos, o que reforça a necessidade de documentar experiências concretas. Em outro contexto institucional, Cardoso, Silva e Lima (2023) analisaram a coleta seletiva no Centro Administrativo do Porto de Suape e destacaram a educação ambiental e a participação dos trabalhadores entre os componentes necessários ao funcionamento das ações de separação e reciclagem.

Nesse cenário está o Programa Institucional "Gestão de Resíduos Sólidos – Juntos pelo Cuidado com o que é Nosso", implantado em 2025 na sede administrativa do Departamento de Estradas de Rodagem da Paraíba. A iniciativa reúne diagnóstico dos resíduos, coletores seletivos, baias de armazenamento temporário, educação ambiental, logística reversa, monitoramento e parceria com a Associação de Catadores de Materiais Recicláveis Tribo de Judá. O programa vincula suas ações às metas 12.4, 12.5 e 12.8 do ODS 12, dedicado ao consumo e à produção responsáveis (ONU, 2015).

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar a implantação e os resultados do Programa Institucional "Gestão de Resíduos Sólidos – Juntos pelo Cuidado com o que é Nosso" na sede administrativa do DER-PB, considerando os procedimentos de segregação, coleta seletiva, armazenamento, destinação dos resíduos, logística reversa, educação ambiental e monitoramento adotados pela instituição, bem como sua relação com a Política Nacional de Resíduos Sólidos e com as metas 12.4, 12.5 e 12.8 do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12.

2 RELATO DE CASO

O presente estudo caracteriza-se como um estudo de caso descritivo, tendo como unidade de análise o Programa Institucional "Gestão de Resíduos Sólidos – Juntos pelo Cuidado com o que é Nosso", implantado pelo Departamento de Estradas de Rodagem da Paraíba (DER-PB). Segundo Gil (2022), o estudo de caso permite examinar de forma aprofundada uma unidade delimitada, possibilitando conhecimento detalhado sobre o objeto investigado. A iniciativa analisada teve início em 26 de junho de 2025, na sede administrativa do DER-PB, e foi posteriormente inscrita no Programa de Certificação ODS – Ciclo 2026.

A implantação iniciou-se com um diagnóstico dos resíduos gerados na sede administrativa, considerando os tipos de materiais, quantitativos, pontos de geração, formas de acondicionamento e necessidades de adequação da infraestrutura. A partir desse levantamento, foram definidos os locais para instalação dos coletores e as ações prioritárias. Posteriormente, foram implantados recipientes destinados à segregação de resíduos recicláveis, orgânicos, pilhas, baterias e outros materiais sujeitos à logística reversa, além de baias utilizadas para o armazenamento temporário dos materiais recicláveis.

As atividades compreenderam ainda campanhas educativas, distribuição de materiais informativos, orientações presenciais e capacitações relacionadas à segregação dos resíduos, ao consumo consciente e à redução do desperdício. Os materiais recicláveis separados nas dependências do DER-PB passaram a ser encaminhados à Associação de Catadores de Materiais Recicláveis Tribo de Judá, responsável pela coleta, triagem, classificação e

encaminhamento para reciclagem. Pilhas, baterias portáteis e lâmpadas foram destinadas aos pontos de coleta do Programa Reciclus localizados em João Pessoa.

A coleta das informações utilizadas neste estudo ocorreu por meio de análise documental dos registros institucionais reunidos pelo DER-PB para a submissão da iniciativa ao Programa de Certificação ODS – Ciclo 2026. Foram examinadas as etapas de implantação, os procedimentos executados e os indicadores de acompanhamento disponíveis. No período registrado, foram encaminhados 9,82 m³ de materiais recicláveis, elaborados três relatórios técnicos e realizadas duas ações de treinamento e sensibilização. Esses resultados corresponderam, respectivamente, a 81,83%, 75% e 100% das metas estabelecidas para os indicadores avaliados.

3 DISCUSSÃO

A implantação da coleta seletiva no DER-PB foi precedida por um diagnóstico dos resíduos gerados na sede administrativa, com identificação dos tipos, quantitativos, pontos de geração e formas de acondicionamento. Esse levantamento orientou a localização dos coletores e a definição das primeiras ações do programa. A experiência encontra paralelo na revisão de Silva, Silva e Cavalcanti (2023), que aponta o diagnóstico e o conhecimento dos fluxos de resíduos entre os elementos necessários ao planejamento de seu gerenciamento em instituições públicas, ainda pouco explorado de forma sistemática nesse segmento.

A organização da infraestrutura veio na etapa seguinte, com coletores para recicláveis, orgânicos, pilhas, baterias e outros materiais sujeitos à logística reversa, além de baias para armazenamento temporário. Cardoso, Silva e Lima (2023), ao estudarem a implantação da coleta seletiva no Centro Administrativo do Porto de Suape, também registraram a instalação de coletores após ações preparatórias e a existência de estrutura destinada à separação e ao acondicionamento dos materiais. A proximidade entre as experiências mostra a importância da estrutura física na passagem do planejamento para a rotina de segregação. Essa estrutura implantada pode ser observada na figura 1, que registra os coletores destinados à segregação dos resíduos na sede administrativa do DER-PB.

Figura 1 - Coletores destinados à segregação de resíduos na sede administrativa do DER-PB

DOI: 10.51189/vii-coninters/90201

A educação ambiental compôs a execução do programa por meio de campanhas, materiais informativos, orientações presenciais e capacitações sobre segregação, consumo consciente e redução do desperdício. Os trabalhadores terceirizados responsáveis pela limpeza e conservação receberam atenção específica devido à participação direta no manejo interno dos resíduos. Lacerda *et al*. (2024), em diagnóstico realizado em uma instituição pública de educação, apontam a educação ambiental como instrumento para sensibilização e formação dos sujeitos diante das práticas ambientais institucionais.

No período analisado, o DER-PB realizou as duas ações de treinamento e sensibilização previstas, alcançando integralmente a meta estabelecida para esse indicador. Resultado semelhante quanto à importância da sensibilização foi observado por Cardoso, Silva e Lima (2023), que trabalharam com palestras e oficinas antes da instalação dos coletores no Porto de Suape. No DER-PB, o cumprimento da meta reforça a inserção da educação ambiental entre as ações efetivamente executadas pelo programa.

A destinação dos recicláveis acrescentou a participação da Associação de Catadores de Materiais Recicláveis Tribo de Judá ao fluxo instituído pelo DER-PB. Após a segregação e o armazenamento, a associação realiza coleta, triagem, classificação e encaminhamento dos materiais para reciclagem. Freitas *et al*. (2024) situam os catadores dentro das discussões brasileiras sobre economia circular e chamam atenção para sua inclusão nas políticas voltadas à recuperação de materiais. Com essa parceria, os materiais separados na instituição seguem para triagem e encaminhamento à reciclagem por meio do trabalho realizado pelos catadores. A figura 2 apresenta um registro da retirada dos materiais recicláveis na sede administrativa do DER-PB.

Figura 2 - Coleta de materiais recicláveis na sede administrativa do DER-PB

Outro procedimento adotado envolve pilhas, baterias portáteis e lâmpadas, segregadas em recipientes específicos e encaminhadas a pontos oficiais de coleta do Programa Reciclus em João Pessoa. Medina Filho *et al*. (2024), em estudo sobre a Reciclus, identificaram dificuldades relacionadas ao controle dos materiais e à informação disponível para o descarte adequado de lâmpadas pós-consumo. Os autores ressaltam ainda os riscos associados ao descarte incorreto. A experiência do DER-PB apresenta uma resposta operacional a essa questão ao manter esses resíduos separados do fluxo comum e encaminhá-los ao sistema de logística reversa. Esse procedimento de destinação pode ser observado na Figura 3, que registra o encaminhamento de lâmpadas ao ponto de coleta do Programa Reciclus.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90201

Figura 3 - Destinação de lâmpadas ao ponto de coleta do Programa Reciclus

Os resultados dos indicadores permitem uma leitura quantitativa da execução do programa. Foram destinados 9,82 m³ de recicláveis, diante da meta de 12 m³, correspondendo a 81,83%. Também foram produzidos três dos quatro relatórios técnicos previstos e realizadas as duas ações de treinamento programadas, atingindo 75% e 100% das respectivas metas. Alcântara Filho, Pontes e Andriola (2024) tratam os indicadores de desempenho como instrumentos de acompanhamento da gestão de resíduos e destacam critérios como relevância e disponibilidade dos dados para sua composição. A estrutura utilizada para o acondicionamento desses materiais durante a execução do programa pode ser observada na figura 4.

Figura 4 - Armazenamento temporário de materiais recicláveis na sede do DER-PB

DOI: 10.51189/vii-coninters/90201

A experiência da Universidade Federal do Ceará analisada por Alcântara Filho, Pontes e Andriola (2024) resultou na validação de quinze indicadores, enquanto o acompanhamento realizado no DER-PB utilizou três. A instituição prevê ampliar esse monitoramento, incluindo medidas sobre volumes reciclados, redução dos resíduos encaminhados a aterros e participação dos colaboradores. Os novos indicadores poderão contemplar aspectos ainda não mensurados nesta etapa. O programa também se relaciona às metas 12.4, 12.5 e 12.8 do ODS 12, voltadas ao manejo adequado dos resíduos, à redução de sua geração e à conscientização ambiental (ONU, 2015).

A continuidade prevista inclui residências rodoviárias, oficinas, usinas de asfalto, terminais e outras unidades do DER-PB, além da criação de novos indicadores, adoção de compras públicas sustentáveis e redução do consumo de materiais. Pimentel e Capanema (2025) apontam que a gestão brasileira de resíduos ainda enfrenta dificuldades relacionadas à governança, à integração entre agentes públicos e à inclusão de catadores. Com a expansão do programa, será necessário acompanhar se os procedimentos adotados na sede conseguem ser mantidos nas diferentes unidades da Autarquia e se os novos indicadores permitem avaliar com maior precisão os resultados alcançados.

4 CONCLUSÃO

O estudo permitiu analisar a implantação e os resultados do Programa Institucional "Gestão de Resíduos Sólidos – Juntos pelo Cuidado com o que é Nosso", desenvolvido na sede administrativa do DER-PB. O percurso adotado incluiu diagnóstico dos resíduos, implantação de coletores, armazenamento temporário, ações educativas, logística reversa e destinação dos materiais recicláveis. A experiência mostrou que a gestão de resíduos foi incorporada às rotinas da instituição por meio de procedimentos definidos e ações de acompanhamento.

Os resultados obtidos indicaram o encaminhamento de 9,82 m³ de materiais recicláveis, equivalente a 81,83% da meta estabelecida. As duas ações de treinamento e sensibilização previstas foram realizadas, enquanto três dos quatro relatórios técnicos programados foram concluídos. A parceria com a Associação de Catadores Tribo de Judá integrou a destinação dos recicláveis ao trabalho de triagem e encaminhamento desses materiais. Pilhas, baterias e lâmpadas receberam fluxo específico por meio da logística reversa.

Algumas limitações precisam ser consideradas. A análise concentrou-se nos indicadores acompanhados durante o período estudado, sem dados comparativos anteriores à implantação do programa. Também não foram aplicados instrumentos específicos para medir mudanças de comportamento, redução do envio de resíduos a aterros ou impactos econômicos para os catadores. Por essa razão, essas dimensões não puderam ser avaliadas com a mesma precisão dos resultados quantitativos obtidos.

As próximas etapas podem ampliar o acompanhamento do programa e produzir evidências mais detalhadas sobre seus efeitos. A inclusão de novos indicadores, a comparação entre períodos e a avaliação da participação dos servidores e colaboradores podem aprofundar a análise. A expansão prevista para oficinas, terminais, residências rodoviárias, usinas de asfalto e outras unidades também permitirá verificar a aplicação do modelo em contextos distintos. Estudos futuros poderão acompanhar esse processo e observar a continuidade dos resultados ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA FILHO, José Aírton Gomes de; PONTES, Heráclito Lopes Jaguaribe; ANDRIOLA, Wagner Bandeira. Proposição e validação de indicadores voltados à gestão de

resíduos sólidos em instituições de ensino superior (IES). **Revista Eletrônica Acta Sapientia**, v. 11, n. 1, 2024.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2010.

BRASIL. **Decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022**. Regulamenta a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Brasília, DF: Presidência da República, 2022.

CARDOSO, Jailson Jorge; SILVA, Maria Cristina Basílio Crispim da; LIMA, Gustavo Ferreira da Costa de. Educação ambiental como instrumento para a implantação do projeto de coleta seletiva no Centro Administrativo do Porto de Suape – Pernambuco/Brasil. **Revista Foco**, Curitiba, v. 16, n. 9, e3209, p. 1-18, 2023.

FREITAS, Florence Cavalcanti Heber Pedreira de; ARAÚJO, Edgilson Tavares de; OLIVEIRA, Rodrigo Teles Dantas de; AMORIM, Rodrigo Mascarenhas. Regulação da economia circular e as contribuições da economia social e solidária para a inclusão de catadores de resíduos no Brasil. **Serviço Social em Revista**, v. 27, n. 1, p. 244-264, 2024.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. Barueri: Atlas, 2022.

LACERDA, Caroline Côrtes; NISHIJIMA, Toshio; BLOSS, Helena Floriano; SILVA, Michele Barros de Deus Chuquel da; BANDEIRA, Juliana de Magalhães. Diagnóstico socioambiental dos setores de uma instituição pública de educação. **Educação**, Santa Maria, 2024.

MEDINA FILHO, Antonio Luiz de; RANHA, Antonio; FARIAS, Jeferson Luiz da Silva; FRANCISCO, Marcela Lobo; TRANNIN, Maria Cecilia; SILVA, Paolla de Souza Alvarenga. Desafios na logística reversa de lâmpadas no Brasil: um estudo de caso da entidade gestora, Reciclus. **Revista de Gestão e Secretariado**, v. 15, n. 5, e3793, 2024.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **The Sustainable Development Goals Report 2025**. New York: United Nations Department of Economic and Social Affairs, 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Transformando nosso mundo**: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015. Disponível em: Agenda 2030 – Nações Unidas Brasil. Acesso em: 2 set. 2026.

PIMENTEL, Letícia Barbosa; CAPANEMA, Luciana Xavier de Lemos. Gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil: diagnóstico, desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 59, p. 167-208, mar. 2025.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE (PNUMA). **Panorama Global do Manejo de Resíduos em 2024**. Nairobi: PNUMA, 2024.

SILVA, Anne Caroline de Lima; SILVA, Cleomacio Miguel da; CAVALCANTI, Poliana do Nascimento Maia. Política de gerenciamento de resíduos sólidos em instituições públicas. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, Curitiba, v. 21, n. 8, p. 9600-9630, 2023.

EDUCAÇÃO SOCIOAMBIENTAL E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: PERSPECTIVAS PARA A AGENDA 2030

MÁRCIA CRISTIANE KRAVETZ ANDRADE; EDISON NERES BARBOSA; LUCIANA DA SILVA RODRIGUES; MILENA SILVEIRA DOS SANTOS

RESUMO

A sociedade contemporânea enfrenta desafios ambientais, sociais, econômicos e tecnológicos que exigem novas formas de articulação entre educação, sustentabilidade e políticas públicas. Neste contexto, a Educação Socioambiental assume papel estratégico na formação de sujeitos capazes de compreender problemas complexos, participar de decisões coletivas e atuar de maneira responsável em seus territórios. O estudo tem como objetivo refletir sobre as aproximações entre a Inteligência Artificial (IA), os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, com ênfase nos ODS 4, 11 e 13, e as políticas públicas de Educação Ambiental, considerando possibilidades, limites e implicações éticas do uso da IA em processos educativos voltados à sustentabilidade. Adota-se uma abordagem qualitativa, de natureza bibliográfica e documental, fundamentada em referenciais sobre educação para a sustentabilidade, racionalidade ambiental e uso crítico da IA, bem como em documentos orientadores da Organização das Nações Unidas, da UNESCO e da política educacional e ambiental brasileira. A análise indica que a IA pode ampliar práticas pedagógicas investigativas por meio da análise de dados ambientais, do monitoramento de indicadores, da modelagem de cenários climáticos, da interpretação de dinâmicas urbanas e do apoio à elaboração de soluções socialmente relevantes. Essas possibilidades dialogam com o ODS 4, ao fortalecer a formação crítica e a cultura digital; com o ODS 11, ao aproximar estudantes de questões como mobilidade, resíduos, qualidade do ar, áreas verdes e planejamento urbano; e com o ODS 13, ao favorecer a compreensão de padrões climáticos, eventos extremos e estratégias de mitigação e adaptação. Por outro lado, o uso educacional da IA requer atenção às desigualdades de acesso, à exclusão digital, às relações de poder, à dependência tecnológica e aos impactos ambientais associados à infraestrutura computacional. Conclui-se que a IA pode atuar como suporte de processos interdisciplinares e participativos de Educação Socioambiental, desde que subordinada a princípios de justiça socioambiental, direitos humanos, participação democrática, pensamento crítico e sustentabilidade.

Palavras-chave: Políticas públicas; Objetivos globais; Cultura digital.

1 INTRODUÇÃO

A sociedade contemporânea enfrenta desafios ambientais, sociais e econômicos que exigem novas estratégias de educação voltadas à sustentabilidade. Nesse contexto, a Educação Socioambiental constitui importante ferramenta para promover a conscientização sobre a preservação do meio ambiente, a cidadania e a responsabilidade coletiva. Paralelamente, a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), por meio dos Objetivos de Desenvolvimento

DOI: 10.51189/vii-coninters/90210

Sustentável (ODS), destaca a necessidade de uma educação de qualidade capaz de preparar sujeitos para enfrentar os desafios globais atuais (ONU, 2015; United Nations, [s.d.]).

A intensificação das transformações tecnológicas e a complexidade dos desafios socioambientais tornam urgente a articulação entre educação, tecnologia, sustentabilidade e políticas públicas. Nessa perspectiva, a Inteligência Artificial (IA) apresenta potencial para apoiar processos educativos voltados à compreensão, análise e enfrentamento de problemas ambientais complexos, ao mesmo tempo em que pode favorecer o protagonismo estudantil e a formação de sujeitos participativos e críticos.

Entretanto, a incorporação da IA aos processos educacionais não deve ser compreendida apenas sob uma perspectiva instrumental ou tecnicista. Selwyn (2024) destaca que a adoção de tecnologias inteligentes na educação exige reflexões sobre relações de poder, desigualdades de acesso e impactos socioambientais decorrentes da infraestrutura necessária ao funcionamento desses sistemas. Assim, a discussão educacional deve ultrapassar o entusiasmo tecnológico e incorporar suas implicações éticas, políticas e ambientais.

Nesse cenário, a incorporação da Inteligência Artificial à Educação Socioambiental demanda não apenas o acesso às ferramentas digitais, mas também o desenvolvimento de competências que permitam compreender criticamente seu funcionamento, suas potencialidades, limitações e impactos sociais e ambientais. A formação para o uso da IA deve contemplar aspectos éticos, pensamento crítico, responsabilidade social e capacidade de avaliar soluções tecnológicas sob a perspectiva da sustentabilidade, contribuindo para a formação de estudantes não apenas como usuários, mas também como cidadãos e cocriadores responsáveis de tecnologias (Miao; Shiohira; Lao, 2024).

Essa discussão se articula ao programa Educação para o Desenvolvimento Sustentável para 2030, da UNESCO, que reconhece a educação como estratégia central para enfrentar desafios ambientais, sociais e econômicos contemporâneos e enfatiza conhecimentos, habilidades, valores e atitudes orientados à tomada de decisões responsáveis (UNESCO, 2024). No Brasil, a Política Nacional de Educação Ambiental, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental e a Base Nacional Comum Curricular reforçam abordagens interdisciplinares, contextualizadas e comprometidas com a transformação da realidade.

Nessa direção, Leff (2021) defende uma racionalidade ambiental baseada na integração entre saberes científicos, conhecimentos locais e participação social, enquanto Gadotti (2021) ressalta a necessidade de formar sujeitos críticos, éticos e comprometidos com sociedades mais justas e sustentáveis. Tais perspectivas convergem com a formação de estudantes capazes não apenas de utilizar tecnologias digitais, mas também de compreender criticamente seus impactos e participar da construção de soluções.

Diante desse cenário, o objetivo deste estudo é refletir sobre as aproximações entre a Inteligência Artificial, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especialmente os ODS 4, 11 e 13, e as políticas públicas de Educação Ambiental, discutindo contribuições, limites e exigências éticas para uma Educação Socioambiental orientada à sustentabilidade. Essa discussão está alinhada à Agenda 2030 das Nações Unidas e ao programa ESD para 2030, da UNESCO, que reconhece a Educação para o Desenvolvimento Sustentável como estratégia fundamental para enfrentar os desafios ambientais, sociais e econômicos contemporâneos. Nessa perspectiva, a UNESCO destaca a importância de ações educativas que promovam conhecimentos, habilidades, valores e atitudes voltados à tomada de decisões responsáveis, bem como o desenvolvimento de competências como pensamento sistêmico, capacidade antecipatória, competência estratégica e resolução integrada de problemas.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90210

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem qualitativa, de natureza bibliográfica e documental, desenvolvida a partir da análise de publicações científicas, documentos institucionais e marcos normativos relacionados à Educação Socioambiental, Inteligência Artificial, Educação para o Desenvolvimento Sustentável e Agenda 2030.

Foram considerados documentos e referenciais relacionados aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, com ênfase nos ODS 4, 11 e 13, bem como documentos da UNESCO voltados à Educação para o Desenvolvimento Sustentável, à ética da Inteligência Artificial e ao desenvolvimento de competências relacionadas ao uso da IA no contexto educacional. No âmbito brasileiro, foram considerados a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), instituída pela Lei nº 9.795/1999, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

A análise foi orientada pela identificação de aproximações entre educação, sustentabilidade e Inteligência Artificial, considerando três eixos principais: a) as possibilidades de utilização da IA em processos de Educação Socioambiental; b) sua contribuição para o desenvolvimento de competências relacionadas aos ODS 4, 11 e 13; e c) os desafios éticos, sociais e ambientais relacionados à incorporação dessas tecnologias nos processos educativos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No contexto brasileiro, a articulação entre Educação Socioambiental, sustentabilidade e tecnologias digitais encontra respaldo na Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), instituída pela Lei nº 9.795/1999, que estabelece a Educação Ambiental como componente essencial e permanente da educação nacional, articulada a todos os níveis e modalidades de ensino. Da mesma forma, as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental e a Base Nacional Comum Curricular reforçam a necessidade de abordagens interdisciplinares, contextualizadas e comprometidas com a transformação da realidade.

Tal compreensão converge com as contribuições de Leff (2021), que defende a construção de uma racionalidade ambiental pautada na integração entre saberes científicos, conhecimentos locais e participação social, favorecendo uma formação crítica e contextualizada sobre as relações entre sociedade, tecnologia e natureza.

Nesta direção, Gadotti (2021) defende que a educação para a sustentabilidade deve formar sujeitos críticos, éticos e comprometidos com a construção de sociedades mais justas e sustentáveis, articulando consciência socioambiental e participação cidadã. Sob essa perspectiva, o ODS 4 constitui eixo estruturante da articulação entre educação, sustentabilidade e IA, ao assegurar que os sistemas educacionais devem preparar os estudantes não apenas para utilizar tecnologias digitais, mas também para compreender criticamente seus impactos e atuar como cidadãos responsáveis e cocriadores de soluções baseadas em IA.

A IA pode contribuir para o fortalecimento da Educação Socioambiental por meio da análise de dados ambientais, monitoramento de indicadores ecológicos, identificação de riscos, modelagem de cenários climáticos, apoio à pesquisa escolar e desenvolvimento de experiências pedagógicas investigativas. Tais possibilidades dialogam com a BNCC, especialmente no que se refere à competência geral da cultura digital, que propõe o uso crítico, significativo, reflexivo e ético das tecnologias para investigar problemas e elaborar soluções socialmente relevantes.

Assim, o potencial educativo da IA não reside somente na capacidade de processar informações ambientais, mas também na possibilidade de transformar esses dados em objetos de investigação e problematização das relações entre sociedade, território, tecnologia e natureza. Sob essa perspectiva, sua incorporação à Educação Socioambiental pode favorecer processos

formativos que articulem conhecimento científico, realidade local e participação social, aproximando-se da racionalidade ambiental proposta por Leff (2021).

No âmbito do ODS 11, a utilização da IA revela-se particularmente relevante para a compreensão da dinâmica dos territórios urbanos. Sistemas inteligentes podem auxiliar análises relacionadas à mobilidade sustentável, gestão de resíduos sólidos, monitoramento da qualidade do ar, conservação de áreas verdes, prevenção de riscos ambientais e planejamento urbano resiliente. Essa perspectiva favorece o desenvolvimento de projetos pedagógicos que aproximam os estudantes dos problemas concretos vivenciados em suas comunidades, fortalecendo a leitura crítica do território e a participação em processos de gestão ambiental local.

Em relação ao ODS 13, o uso da IA pode contribuir significativamente para processos de educação climática ao possibilitar o tratamento de grandes volumes de dados, a identificação de padrões climáticos, o monitoramento de eventos extremos e a projeção de cenários futuros. Essas possibilidades ampliam a capacidade de compreensão dos fenômenos climáticos e fortalecem práticas educativas voltadas à mitigação e adaptação às mudanças climáticas.

Entretanto, a relação entre Inteligência Artificial e sustentabilidade apresenta uma dimensão que precisa ser incorporada criticamente aos processos educativos. Ao mesmo tempo em que sistemas de IA podem apoiar o monitoramento ambiental, a análise de dados e a construção de cenários relacionados às mudanças climáticas, sua própria infraestrutura pode produzir impactos ambientais associados ao consumo de energia e aos recursos necessários ao desenvolvimento e à operação desses sistemas. Dessa forma, a Educação Socioambiental pode contribuir para uma compreensão crítica da tecnologia, permitindo que os estudantes avaliem não somente as soluções proporcionadas pela IA, mas também os impactos decorrentes de seu desenvolvimento e utilização (UNESCO, 2022; Miao; Shiohira; Lao, 2024).

Contudo, considerando as possibilidades relacionadas à aplicação e ao uso da IA em perspectivas socioambientais nos processos educativos, é indispensável uma abordagem ética e sustentável da própria Inteligência Artificial. A Recomendação da UNESCO sobre a Ética da Inteligência Artificial destaca que, embora a IA possa contribuir para a consecução dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, ela também pode intensificar desigualdades, ampliar a exclusão digital e gerar impactos ambientais significativos em razão do elevado consumo energético associado ao treinamento e à operação de grandes modelos computacionais.

Miao e Holmes (2023) defendem que o uso educacional da IA deve fundamentar-se em uma perspectiva humanista, direcionada à promoção da autonomia, criatividade, pensamento crítico e compromisso ético. Os autores ressaltam ainda que a educação precisa preparar os estudantes para compreender os limites e potencialidades da IA evitando tanto o determinismo tecnológico quanto a dependência excessiva dessas ferramentas.

Nesse processo, a atuação docente assume papel fundamental, uma vez que a integração da IA às práticas de Educação Socioambiental não deve ocorrer de maneira exclusivamente instrumental. Cabe ao professor mediar processos de investigação, problematização e análise crítica das informações produzidas por sistemas de IA favorecendo práticas pedagógicas que preservem a autonomia dos estudantes e articulem tecnologia, ética e responsabilidade socioambiental (Miao; Holmes, 2023).

4 CONCLUSÃO

A articulação entre os ODS 4, 11 e 13 permite compreender a Educação Socioambiental como espaço privilegiado para o desenvolvimento das competências necessárias à cidadania no século XXI. Nesse sentido, a relação entre Inteligência Artificial, Objetivos de Desenvolvimento

DOI: 10.51189/vii-coninters/90210

Sustentável e políticas públicas de Educação Ambiental configura um campo promissor para a inovação pedagógica.

Mais do que uma ferramenta tecnológica, a IA pode atuar como suporte de processos investigativos, colaborativos e interdisciplinares, desde que seu uso esteja subordinado aos princípios da justiça socioambiental, dos direitos humanos, da participação democrática e da sustentabilidade.

Considerando o caráter bibliográfico e documental deste estudo, reconhece-se como limitação a ausência de aplicação empírica das possibilidades educacionais discutidas. Como perspectiva futura, destaca-se a necessidade de ampliar investigações sobre a utilização da IA em práticas de Educação Socioambiental, especialmente em contextos escolares e territoriais urbanos. Estudos dessa natureza poderão contribuir para avaliar não apenas as potencialidades pedagógicas dessas tecnologias, mas também seus limites éticos, sociais e ambientais, fortalecendo práticas educativas alinhadas aos princípios da Agenda 2030.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação**. Resolução CNE/CP nº 2, de 15 de junho de 2012**. Estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental. Brasília, DF: Conselho Nacional de Educação, 2012.

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF, 1999.

GADOTTI, M. **Educação para a sustentabilidade: uma contribuição à Década da Educação para o Desenvolvimento Sustentável.** São Paulo: Instituto Paulo Freire, 2021.

LEFF, E. **Ecologia, capital e cultura: a territorialização da racionalidade ambiental.** Petrópolis: Vozes, 2021.

MIAO, F.; HOLMES, W. **Guidance for generative AI in education and research.** Paris: UNESCO, 2023. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org. Acesso em: 10 ago. 2026.

MIAO, F.; SHIOHIRA, K.; LAO, N. **AI competency framework for students.** Paris: UNESCO, 2024. 80 p. Disponível em: https://www.unesco.org. Acesso em: 10 ago. 2026.

ONU. **Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.** Nova York: Organização das Nações Unidas, 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel. Acesso em: 18 ago. 2026.

SELWYN, N. On the limits of artificial intelligence (AI) in education. **Nordisk Tidsskrift for Pedagogikk og Kritikk**, v. 10, n. 1, p. 3-14, 2024. DOI: 10.23865/ntpk.v10.6062. Disponível em: https://www.monash.edu. Acesso em: 10 ago. 2026.

UNESCO. **Educação para o desenvolvimento sustentável: programa ESD para 2030.** Paris: UNESCO, 2024. Disponível em: https://www.unesco.org. Acesso em: 10 ago. 2026.

UNESCO. **Recomendação sobre a ética da inteligência artificial.** Paris: UNESCO, 2022. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org. Acesso em: 10 ago. 2026.

UNITED NATIONS. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).** Brasília, DF: Organização das Nações Unidas no Brasil, [s.d.]. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/sdgs. Acesso em: 10 ago. 2026.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90210

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

GERMINAÇÃO DE SEMENTES ORNAMENTAIS SOB DIFERENTES QUALIDADES DE LUZ E SUAS INTERFACES COM O ENSINO DE BOTÂNICA

RAFAELA CORRÊA SALDANHA; EDUARDA DOS SANTOS BATAGLIN; CLARISSE CEZAR PINHEIRO; SIMONE MEDIANEIRA FRANZIN

Introdução: O ensino de botânica é visto como algo difícil e de alta complexidade, isso pode estar relacionado a diversos fatores como a dificuldade nas nomenclaturas botânicas, baixo interesse dos alunos e até mesmo cegueira botânica, quando alguém não percebe as plantas como parte importante do ambiente. Além disso, algumas metodologias aplicadas ao ensino de botânica não privilegiam a aprendizagem, como aulas muito tradicionais e que buscam decorar famílias e nomes científicos, o aluno que por vezes não possui interesse na temática cria um bloqueio por não ver sentido no que está sendo ensinado. **Objetivo:** Nesse sentido, a criação do projeto "Qualidade de luz na germinação de sementes ornamentais: interfaces com o ensino de Botânica" teve como objetivo contribuir com o conhecimento em fisiologia vegetal de alunos do Ensino Superior por meio de experimentos e estudos em germinação de sementes. **Relato de Caso:** As sementes ornamentais foram escolhidas para os experimentos pois são de alto valor agregado, desta forma, existem poucos estudos realizados utilizando espécies de flores. O objetivo dos experimentos além das práticas laboratoriais foi avaliar a qualidade de luz na germinação das sementes e o vigor das plantas utilizando luz branca, vermelho, vermelho extremo e ausência de luz. Para a realização do experimento utilizou-se o laboratório de microscopia e o laboratório de sementes do campus IFFar-SVS para que as repetições pudessem ser montadas e posteriormente fossem para a germinadora. Quanto às percepções acerca do ensino de botânica, criou-se questionários com intuito de descobrir as opiniões quanto as maiores dificuldades dos alunos, para o Ensino Médio criou-se o questionário "Percepção dos alunos quanto à Botânica presente em nossa vida", que avalia dificuldades de ensino e a existência de cegueira botânica, enquanto que para o Ensino Superior criou-se o questionário "Percepção dos conhecimentos botânicos de alunos do Ensino Superior" que avaliou conhecimentos de fisiologia vegetal, estruturas das plantas e a aprendizagem. **Conclusão:** Desta forma, o projeto busca aliar ensino e pesquisa além de contribuir de forma benéfica na aprendizagem botânica e ecológica dos alunos participantes.

Palavras-chave: **ENSINO; BOTÂNICA; GERMINAÇÃO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90211

DA HORTA AO LEGADO: SUSTENTABILIDADE E PARTICIPAÇÃO EM UMA ESCOLA PÚBLICA

FRANCINE AMORIM FERNANDES

RESUMO

Este relato apresenta a experiência desenvolvida na Escola de Educação Básica Tenente Ary Rauen, localizada em Mafra, Santa Catarina, no âmbito do Programa Nestlé por Crianças Mais Saudáveis, entre 2021 e 2022. A iniciativa articulou educação alimentar, práticas socioambientais, gestão participativa e envolvimento comunitário, tendo como ações centrais a revitalização de um espaço escolar ocioso, a implantação de uma horta pedagógica, o reaproveitamento de alimentos e a produção de brinquedos com materiais recicláveis. O objetivo é descrever e analisar como ações pedagógicas de baixo custo, integradas ao currículo e à rotina escolar, favoreceram aprendizagens, protagonismo estudantil e aproximação entre escola e famílias. O relato foi elaborado com base na memória profissional da gestão, nos registros institucionais, nas fotografias das etapas de implantação, nos materiais pedagógicos e nos documentos de participação e reconhecimento do programa. A experiência evidenciou a transformação do terreno em ambiente educativo vivo, utilizado no cultivo de hortaliças, em atividades de educação alimentar e na preparação de alimentos. Também foram observadas a mobilização de professores, estudantes, merendeiras, equipe gestora e famílias, bem como a circulação das práticas para além dos limites da escola, especialmente por meio da reprodução de hortas em residências e do reaproveitamento de materiais no cotidiano. O reconhecimento nacional alcançado pela escola em 2021 e 2022 conferiu visibilidade ao trabalho coletivo, mas o principal resultado consistiu na incorporação de valores de cuidado, cooperação, alimentação saudável e responsabilidade ambiental. Conclui-se que a continuidade das práticas foi favorecida pela participação dos sujeitos, pela integração entre aprendizagem e vida cotidiana e pela transformação de soluções simples em experiências significativas. O caso demonstra o potencial da escola pública para produzir inovação social e aprendizagens socioambientais contextualizadas.

Palavras-chave: Educação ambiental; Inovação social; Protagonismo estudantil.

1 INTRODUÇÃO

A crise socioambiental contemporânea impõe à educação o desafio de superar abordagens exclusivamente informativas e criar situações nas quais crianças, jovens e adultos possam compreender a relação entre consumo, alimentação, produção de resíduos, saúde e cuidado com os territórios. A educação ambiental, quando assumida como prática crítica e permanente, ultrapassa campanhas pontuais e passa a integrar a formação cidadã, a participação coletiva e a transformação das condições concretas de vida. A Política Nacional de Educação Ambiental estabelece que essa dimensão deve estar presente de forma articulada em todos os níveis e modalidades do processo educativo (Brasil, 1999).

A escola pública ocupa posição estratégica nesse processo porque reúne diferentes gerações, saberes e experiências comunitárias. Ao transformar problemas cotidianos em objetos de investigação e intervenção, a instituição pode favorecer aprendizagens que conectam conhecimento escolar e ação social. Para Jacobi (2003), a educação para a sustentabilidade está vinculada à cidadania, à corresponsabilidade e à participação. Essa

DOI: 10.51189/vii-co[illegible]ters/90244

compreensão aproxima-se da perspectiva de Freire (1996), para quem ensinar exige respeito aos saberes dos educandos, reflexão crítica sobre a prática e compromisso com a autonomia.

Projetos de hortas escolares, alimentação saudável e reutilização de materiais oferecem possibilidades concretas para essa articulação. A horta não se limita à produção de alimentos: pode constituir espaço de observação, experimentação, convivência, planejamento e partilha. O reaproveitamento, por sua vez, permite problematizar padrões de consumo e desenvolver soluções acessíveis. Quando as atividades são incorporadas à cultura da escola e apropriadas pelos participantes, seus efeitos podem continuar após o término formal de um programa, característica relacionada à inovação social (Mulgan, 2006).

Foi nesse horizonte que a E.E.B. Tenente Ary Rauen, situada em Mafra, Santa Catarina, desenvolveu, entre 2021 e 2022, ações vinculadas ao Programa Nestlé por Crianças Mais Saudáveis. A experiência mobilizou gestão, professores, estudantes, merendeiras, funcionários e famílias em torno da revitalização de um espaço escolar, da implantação de uma horta, da educação alimentar, do reaproveitamento de alimentos e da confecção de brinquedos com materiais recicláveis. Este trabalho tem como objetivo relatar e discutir essa experiência, destacando os elementos pedagógicos, organizacionais e comunitários que favoreceram a produção de aprendizagens e a permanência das práticas para além do período de realização do programa.

2 RELATO DE EXPERIÊNCIA

A experiência ocorreu na E.E.B. Tenente Ary Rauen, escola da rede pública estadual localizada no município de Mafra/SC. O relato foi reconstruído a partir da participação direta da gestão escolar e da consulta aos registros preservados pela instituição: projetos e planos de ação, fotografias, materiais pedagógicos, registros das atividades culinárias, evidências da implantação da horta e documentos relativos à participação no programa. Esses materiais foram organizados cronologicamente e examinados com atenção às dimensões pedagógica, organizacional, relacional e comunitária. Não se pretende apresentar uma avaliação experimental de impacto, mas sistematizar aprendizagens produzidas em uma prática educativa situada.

O ponto de partida foi um terreno ocioso situado próximo à quadra da escola. A escolha desse espaço transformou uma limitação física em oportunidade pedagógica. Antes do plantio, a comunidade escolar precisou planejar a organização dos canteiros, mobilizar materiais disponíveis e distribuir tarefas. Garrafas PET foram reutilizadas na delimitação dos canteiros, conferindo nova função a resíduos que poderiam ser descartados. A solução, além de reduzir custos, tornou visível a possibilidade de combinar criatividade, cuidado ambiental e melhoria do espaço coletivo.

A implantação foi gradual. O terreno foi preparado, os canteiros foram estruturados e mudas de diferentes hortaliças passaram a ser cultivadas. Alface, repolho roxo e outras espécies presentes nos registros fotográficos permitiram acompanhar germinação, crescimento, manejo e colheita. Os estudantes participaram de atividades práticas relacionadas ao cuidado do solo, à necessidade de água, ao desenvolvimento das plantas e à responsabilidade compartilhada. A observação contínua favoreceu perguntas e aprendizagens que não se restringiram a uma única disciplina, possibilitando conexões com ciências, linguagem, matemática, saúde, alimentação e convivência.

A etapa da colheita fortaleceu a ligação entre a horta e a alimentação. Produtos cultivados foram incorporados a atividades culinárias e ao diálogo sobre escolhas alimentares, higiene, aproveitamento integral e redução do desperdício. Professores e merendeiras contribuíram para aproximar o conhecimento pedagógico dos saberes cotidianos relacionados ao preparo dos alimentos. Ao reconhecer o percurso da semente ao prato, os estudantes

puderam compreender que alimentação saudável envolve cultivo, trabalho, tempo, cooperação e respeito aos recursos naturais.

Paralelamente, foram realizadas propostas de reaproveitamento de materiais e produção de brinquedos. Em vez de tratar a reciclagem apenas como conceito, as atividades colocaram os estudantes diante da possibilidade de criar novos usos para objetos. A construção coletiva favoreceu planejamento, resolução de problemas, imaginação e responsabilidade. A valorização de materiais simples contribuiu para mostrar que práticas sustentáveis podem ser desenvolvidas mesmo em contextos de recursos limitados.

A gestão democrática foi decisiva para articular as frentes de trabalho. O projeto não ficou concentrado em uma única pessoa ou atividade: envolveu a equipe gestora, docentes, estudantes, profissionais da alimentação e famílias. Reuniões, diálogo cotidiano e divisão de responsabilidades permitiram integrar as ações à rotina escolar. A participação dos alunos não se limitou à execução de tarefas previamente definidas; eles acompanharam transformações, cuidaram dos espaços e compartilharam conhecimentos com seus familiares.

Os relatos e registros institucionais indicam que algumas práticas ultrapassaram os limites físicos da escola. Famílias passaram a reproduzir hortas em suas residências, adaptar os conhecimentos às condições disponíveis e conversar sobre aproveitamento de alimentos e materiais. Essa circulação do aprendizado constituiu um dos legados mais relevantes da experiência, pois demonstrou apropriação voluntária e recontextualização das práticas. O conhecimento deixou de pertencer exclusivamente ao projeto e passou a integrar decisões do cotidiano doméstico.

A escola recebeu reconhecimento nacional em 2021 e 2022 no âmbito do Prêmio Nestlé por Crianças Mais Saudáveis. A premiação conferiu visibilidade à mobilização coletiva e fortaleceu o sentimento de pertencimento. Entretanto, o valor educativo da experiência não se resume ao prêmio. A transformação do espaço, a participação dos sujeitos, os alimentos cultivados, a aprendizagem compartilhada e a continuidade de práticas em algumas residências constituem resultados concretos que expressam o alcance social e pedagógico do trabalho.

3 DISCUSSÃO

A experiência evidencia que práticas sustentáveis ganham densidade pedagógica quando estão vinculadas a problemas reais e oferecem aos participantes a possibilidade de agir. O terreno ocioso, os resíduos recicláveis e o desperdício de alimentos foram tratados como situações passíveis de transformação. Essa orientação aproxima-se da educação ambiental crítica, que relaciona conhecimento, participação e responsabilidade coletiva, evitando reduzir o tema a comportamentos individuais descontextualizados (Loureiro, 2012).

A horta funcionou como laboratório vivo e como espaço de encontro. Sua potência não decorreu apenas da presença de plantas, mas da rede de relações necessária para planejar, cultivar, manter e utilizar o que foi produzido. A experiência articulou dimensões ambientais, sociais e econômicas: promoveu contato com a terra e redução de resíduos; fortaleceu vínculos e protagonismo; e empregou soluções de baixo custo, como a reutilização de garrafas PET. Essa integração dialoga com o princípio do triple bottom line, que propõe considerar simultaneamente resultados ambientais, sociais e econômicos (Elkington, 1997).

O protagonismo estudantil foi fortalecido porque as crianças e os jovens acompanharam processos que produziam mudanças visíveis no ambiente. Cuidar de um canteiro, observar o crescimento, colher e preparar alimentos são ações que atribuem sentido ao conhecimento. Na perspectiva freireana, a autonomia é construída em experiências nas quais os sujeitos participam, decidem, refletem e assumem responsabilidade sobre sua prática (Freire, 1996). O papel dos adultos, nesse cenário, não foi apenas transmitir conteúdos, mas criar condições para aprendizagem, cooperação e reflexão.

A participação de merendeiras, funcionários e famílias ampliou a legitimidade da proposta. Ao reconhecer diferentes saberes, o projeto evitou separar rigidamente conhecimento escolar e conhecimento cotidiano. A gestão atuou como articuladora, criando canais para que tarefas, decisões e resultados fossem compartilhados. Esse aspecto ajuda a compreender por que determinadas práticas continuaram sendo mencionadas e reproduzidas após as etapas formais: o projeto foi incorporado por uma rede de sujeitos, e não executado como ação externa isolada.

A replicação de hortas em residências pode ser interpretada como indício de difusão social da experiência. Mulgan (2006) assinala que inovações sociais se consolidam quando novas ideias respondem a necessidades e são adotadas por pessoas e organizações. No caso relatado, a prática foi adaptada a diferentes espaços e recursos domésticos. Não se trata de reprodução idêntica do modelo escolar, mas de apropriação de princípios: cultivar, reaproveitar, reduzir desperdícios e envolver outras pessoas.

As ações também dialogam com a Agenda 2030, especialmente com os objetivos relacionados à fome e à alimentação adequada, saúde e bem-estar, educação de qualidade, consumo e produção responsáveis e proteção da vida terrestre (Organização das Nações Unidas, 2015). O alinhamento, contudo, não deve ser entendido apenas como associação posterior a indicadores globais. Ele se concretiza na escala local, quando estudantes compreendem a origem dos alimentos, cuidam de espaços comuns e modificam práticas de consumo.

Entre os fatores que favoreceram a experiência destacam-se: existência de um objetivo compreensível; soluções materiais acessíveis; integração das atividades ao cotidiano; participação de diferentes segmentos; produção de resultados observáveis; circulação do aprendizado entre escola e família; e reconhecimento público do esforço coletivo. Esses elementos oferecem pistas para outras instituições, mas não constituem receita automática. Cada escola precisa considerar território, recursos, cultura institucional, currículo e formas locais de participação.

A principal limitação deste relato é o caráter retrospectivo. Os registros disponíveis documentam etapas e realizações, mas não foram produzidos originalmente para uma pesquisa longitudinal. Não houve aplicação sistemática de instrumentos antes e depois das ações nem acompanhamento de todas as famílias. Por isso, não é possível atribuir causalidade ou mensurar a permanência das mudanças em todo o grupo. Estudos posteriores poderão combinar análise documental, entrevistas, grupos focais e visitas às práticas replicadas, respeitando os procedimentos éticos aplicáveis.

Mesmo com essa limitação, a sistematização da experiência tem valor formativo. Registrar o percurso permite reconhecer conhecimentos produzidos pela escola, identificar decisões que favoreceram o trabalho e evitar que práticas relevantes desapareçam com mudanças de equipe ou encerramento de programas. A documentação também pode apoiar formação docente, planejamento institucional e criação de indicadores voltados à continuidade, participação e impacto comunitário.

4 CONCLUSÃO

A experiência da E.E.B. Tenente Ary Rauen demonstra que uma escola pública pode transformar recursos simples em processos educativos de alcance ambiental, alimentar, social e cultural. A revitalização do terreno, a horta, as atividades culinárias e a reutilização de materiais constituíram meios para desenvolver aprendizagem contextualizada, protagonismo e cuidado com o espaço comum.

A continuidade percebida em práticas levadas às residências sugere que o legado foi favorecido pela participação dos sujeitos e pela conexão entre conteúdo escolar e vida cotidiana. O reconhecimento nacional fortaleceu a visibilidade, mas não substitui os

resultados construídos diariamente: vínculos, conhecimentos, valores e capacidade de agir coletivamente.

Conclui-se que projetos semelhantes devem priorizar gestão participativa, integração curricular, soluções acessíveis, documentação do processo e diálogo permanente com as famílias. Como perspectiva, recomenda-se acompanhar longitudinalmente a permanência das práticas e sistematizar indicadores que considerem não apenas produtos imediatos, mas também apropriação, replicação e transformação cultural.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999**. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 28 ago. 2026.

ELKINGTON, J. **Cannibals with forks**: the triple bottom line of 21st century business. Oxford: Capstone, 1997.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, São Paulo, n. 118, p. 189-205, 2003. Disponível em:: https://doi.org/10.1590/S0100-15742003000100008. Acesso em: 25 ago. 2026.

LOUREIRO, C. F. B. **Trajetória e fundamentos da educação ambiental**. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

MULGAN, G. The process of social innovation. **Innovations: Technology, Governance, Globalization**, Cambridge, v. 1, n. 2, p. 145-162, 2006. DOI: https://doi.org/10.1162/itgg.2006.1.2.145.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo**: a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. Nova York: ONU, 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustent%C3%A1vel. Acesso em: 25 ago. 2026.

UNESCO. **Education for sustainable development goals**: learning objectives. Paris: UNESCO, 2017. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000247444. Acesso em: 20 ago. 2026.

QUANDO CONSULTAR? RAZOABILIDADE, IMPACTOS DIRETOS E PARTICIPAÇÃO DE COMUNIDADES TRADICIONAIS NO LICENCIAMENTO AMBIENTAL

JAMILA AMARAL NÓBREGA DE MEDEIROS; ÁRLON FACYNEK DE OLIVEIRA CARVALHO; GRACE FELIPE BRELAZ; DEMÉTRIUS DE OLIVEIRA MARQUES

RESUMO

A Consulta Livre, Prévia e Informada (CLPI), assegurada pela Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho, constitui importante mecanismo de participação dos povos e comunidades tradicionais em decisões administrativas capazes de afetar seus territórios, recursos naturais e modos de vida. Entretanto, no âmbito do licenciamento ambiental, a proximidade espacial entre determinado empreendimento e uma comunidade tradicional não implica, necessariamente, a ocorrência de impactos diretos ou a realização automática da consulta. Nesse contexto, o presente estudo analisa os critérios técnico-administrativos empregados na avaliação da necessidade de realização da CLPI em processos de licenciamento ambiental acompanhados pela Unidade de Desenvolvimento Sustentável de Povos e Comunidades Tradicionais do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (UDSPCT/IDEMA). A pesquisa apresenta caráter exploratório e descritivo, com abordagem qualiquantitativa, fundamentada em pesquisa bibliográfica, análise documental e sistematização de dados institucionais referentes aos anos de 2025 e 2026. Foram considerados elementos utilizados na análise dos empreendimentos, como localização, distância em relação às comunidades, porte e potencial poluidor, posição espacial, utilização das áreas para atividades de subsistência, rotas tradicionalmente utilizadas e possibilidade de interferência nos modos de vida. Os resultados demonstram que, em 2025, dos 277 processos tramitados pela Unidade, 254 foram enquadrados em análises de razoabilidade e 23 demandaram CLPI. Até junho de 2026, foram registrados 590 processos, sendo 560 relacionados à razoabilidade e 30 à CLPI. A expressiva diferença evidencia a relevância da etapa de triagem técnica na definição dos casos que demandam consulta. Conclui-se que a identificação da possibilidade de impacto direto constitui elemento central para a tomada de decisão, tornando necessária a construção de critérios transparentes, tecnicamente fundamentados e capazes de conciliar eficiência administrativa, segurança jurídica e proteção dos direitos coletivos.

Palavras-chave: Governança socioambiental; Direitos coletivos; Justiça ambiental.

1 INTRODUÇÃO

O licenciamento ambiental constitui um dos principais instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, instituída pela Lei nº 6.938/1981, atuando como procedimento administrativo fundamental para compatibilizar o desenvolvimento econômico com a proteção dos recursos naturais e a garantia de direitos sociais. Regulamentado principalmente pela Resolução CONAMA nº 237/1997, esse procedimento fundamenta-se nos princípios da prevenção e da precaução, visando ao controle prévio de atividades efetiva ou potencialmente causadoras de degradação ambiental (Brasil, 1981; Conama, 1997).

A incorporação dos direitos dos povos e comunidades tradicionais ao licenciamento ambiental amplia a compreensão dos impactos decorrentes da implantação de empreendimentos, exigindo que a avaliação ambiental considere não apenas alterações sobre

DOI: 10.51189/vii-coninters/90245

os componentes físicos e bióticos, mas também possíveis interferências sobre territórios, práticas produtivas, relações sociais, manifestações culturais e modos de vida.

No ordenamento jurídico brasileiro, os povos e comunidades tradicionais são definidos pelo Decreto nº 6.040/2007 como grupos culturalmente diferenciados que possuem formas próprias de organização social e utilizam territórios e recursos naturais para sua reprodução cultural, social e econômica (Brasil, 2007). O reconhecimento e a proteção formal desses segmentos foram posteriormente consolidados e atualizados pelos Decretos nº 8.750/2016 e nº 11.481/2023, abrangendo comunidades quilombolas, indígenas, pesqueiras artesanais, caatingueiras, entre outras (Brasil, 2016; Brasil, 2023).

No estado do Rio Grande do Norte, de acordo com dados oficiais do Censo do IBGE (2022), observa-se a presença expressiva dessas populações, com cerca de 11,7 mil pessoas indígenas distribuídas por diversos municípios potiguares e aproximadamente 22,3 mil pessoas quilombolas organizadas em comunidades historicamente vinculadas ao território (IBGE, 2024). Para esses grupos, a relação com o território ultrapassa a dimensão estritamente econômica, constituindo elemento indissociável de sua identidade, cultura e sustentabilidade (Brasil, 2007; Moraes et al., 2019)

Nesse cenário, a Convenção nº 169 da Organização Internacional do Trabalho assegura aos povos interessados o direito de serem consultados diante de medidas administrativas ou legislativas suscetíveis de afetá-los diretamente (OIT, 1989). No licenciamento ambiental, entretanto, uma questão antecede a própria realização da consulta: como determinar se determinado empreendimento possui potencial para afetar diretamente uma comunidade tradicional?

Essa questão assume relevância porque a simples proximidade espacial não constitui, isoladamente, evidência suficiente da ocorrência de impacto. No âmbito da UDSPCT/IDEMA, a análise considera diferentes variáveis, incluindo porte e potencial poluidor do empreendimento, distância em relação às comunidades, posição espacial, utilização tradicional da área, atividades de subsistência e rotas utilizadas pelas populações.

Dessa forma, este estudo tem como objetivo analisar a aplicação da razoabilidade como instrumento técnico-administrativo de triagem para identificação dos processos de licenciamento ambiental que demandam a realização de CLPI, discutindo seus reflexos sobre a participação social, a segurança jurídica e a proteção dos direitos dos povos e comunidades tradicionais (Brasil, 1981; Conama, 1997).

2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa caracteriza-se quanto aos seus objetivos como exploratória e descritiva, adotando uma abordagem qualiquantitativa (Gil, 2008; Lakatos & Marconi, 2017). O caráter exploratório decorreu da necessidade de compreender as práticas institucionais emergentes e os fluxos administrativos recém-estruturados no órgão ambiental estadual. O aspecto descritivo consistiu no detalhamento e na organização das variáveis territoriais e ambientais adotadas na triagem técnica e na quantificação das comunidades e processos acompanhados. Para a consecução dos objetivos, foram articuladas três procedimentos metodológicos principais: pesquisa bibliográfica, análise documental e estudo de campo com sistematização de dados quantitativos institucionais, conforme sintetizado no Quadro 1.

Quadro 1: classificação da pesquisa

PRINCIPAIS MEIOS DE PESQUISA	DEFINIÇÃO E APLICABILIDADE DO MEIO DE PESQUISA
Pesquisa bibliográfica	Foi realizado levantamento de literatura científica, normativa e institucional sobre licenciamento ambiental, povos e comunidades tradicionais, participação social e CLPI, incluindo a Convenção nº 169 da

	OIT, a legislação ambiental brasileira e estudos acadêmicos que abordam a interface entre gestão ambiental e direitos socioambientais.
Pesquisa documental	Foram analisados documentos institucionais do IDEMA/RN, tais como pareceres técnicos, relatórios, normativas internas, processos de licenciamento ambiental e registros relacionados à atuação da Unidade de Desenvolvimento Sustentável de Povos e Comunidades Tradicionais, especialmente nos casos que demandaram a realização de CLPI.
Estudo de campo	Foram acompanhadas, quando possível, as rotinas administrativas e técnicas da UDSPCT, incluindo atividades relacionadas à análise de processos de licenciamento, reuniões técnicas e articulações envolvendo povos e comunidades tradicionais.

Fonte: elaboração própria, 2026.

A coleta de dados quantitativos envolveu o levantamento e a tabulação dos processos administrativos que tramitaram pela UDSPCT em dois recortes temporais distintos: o ano completo de 2025 e o primeiro semestre de 2026 (até 30 de junho). Os processos foram catalogados segundo a tipologia de encaminhamento adotada: (a) processos enquadrados na análise de razoabilidade (sem necessidade de CLPI) e (b) processos com identificação de potencial de impacto direto e consequente instauração da CLPI.

A análise qualitativa focou nos critérios e variáveis territoriais examinados pela equipe técnica para fundamentar o enquadramento em razoabilidade ou CLPI. Entre as variáveis analisadas, destacam-se: o raio de abrangência espacial inicial (estabelecido em até 8 km em relação às comunidades), o porte e o potencial poluidor do empreendimento, a posição hidrográfica (se a montante ou jusante dos corpos hídricos utilizados pelas comunidades), o uso tradicional do solo para agricultura de subsistência e extrativismo, a sobreposição com rotas de deslocamento ou áreas de pesca artesanal e o risco de desestruturação dos modos de vida locais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A atuação da UDSPCT/IDEMA, criada oficialmente em fevereiro de 2025, representa um avanço na institucionalização da dimensão socioambiental do licenciamento no Estado do Rio Grande do Norte. A Unidade atua na mediação técnica entre o órgão ambiental, empreendedores e povos tradicionais, avaliando a presença de comunidades em áreas de influência de empreendimentos e identificando potenciais interferências diretas.

Os resultados demonstram uma diferença expressiva entre o universo de processos analisados e aqueles efetivamente encaminhados para CLPI. Em 2025, foram registrados 277 processos, sendo 254 relacionados à razoabilidade e 23 à CLPI, conforme detalhado na Tabela 1.

Tabela 1: número de processos tramitados pela UDSPCT em 2025

TOTAL DE PROCESSOS TRAMITADOS PELA UNIDADE	TOTAL
1. Razoabilidade	254
2. CLPI	23
TOTAL	**277**

Fonte: elaboração própria, 2026.

Até 30 de junho de 2026, o volume acumulado alcançou 590 processos, dos quais 560 foram classificados como razoabilidade e 30 estavam relacionados à CLPI, como apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: número de processos tramitados pela UDSPCT até 30/06/2026

TOTAL DE PROCESSOS TRAMITADOS PELA UNIDADE	TOTAL
1. Razoabilidade	560
2. CLPI	30
TOTAL	**590**

Fonte: elaboração própria, 2026.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90245

Esses resultados indicam que a atuação institucional não se resume à realização da consulta. Existe uma etapa anterior de avaliação destinada a identificar a possibilidade de impactos diretos sobre povos e comunidades tradicionais. O fluxo institucional da UDSPCT evidencia essa bifurcação: após a entrada do processo e sua análise técnica, pode ocorrer o encaminhamento sem necessidade de CLPI ou a identificação de impacto e consequente planejamento da consulta.

Nesse sentido, a decisão sobre consultar ou não consultar torna-se, por si mesma, uma etapa relevante da governança socioambiental. A razoabilidade pode contribuir para evitar a aplicação automática da CLPI exclusivamente em função de critérios espaciais; entretanto, sua utilização demanda fundamentação técnica suficiente para que a simplificação administrativa não resulte na invisibilização de relações territoriais, econômicas ou culturais que ultrapassam os limites físicos das comunidades.

Assim, a análise sugere que distância e localização devem funcionar como elementos iniciais de avaliação, mas precisam ser articuladas à compreensão dos usos tradicionais do território, das atividades de subsistência, das rotas de deslocamento e das possíveis alterações produzidas pelos empreendimentos.

A análise técnica desenvolvida pela UDSPCT/IDEMA para distinguir a razoabilidade da necessidade de CLPI baseia-se em um fluxo bem definido que articula a análise cartográfica e a avaliação socioambiental de campo. Inicialmente, o processo administrativo passa pela triagem do Setor de Geoprocessamento do IDEMA, responsável por realizar o mapeamento espacial e a sobreposição cartográfica da área do empreendimento.

Esse setor utiliza um raio inicial de busca de até 8 km para mapear a presença de terras e territórios de povos e comunidades tradicionais (quilombolas, indígenas, pesqueiras artesanais, entre outras). Caso não sejam identificadas comunidades tradicionais dentro dessa zona de análise de 8 km, o processo segue o trâmite regular de licenciamento sem a necessidade de remessa à Unidade. O Quadro 2 ilustra esse procedimento técnico-administrativo aplicado no órgão.

Quadro 2: procedimento da UDSPCT/IDEMA

ENTRADA DO PROCESSO NA UDSPCT	
ENCAMINHAMENTO PARA ANÁLISE TÉCNICA	
FLUXO **SEM** NECESSIDADE DE CLPI	FLUXO **COM** NECESSIDADE DE CLPI
Análise do empreendimento considerando o raio de até 8 km das comunidades potencialmente afetadas	Análise do empreendimento considerando o raio de até 8 km das comunidades potencialmente afetadas
Não identificação de impacto sobre a comunidade no momento da análise	Identificação de impacto sobre a comunidade
	Necessidade de realização da CLPI
Elaboração de documento de razoabilidade	Planejamento da CLPI
	Realização das consultas
Encaminhamento do documento ao setor de origem	Registro e sistematização das informações
	Emissão de parecer técnico pela UDSPCT
	Subsídio à decisão no processo de licenciamento

Fonte: elaboração própria (2026)

Apenas quando o Setor de Geoprocessamento identifica a presença de comunidades tradicionais dentro do raio delimitado de 8 km, o processo é formalmente encaminhado à UDSPCT para análise técnica aprofundada. A partir desse recebimento, a equipe multidisciplinar da Unidade avalia as especificidades do projeto e a ocorrência de potenciais impactos diretos para definir pelo enquadramento no fluxo de razoabilidade (sem necessidade de CLPI) ou pela instauração da Consulta Livre, Prévia e Informada.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90245

4 CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que a identificação da necessidade de CLPI constitui uma etapa relevante e complexa do licenciamento ambiental envolvendo povos e comunidades tradicionais. A predominância dos processos classificados como razoabilidade evidencia que apenas uma parcela das demandas analisadas resulta na realização de consulta, reforçando a importância dos critérios utilizados na etapa de triagem.

A razoabilidade pode contribuir para a eficiência administrativa e para a concentração dos esforços institucionais nos casos em que existe possibilidade concreta de impacto direto. Entretanto, sua aplicação deve permanecer associada à análise territorial e socioambiental fundamentada, evitando que critérios exclusivamente espaciais substituam a compreensão das relações mantidas pelas comunidades com seus territórios.

Conclui-se, portanto, que o aperfeiçoamento dos critérios de triagem, sua sistematização e transparência podem fortalecer simultaneamente a segurança jurídica do licenciamento ambiental e a proteção dos direitos coletivos. Como perspectiva futura, recomenda-se avaliar comparativamente os processos classificados como razoabilidade e aqueles submetidos à CLPI, buscando identificar quais variáveis apresentam maior influência na decisão administrativa.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2 set. 1981.

BRASIL. **Decreto nº 6.040, de 7 de fevereiro de 2007**. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 8 fev. 2007.

BRASIL. **Decreto nº 8.750, de 9 de maio de 2016**. Institui o Conselho Nacional dos Povos e Comunidades Tradicionais. Brasília, DF: Presidência da República, 2016.

BRASIL. **Decreto nº 10.088, de 5 de novembro de 2019**. Consolida atos normativos editados pelo Poder Executivo Federal. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 6 nov. 2019.

BRASIL. **Decreto nº 11.481, de 6 de abril de 2023**. Altera o Decreto nº 8.750, de 9 de maio de 2016, que institui o Conselho Nacional dos Povos e Comunidades Tradicionais. Brasília, DF: Presidência da República, 2023.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997.** Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. Brasília, DF, 1997.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Rio Grande do Norte**. Cidades e Estados. Rio de Janeiro: IBGE, 2024. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn.html. Acesso em: 13 abr. 2026.

MORAES, Nelson Russo de et al. (orgs.). **Povos originários e comunidades tradicionais: trabalhos de pesquisa e de extensão universitária**. Porto Alegre: Editora Fi, 2019.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO (OIT). **Convenção nº 169 sobre Povos Indígenas e Tribais em Países Independentes**. Genebra: OIT, 1989.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90245

CONTAMINAÇÃO POR MICROPLÁSTICOS EM SANDUÍCHES COM HAMBÚRGUER ARTESANAL

ANNY KAROLYNE SILVA MOURA, WIGLAINY SAMYDRA DANTAS FONSECA, MEILANGY IRIS FERREIRA DE OLIVEIRA, SÁVIO SANTOS GOMES LUCAS, MARIA CLARA GOMES BATISTA, ANA CARLA DIÓGENES SUASSUNA BEZERRA, KAROLINE MIKAELLE DE PAIVA SOARES.

RESUMO

A poluição por plásticos e a sua consequente fragmentação em microplásticos, definidos como partículas menores que 5 mm, representam uma séria preocupação ambiental e de segurança alimentar. Essas partículas são compostas principalmente por polímeros sintéticos como polietileno, polipropileno, poliestireno e policloreto de vinila, que podem persistir no ambiente ou ser liberados com a fragmentação dos produtos. Com a degradação provocada por radiação ultravioleta, variações de temperatura e ação mecânica, essas partículas dispersam-se e entram na cadeia alimentar. A contaminação dos alimentos pode ocorrer de forma direta durante as etapas de processamento, transporte, armazenamento e preparo. O contato com utensílios, recipientes e embalagens plásticas sob condições de temperatura e atrito mecânico potencializa a liberação e migração de microplásticos para as refeições. Esse risco torna-se ainda mais crítico em alimentos prontos para o consumo, nos quais pesquisas já identificaram a predominância de fragmentos, especialmente de polietileno, originados das embalagens. Diante disso, os sanduíches com hambúrgueres artesanais destacam-se como uma preparação de grande interesse para investigação, pois englobam múltiplos ingredientes e complexas etapas de manipulação, como moagem da carne, modelagem e cocção. Contudo, ainda existem lacunas científicas significativas acerca da ocorrência dessas partículas em alimentos de elaboração artesanal e produtos compostos. Portanto, o presente estudo teve como objetivo investigar a contaminação por microplásticos em 15 sanduíches artesanais contendo hambúrgueres de produção caseira comercializados no município de Mossoró, estado do Rio Grande do Norte. A análise de sujidade foi realizada utilizando o microscópio estereoscópio (lupa) e microscópio óptico em triplicata nas objetivas de 10x e 40x. Os resultados referentes aos 15 sanduíches adquiridos, processados e analisados em ambiente laboratorial apresentaram que 86,6 % (13/15) estavam contaminados com diferentes gramaturas de microplásticos Diante dos resultados, a identificação de contaminantes nas amostras evidência possíveis falhas nas condições de preparo e comercialização, podendo comprometer a qualidade dos alimentos destinados ao consumo.

Palavras-chave: Alimentos; Plástico; Poluição.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90248

1 INTRODUÇÃO

A poluição causada pelo plástico tornou-se uma preocupação ambiental em razão da sua degradação que ocasiona a permanência de seus componentes no ambiente o que representa um problema relacionado ao acúmulo de resíduos, associado a uma fonte potencial de contaminantes que podem alcançar diferentes nichos ambientais e, posteriormente, os alimentos (Gune; Martin, 2025).

Com a exposição às condições do meio ambiente, os materiais plásticos podem sofrer processos de degradação provocados pela radiação ultravioleta, alterações de temperatura, ação mecânica e outros fatores ocasionando fragmentação e formação de microplásticos, geralmente definidos como partículas plásticas menores que 5 mm. Essas partículas podem ser transportadas pelo ar, pela água e pelo solo, favorecendo sua dispersão no ambiente (Gune; Martin, 2025).

Como consequência, os microplásticos podem alcançar diferentes organismos e entrar na cadeia alimentar, tornando a alimentação uma das possíveis vias de exposição humana (Capilla-Juárez et al., 2024). Estudos recentes demonstram a ocorrência dessas partículas em diferentes grupos de alimentos, incluindo alimentos de origem vegetal e animal, produtos processados e alimentos embalados (Gune; Martin, 2025).

A presença de microplásticos nos alimentos também pode ocorrer durante as etapas de processamento, armazenamento, transporte e preparo, assim, os alimentos podem entrar em contato com embalagens, recipientes, utensílios e outros materiais plásticos utilizados na produção e comercialização (Shruti; Kutralam-Muniasamy, 2024). O atrito, a manipulação e principalmente algumas condições de temperatura podem favorecer a liberação de partículas desses materiais para os alimentos (Shruti; Kutralam-Muniasamy, 2024).

Essa possibilidade torna-se mais relevante quando se consideram alimentos preparados e comercializados prontos para o consumo, assim, sanduíches e outros alimentos para viagem podem passar por diferentes etapas de manipulação e permanecer em contato com recipientes e embalagens plásticas até serem consumidos (Bai et al., 2022). Nesse contexto, os sanduíches contendo hambúrgueres artesanais podem representar uma preparação de interesse para a investigação da ocorrência dessas partículas, pois envolvem diferentes ingredientes e várias etapas de manipulação (Gune; Martin, 2025). O hambúrguer caseiro pode passar por moagem da carne, mistura, modelagem, armazenamento e cocção, sendo posteriormente associado a outros ingredientes, como pão, vegetais, molhos e condimentos (Bai et al., 2022).

Durante essas etapas, o alimento pode entrar em contato com superfícies, utensílios, recipientes e embalagens, aumentando as possibilidades de exposição a diferentes fontes de partículas (Gune; Martin, 2025). Diante da presença crescente dos resíduos plásticos no ambiente e da possibilidade de sua entrada na cadeia alimentar, torna-se importante investigar a ocorrência de partículas plásticas em alimentos destinados ao consumo humano (Gune; Martin, 2025). Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo investigar a contaminação de partículas com características compatíveis com microplásticos em sanduíches artesanais contendo hambúrgueres caseiros contribuindo para a discussão sobre a segurança dos alimentos e a presença de resíduos plásticos em preparações prontas para o consumo.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90248

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CRITÉRIO DE INCLUSÃO DOS SANDUÍCHES

A seleção do material amostral seguiu critérios de inclusão pré-definidos para garantir a homogeneidade da categoria analisada. Foram incluídos exclusivamente sanduíches cujo hambúrguer possuía processamento estritamente artesanal e ausência de qualificação industrial, sendo comercializados em diferentes bairros da zona urbana do município de Mossoró/RN. Esse critério fundamenta-se na necessidade de avaliar produtos expostos a etapas manuais e caseiras de moagem, modelagem e manipulação.

2.2 AQUISIÇÃO E TRANSPORTE DOS SANDUÍCHES

Foram adquiridas aleatoriamente 15 amostras de sanduíches artesanais por intermédio de plataformas digitais de delivery de alimentos. Visando preservar a fidedignidade do produto consumido pela população e evitar contaminações adicionais ou perdas durante o transporte, as amostras foram mantidas e transportadas ao laboratório estritamente em suas embalagens originais do comerciante, sem qualquer tipo de interferência prévia na constituição ou montagem dos sanduíches.

2.3 ANÁLISE DAS SUJIDADES

No ambiente laboratorial, as amostras foram cuidadosamente analisadas para pesquisa de sujidade utilizando os métodos macro-analíticos descritos por Soares et al. (2017) e Ribeiro (2023), com modificações. O processamento foi iniciado com a pesquisa de material estranho por exame direto com observação de todo o sanduíche e seus ingredientes. Desta forma, os componentes foram separados de forma manual e examinado a olho nu, e em seguida, foi feita a busca de sujidades através do microscópio estereoscópio (lupa) do pão, hambúrguer, queijo, molho e vegetais. Posteriormente, a parte vegetal foi lavada com água destilada e o líquido resultante foi analisado com auxílio de lâminas e lamínulas em triplicata, aos quais foram preparadas contendo uma gota de lugol e a leitura ocorrida por meio do microscópio óptico nas objetivas de 10x e 40x.

2.4 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados obtidos a partir da contagem e identificação de partículas nas triplicatas foram tabulados e consolidados por meio de estatística descritiva, mensurando-se a ocorrência dos contaminantes via frequência simples e frequência relativa percentual.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A poluição por plásticos e a sua consequente fragmentação em microplásticos, definidos como partículas poliméricas sintéticas menores que 5 mm, como polietileno, polipropileno, poliestireno e policloreto de vinila, decorrem de processos de degradação provocados por radiação ultravioleta, variações térmicas e ação mecânica no ambiente. Essas partículas dispersam-se no ar, na água e no solo, integrando-se às cadeias tróficas e consolidando a alimentação como uma via primária de exposição humana a resíduos sintéticos presentes em matrizes vegetais, animais, processadas e embaladas. Na produção e comercialização de alimentos prontos para o consumo, o contato contínuo da matriz alimentar com recipientes, utensílios e embalagens plásticas, potencializado pelo atrito mecânico, manipulação intensa e oscilações de temperatura, favorece a liberação e a migração direta desses fragmentos para as refeições. Nesse contexto, os sanduíches com hambúrgueres artesanais destacam-se como objeto investigativo de grande relevância por abrangerem preparações compostas submetidas a etapas operacionais complexas, como moagem da carne, mistura, modelagem, cocção e adição de pão, vegetais e molhos, existindo lacunas científicas sobre a ocorrência dessas partículas em alimentos de elaboração caseira.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90248

Com o objetivo de investigar a contaminação por partículas com características compatíveis com microplásticos, conduziu-se um estudo analítico com 15 amostras de sanduíches contendo hambúrgueres de produção artesanal sem industrialização, adquiridos aleatoriamente por meio de plataformas de *delivery* em diferentes bairros do município de Mossoró, Rio Grande do Norte. Para preservar a integridade das matrizes e avaliar a exposição real do consumidor, as amostras foram mantidas e transportadas ao ambiente laboratorial estritamente em suas embalagens originais. A pesquisa de sujidades seguiu o protocolo macroanalítico adaptado de Soares *et al.* (2017) e Ribeiro (2023), compreendendo a inspeção visual direta e o exame individualizado sob microscópio estereoscópico (lupa) das frações do pão, hambúrguer, queijo, molho e vegetais. Sequencialmente, a fração vegetal foi lavada com água destilada e o líquido efluente foi submetido à análise microscópica óptica (objetivas de 10x e 40x) em triplicata com adição de lugol, sendo os dados consolidados por frequência simples e percentual.

Os exames laboratoriais revelaram a presença de contaminação por microplásticos em 86,6 % (13/15) das amostras analisadas, destacando-se a massa (pão) como a fração de maior relevância quanto aos achados de partículas sintéticas. A elevada frequência de contaminação e a preponderância no pão alinham-se às evidências de Bai *et al.* (2022) em refeições do tipo *take-out*, indicando que o contato direto com invólucros plásticos e a manipulação intensa aceleram a transferência de fragmentos poliméricos para a matriz alimentar. Diante desses achados, a identificação dos contaminantes evidencia possíveis falhas operacionais e sanitárias no preparo e na comercialização dos hambúrgueres artesanais em Mossoró/RN, ressaltando a urgência de reforçar medidas de saúde e segurança alimentar para minimizar os riscos à saúde humana.

4 CONCLUSÃO

O presente estudo evidenciou que a contaminação por microplásticos, partículas poliméricas sintéticas menores que 5 mm, representa uma realidade concreta nos sanduíches com hambúrguer artesanal comercializados por plataformas de *delivery* no município de Mossoró/RN. A investigação laboratorial macro e microscópica, realizada por estereomicroscópio e microscopia óptica em triplicata (nas objetivas de 10x e 40x) nos componentes pão, hambúrguer, queijo, molho e vegetais, revelou que 86,6 % (13 das 15 amostras analisadas) apresentavam contaminantes com características compatíveis com plásticos. Essa expressiva prevalência reflete a acentuada vulnerabilidade da matriz alimentar perante o acúmulo e a fragmentação de resíduos poliméricos no meio ambiente, impulsionados pela radiação ultravioleta, intemperismo e atrito mecânico, os quais favorecem o transporte dessas partículas pelo ar, água e solo até a sua inserção na cadeia alimentar.

Adicionalmente, os resultados demonstraram que a complexidade operacional da produção artesanal atua como um fator determinante na proliferação de pontos de contato e contaminação ao longo do preparo. A realização sequencial de etapas manuais e mecânicas, como a moagem da carne, a mistura de insumos, a modelagem, o armazenamento e a cocção do hambúrguer caseiro, aliada à montagem com os demais ingredientes, expande a área de superfície e o tempo de exposição do alimento a superfícies, recipientes e utensílios plásticos. Notadamente, a fração do pão (massa) destacou-se com a maior frequência de achados microscópicos, confirmando que a intensa manipulação, o atrito mecânico e as variações térmicas favorecem a migração direta de partículas poliméricas dos materiais de contato para o produto.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90248

Essa predominância de fragmentos sintéticos, com destaque para o polietileno derivado de embalagens e invólucros, alinha-se aos padrões reportados na literatura internacional para refeições *take-out*, nas quais a permanência da refeição sob aquecimento em recipientes sintéticos até o consumo acelera a liberação desses poluentes emergentes. Consequentemente, a identificação constante de microplásticos nesses alimentos prontos para o consumo expõe lacunas higiênico-sanitárias e falhas nos processos de elaboração e comercialização, confirmando que preparações artesanais submetidas a múltiplas etapas operacionais e ao transporte sintético se comportam como vetores ativos na transferência de resíduos plásticos para a dieta humana.

Diante da contaminação identificada nos alimentos e em seus respectivos componentes, conclui-se que é indispensável reforçar e aprimorar as medidas de saúde, segurança alimentar e fiscalização sanitária na produção artesanal. Torna-se premente a implementação rigorosa de boas práticas de manipulação e a reavaliação criteriosa dos materiais, recipientes e embalagens colocados em contato direto com as refeições, visando mitigar os processos de migração mecânica e térmica de microplásticos, minimizar os riscos à saúde humana e assegurar a efetiva proteção da saúde pública.

REFERÊNCIAS

BAI, C. L. et al. Microplastics in take-out food: Are we over taking it? *Environmental Research*, v. 215, art. 114390, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114390.

CAPILLA-JUÁREZ, U. Y. et al. Microplásticos en la mesa: el impacto de la contaminación en nuestros alimentos. *RD-ICUAP*, v. 10, n. 28, p. 114–123, 2024. DOI: https://doi.org/10.32399/icuap.rdic.2448-5829.2024.28.1241.

GUNE, R.; MARTIN, A. Microplastics in our diet: A review of food source contamination. *Food Control*, v. 178, art. 111486, 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2025.111486.

RIBEIRO, D. B. Avaliação da presença de substâncias estranhas em alimentos analisados entre 2019 e 2021. *Europub Journal of Multidisciplinary Research*, v. 4, n. 1, p. 50–63, 2023. Disponível em: https://ojs.europubpublications.com/ojs/index.php/ejmr/article/view/1518. Acesso em: 15 set. 2026.

SHRUTI, V. C.; KUTRALAM-MUNIASAMY, G. Migration testing of microplastics in plastic food-contact materials: Release, characterization, pollution level, and influencing factors. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, v. 170, art. 117421, 2024. DOI: https://doi.org/10.1016/j.trac.2023.117421.

SOARES, K. M. P. et al. Microbiological, parasitic, microscopic, physical and chemical characterization of processed acai (Euterpe oleracea Mart.) fruits. *Acta Veterinaria Brasilica*, v. 11, n. 2, p. 104–110, 2017. DOI: https://doi.org/10.21708/avb.2017.11.2.6904.

ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL E A COLHEITA DO AJIRU NA VILA DOS PESCADORES EM BRAGANÇA, PARÁ

MATEUS GUILHERME CRUZ SERRÃO; ANDRÉA DE MELO VALENTE

RESUMO

A Vila dos Pescadores, localizada no município de Bragança, Pará, apresenta uma dinâmica socioambiental marcada pela relação entre a comunidade e os recursos naturais disponíveis em seu território, destacando-se atividades como a pesca, o turismo, o comércio e a coleta de recursos vegetais. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar as dinâmicas socioambientais da Vila dos Pescadores, com ênfase nos aspectos culturais e no processo de colheita do ajiru pelas mulheres da comunidade. A pesquisa foi desenvolvida por meio de revisão bibliográfica, visitas técnicas, registros fotográficos e entrevistas com o grupo de mulheres responsáveis pela coleta e beneficiamento do fruto. Para complementar o levantamento das informações espaciais, foi realizado aerolevantamento com drone, seguido da elaboração de ortomosaico e processamento das informações no software QGIS 3.40, possibilitando a identificação das áreas de colheita, trajetos utilizados pelas coletoras, residências, áreas degradadas e demais elementos culturais da comunidade. Os resultados evidenciaram que a colheita do ajiru constitui uma prática cultural e econômica relevante para as mulheres da vila, sendo realizada principalmente entre os meses de agosto e outubro. O fruto apresenta diferentes formas de utilização, incluindo consumo, produção de creme, comercialização e fabricação de biojoias, além da venda de sementes para utilização industrial. Também foram identificados elementos relacionados à pesca, ao turismo, às festividades, aos espaços de convivência e às transformações ambientais presentes na comunidade. A representação cartográfica permitiu espacializar esses elementos e contribuir para a compreensão da organização socioespacial e das práticas desenvolvidas pelos moradores. Conclui-se que a pesca, o turismo e a colheita do ajiru desempenham papel significativo na dinâmica econômica e cultural da Vila dos Pescadores, evidenciando a importância dos recursos naturais para a subsistência, geração de renda e manutenção das práticas tradicionais da comunidade.

Palavras-chave: Comunidade pesqueira; Sustentabilidade; RESEX Marinha de Caeté-Taperaçu.

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a questão da vulnerabilidade social das comunidades pesqueiras tem se tornado cada vez mais notória. Essa problemática ocorre devido à ausência de políticas públicas direcionadas ao desenvolvimento de ações pautadas nas comunidades e ao lugar onde elas estão inseridas, além de problemas como à poluição ambiental, conflitos, disputas de territórios e a sobrepesca (Martin, 2019). Contudo, há ainda áreas importantes para a conservação dessas comunidades, como as Reservas Extrativistas Marinas (RESEX Mar).

Tratando-se das RESEX Mar, estas visam agregar as atividades humanas com a utilização dos recursos naturais, prezando pela sustentabilidade por meio da gestão dos espaços

DOI: 10.51189/vii-coninters/90276

e dos recursos litorâneos que as comunidades usufruem (Prost; Mendes; Vergara-Filho, 2007). Esse tipo de reserva implementada ao longo da costa do estado do Pará tem como função a preservação dos recursos naturais da região costeira da Amazônia (Carneiro; Barbosa; Menezes, 2010).

Uma delas é a RESEX Marinha de Caeté-Taperaçu, a qual possui uma área de aproximadamente 40.000 ha (ICMBio, 2010), tendo como vegetação predominante o manguezal, campos salinos e vegetação arbórea presente em áreas arenosas (Behling; Cohen; Lara, 2001). As comunidades situadas dentro e ao entorno da dessa reserva, fazem uso dos recursos naturais como a pesca e a vegetação, principalmente do manguezal, de onde retiram o seu sustento (Carneiro; Barbosa; Menezes, 2010).

Nesse contexto, é possível observar uma debilidade das potencialidades das comunidades, em decorrência da dificuldade em conseguir melhores oportunidades e a carência de serviços e infraestrutura (Martin, 2019). Diante do exposto, esta pesquisa objetiva analisar os aspectos socioambientais da Vila dos Pescadores e descrever o processo de colheita do ajiru pelas mulheres da comunidade, bem como representar os elementos culturais da localidade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da Área de Estudo

A Vila dos Pescadores ou como também é conhecida, Vila Velha, está localizada nas coordenadas: 00°51’07.0”S e 046°36’02.5”W, estando inserida nos limites da RESEX Mar de Caeté-Taperaçu, no município de Bragança, Estado do Pará (Figura 1)(Barboza *et al*., 2017; Santos, 2016). Encontra-se situada à noroeste do Pará, dentro da Planície Costeira Bragantina, com perímetro que se estende da Ponta do Maiaú até a foz do rio Caeté, na região amazônica, distante cerca de 36 km da sede municipal de Bragança (Pereira *et al*., 2006).

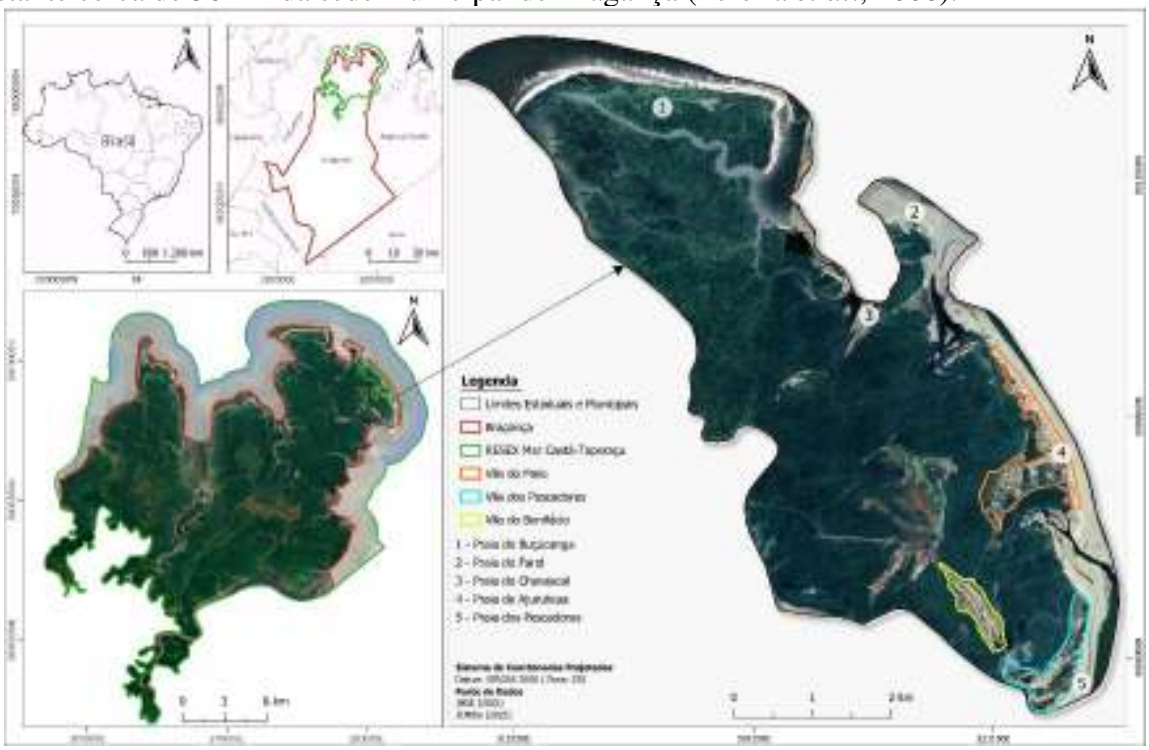


Figura 1 — Mapa de localização da Vila dos Pescadores, Bragança - PA
Fonte: Adaptado de Pereira *et al*., 2006.

A pesquisa pautou-se em visitas técnicas realizadas pelas turmas do curso de técnico em geodésia e Cartografia do IFPA - Campus Belém, para obtenção de dados e informações sobre as práticas culturais, colheita do ajiru e costumes da comunidade da vila. Para complementar

esse trabalho, foi realizada uma revisão bibliográfica para elucidar os aspectos históricos, ocupação e dinâmica do local. A pesquisa de temas na literatura foi realizada em sites e plataformas como o Google Acadêmico, Scielo e CAPES. Os temas pesquisados foram: vila dos pescadores em Bragança, comunidades pesqueiras, colheita de ajiru e RESEX Marinha de Caeté-Taperaçu.

O levantamento em campo ocorreu em três períodos: 22 de agosto e nos dias 1 e 2 de dezembro de 2025. Durante as visitas foram realizados registros fotográficos, anotações e entrevistas com o grupo de mulheres responsáveis pela colheita e beneficiamento do ajiru. Procurou-se identificar os principais locais da vila, incluindo espaços recreativos, trabalhos e pontos de referência.

Para o reconhecimento das áreas de colheita dos frutos do ajiru e identificação de outros espaços da comunidade, foi realizado o aerolevantamento por drone, modelo DJI Mini 3, o qual ocorreu no dia 1 de dezembro. Após a aquisição das imagens, houve a elaboração do ortomosaico, utilizando, para isso, o software Agisoft Metashape 2.3.1. Após esse procedimento, a imagem gerada foi importada para o QGIS 3.40, para posterior elaboração dos mapas e identificação das áreas de colheita dos frutos, bem como as principais rotas realizadas pelas coletoras de ajiru, áreas degradadas, residências e demais elementos.

A identificação das rotas e outras áreas supracitadas, ocorreram a partir da descrição dada pelo grupo de mulheres responsáveis pela colheita do ajiru, as quais indicaram os principais locais de colheita, bem como os caminhos realizados pelas mesmas. Além da identificação dos ajiruzais, alguns relatos contribuíram para melhor descrição de outras características culturais. Através dessas descrições foi possível elaborar um mapa ilustrativo da vila, utilizando formas e imagens geradas por inteligência artificial (IA), a fim de se obter uma melhor representação dos elementos culturais da comunidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Histórico, ocupação e características da Vila dos Pescadores

A Vila dos Pescadores foi originalmente criada entre 1915 e 1930, período em que os imigrantes do estado do Ceará se alocaram na região (Maneschy, 1995). Essa vila é caracterizada por migrações de comunidades que vivem da pesca artesanal costeira (Maneschy, 1995; Glaser, 2003), estando submetido ao fenômeno das macromarés que continuamente avançam pela zona costeira, principalmente entre os meses de março a abril e de setembro a outubro, ocorrendo as marés quinociais de sizígias, ocasionando grandes perdas de sedimentos e a destruição de construções (Souza-Filho *et al*., 2003; Souza-Filho; Paradella, 2003).

Os moradores da vila são formados predominantemente por pescadores com baixo poder aquisitivo. Isso se deve a carência de novas oportunidades de emprego, sendo a maioria destinadas à pesca, comércio e trabalhos em mercearias e bares (Pereira *et al*., 2006). Em relação aos serviços realizados pelas mulheres, diferentemente do trabalho realizado por Pereira *et al*. (2006), que identificou que a maioria delas são donas de casa, devido a inexistência de outros empregos, a visita em campo constatou que atualmente elas exercem diversas ocupações, sejam elas trabalhando na colheita do ajiru, na confecção de biojoias e nas festividades da vila.

O trabalho realizado por Pereira *et al*. (2006), ressalta que os serviços públicos ou particulares são insuficientes nessa vila. Além disso, tanto Pereira *et al*. (2006) quanto Kause (2000), reforçam a ausência de serviços bancários, postos de saúde, pousada, lojas (roupa, sapatos, etc.), serviços de abastecimento, entre outros. Contudo, foi observado que houveram algumas melhorias desde esse período, sendo elas relacionadas ao saneamento básico, presença de um sistema de transmissão de água potável fornecido pela prefeitura, serviços de telefonia e internet, além de algumas hospedarias para turistas e construções de pousadas.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90276

Os ambientes nesta planície sofrem transformações temporais de curtos, médios e longos períodos, principalmente por se tratar de uma costa transgressiva, possuindo macromarés semidiurnas, e por haver problemas ocasionados pelas ocupações desordenadas, tanto na Vila dos Pescadores quanto na Praia de Ajuruteua, causas estas que influenciam negativamente em suas praias, dunas e manguezais (Krause *et al*., 2000; Souza -Filho *et al*. 2003; Pereira *et al*., 2006).

As moradias são predominantemente feitas de madeira, alocadas em campo de dunas próximas a um canal de maré, sendo notório o seu avanço nas planícies, fator que impacta diretamente os moradores, e os forçam a desmontarem suas residências e realocarem para locais mais afastados da costa litorânea (Carneiro; Barbosa; Menezes, 2010). Em meados dos anos 2000, esse deslocamento se concentrava em direção a um chênier (Carneiro; Barbosa; Menezes, 2010). Esse processo de realocação das construções aproxima as comunidades locais para vilas adjacentes, como a Vila do Bonifácio (Pereira *et al*., 2006).

3.2 Colheita e utilidades do ajiru

Segundo a descrição dada pelas mulheres da comunidade, a colheita do fruto de ajiru faz parte da cultura e economia da vila, sendo colhido durante os meses de agosto a outubro. Esse grupo de mulheres são exclusivamente responsáveis pela colheita desse fruto e são, em sua grande maioria, esposas de pescadores que fazem dessa atividade a sua principal fonte de renda, trabalhando também na confecção de biojoias e na produção de um doce do fruto, o creme de ajiru, sendo utilizado pra consumo próprio e comercialização em períodos com maior fluxo de turistas.

A confecção das biojoias é feita a partir de materiais orgânicos retirados da praia, mangue e da área de ocorrência de ajiru, como conchas, folhas, sementes e escamas de peixe. Esse trabalho artesanal é realizado especialmente pelas mulheres da comunidade e são vendidos para os turistas e visitantes (Figura 2). A pesquisa realizada por Carneiro *et al*. (2010) na mesma vila, traz resultados semelhante ao dizer que os moradores utilizam os recursos naturais ao entorno.

Figura 2 — Biojoias feitas de materiais orgânicos
Fonte: Acervo dos autores (2026).

Outra finalidade rentável que dão a esse fruto é sua venda para a empresa Natura, que utiliza as sementes do fruto para a fabricação de produtos cosméticos para redução de rugas. O processo para a comercialização desse fruto inicia-se desde a colheita, segregação, secamento,

DOI: 10.51189/vii-coninters/90276

despolpação e transporte. Essas etapas são feitas de maneira manual pelas mulheres da comunidade, as quais o fazem de forma criteriosa.

Além desses trabalhos realizados por esse grupo, elas também são responsáveis pelos cuidados do lar, exercendo tarefas como o preparo de comidas, limpeza e educação das crianças, como demostrado na pesquisa de Pereira *et al*.(2006).

Em relação a colheita, esta é realizada em duas áreas, a primeira estando localizada próximo à vila e com acesso mais facilitado, porém, evita-se colher o fruto nesse local para consumo *in natura* e para a produção de doces, justamente por apresentar um sabor mais salgado. Segundo os moradores locais, acredita-se que o gosto salobre se deve à influência da maré que incide diretamente nessa área. Outro motivo para não se colher nesse local se deve a preservação da espécie vegetal, visto que os pássaros e outros animais se alimentam do fruto e contribuem para a dispersão das sementes (zoocoria), contribuindo para a cadeia alimentar e propagação do ajiru.

A área prioritária onde é realizada colheita, situa-se mais adiante da vila, tendo que percorrer um caminho de aproximadamente 464 m a partir do ponto de encontro do grupo de colheita. Esse percurso é prolongado devido a alguns obstáculos como o igarapé e a vegetação, antes deste ajiruzal, o que dificulta o acesso para essa área, como mostrado no mapa abaixo.

Figura 3 — Mapa de localização das áreas de colheita e de preservação do ajiru
Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

3.3 Elementos culturais da comunidade

Além da colheita do ajiru, foram retratados elementos culturais, incluindo festividades, locais de encontro e pontos de referências da comunidade. Através dessas informações, foi possível elaborar o mapa ilustrativo da vila, contendo tais características e elementos de referência dessa comunidade pesqueira (Figura 4).

Uma das tradições anuais que ocorre na vila é a festividade de São Pedro, sendo comemorada no mês de junho. Ainda segundo descrições, algumas áreas apresentam histórico de degradação ambiental, ocasionado por empresas que tentaram se alocar ao entorno da vila e acabaram por desflorestar parte do manguezal. Na tentativa de mitigar esse problema ambiental,

os moradores locais fazem o plantio de mudas e semente do mangue para recuperar a vegetação nesse local.

Outro relato interessante é que, apesar das residências serem construídas de madeira, existe apenas uma construção de alvenaria, denominada "Assembleia Nova Galileia". Notou-se também que ainda há construções em andamento, como pousadas destinadas a turistas e visitantes. Ainda existem espaços recreativos, como o campo de futebol e a praça da vila, conhecida como "ponto do fuxico", onde os moradores se deslocam regularmente para se divertirem e passarem o tempo.

Figura 4 — Mapa ilustrativo da Vila dos Pescadores em Bragança - PA
Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

4 CONCLUSÃO

A Vila dos Pescadores foi a primeira a se consolidar nas margens do litoral de Bragança, sendo predominantemente composta por pescadores advindos de outras regiões que ganham a vida exercendo a pesca artesanal e comércio. A dinâmica da comunidade também está relacionada ao turismo e ao aproveitamento dos recursos naturais disponíveis no território. Essas características reforçam a importância do território para a manutenção das práticas culturais.

As mulheres responsáveis pela colheita do fruto do ajiru, o utilizam para diversas finalidades, incluindo a venda, confecção de bijuterias, comidas e para sua subsistência. A colheita é feita de forma manual e ocorre em duas áreas onde o ajiru cresce de forma espontânea, sendo retirado durante os meses de agosto a outubro. Essa atividade apresenta notária relevância como alternativa para a geração de renda para a vila, evidenciando a utilização e sustentabilidade dos recursos vegetais de diferentes formas.

Os elementos culturais da vila envolvem festividades, colheita de frutos e principalmente o pescado e o turismo, que são as principais fontes lucrativas da vila. A representação ilustrativa da vila corroborou para o melhor entendimento das atividades dos moradores, cultura e dinâmica espacial. Além disso, a identificação de áreas degradadas e das iniciativas comunitárias de recuperação desses locais demostra a participação dos habitantes na conservação da natureza.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90276

REFERÊNCIAS

BARBOZA, R. Sá L.; SANTOS, C. N.; DI PAOLO, D. F.; SARAIVA, L. J. C. Representações sociais acerca das tartarugas marinhas de pescadores artesanais. Amazôn., **Rev. Antropol.** (Online) 9 (1): 458 - 480, 2017.

BEHLING, H.; COHEN, M. C. L & LARA, R. J. Studies on Holocene mangrove ecosystem development and dynamics of the Bragança Peninsula in northeastern Pará, Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**,167: 225-242, 2001.

CARNEIRO, Diogo Borges; BARBOZA, Myrian Sá Leitão; MENEZES, Moirah Paula. Plantas nativas úteis na vila dos pescadores da reserva extrativista marinha Caeté-Taperaçu, Pará, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 24, p. 1027-1033, 2010.

DOS SANTOS, Orildo Ribeiro. Um olhar de alunos da eja sobre impactos ambientais doturismo costeiro em ajuruteua (Bragança-PA). **Contexto & Educação**. Editora Unijuí, pg. 116-139, nº 100. Set./Dez. 2016.DOI: http://dx.doi.org/10.21527/2179-1309.2016.100.116-139, 2016.

GLASER, M. Interrelations between mangrove ecosystem, local economy and social sustainability in Caeté Estuary, North Brazil. **Wetlands Ecology and Management**, n. 11, p. 265–272, 2003.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). **Decretos de criação – RESEX**. Brasília, DF: ICMBio, 2010. Disponível em: http://www.icmbio.org.br. Acesso em: 31 out. 2026.

KRAUSE, G. *et al*. Coastal dynamics and socio-economic implication. In: Germanbrazilian Workshop on Neotropical Ecosystems. **Proceedings of the German-Brazilian Workshop on Neotropical Ecosystems**, Hamburg, 2000.

MANESCHY, M. C. **Ajuruteua, uma comunidade pesqueira ameaçada**. Belém, Ed. Universitária UFPA, 1995.

PEREIRA, L.C.; SOUZA-FILHO, P.W.; RIBEIRO, M.J.; PINHEIRO, S.C.C.; NUNES, Z.P. & COSTA, R.M. Dinâmica socioambiental na Vila dos Pescadores (Amazônia Oriental, Pará, Brasil). **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, 13: 125-136, 2006.

PROST, C.; MENDES, A. C. & VERGARA-FILHO, W. As RESEX's marinhas como instrumento de desenvolvimento socioambiental das comunidades tradicionais do litoral paraense. **VIII Workshop ECOLAB**. Macapá, Livro de Resumos Expandidos, 2007.

SAN MARTIN, Maristel Coelho. Caracterização socioeconômica e espacial das comunidades pesqueiras de são josé do norte/rs. Mares: **Revista de Geografia e Etnociências**, v. 1, n. 2, p. 67-78, 2019.

SOUZA-FILHO, P. W. M.; PARADELLA, W. R. Use of synthetic aperture radar for recognition of coastal geomorphological features, landuse assessment and shoreline changes in Bragança coast, Pará, Northern Brazil. **Annals of Brazilian Academy of Sciences**, v. 3, n. 75, p. 341-356, 2003.

SOUZA-FILHO, P. W. M.; TOZZI, H. A. M.; EL-ROBRINI, M. Geomorphology, land use and environmental hazard in Ajuruteua macrotidal sandy beach, northeastern, Pará, Brazil. In: KLEIN et al. (Eds.). Brazilian sandy beaches: morphodinamic, ecology, uses, hazards and management. **Journal of Coastal Research**, n. 35, p. 580-589, 2003.

O PAPEL DA INOVAÇÃO SUSTENTÁVEL: CONSCIENTIZAÇÃO NAS ESCOLAS DOS VALES ATRAVÉS DA CONFECÇÃO DE ACESSÓRIOS UTILIZANDO RESÍDUOS INDUSTRIAIS

VONIA ENGEL
RAFAEL GERHARDT

RESUMO

A sustentabilidade constitui um conceito relevante para o enfrentamento dos desafios ambientais contemporâneos, demandando mudanças não apenas técnicas, mas também culturais, sociais e educacionais. Nesse contexto, a educação ambiental assume papel estratégico na formação de cidadãos conscientes, críticos e capazes de participar ativamente da transformação de sua realidade. O presente trabalho aborda uma proposta pedagógica baseada na confecção de acessórios, utilizando a inovação sustentável como instrumento de aprendizagem e sensibilização ambiental no ambiente escolar. A iniciativa busca integrar conhecimentos teóricos e práticas concretas, possibilitando aos estudantes compreenderem os impactos relacionados ao consumo, à geração de resíduos, ao uso de materiais e à preservação ambiental. Por meio de uma metodologia participativa e interdisciplinar, os estudantes são envolvidos na produção de materiais reutilizáveis, promovendo a reflexão sobre redução do uso de plásticos, reutilização de materiais, economia circular e ciclo de vida dos produtos. Além do caráter ambiental, a atividade contribui para o desenvolvimento de competências relacionadas à criatividade, ao trabalho coletivo, à responsabilidade e ao protagonismo juvenil, fortalecendo a compreensão de que ações locais podem contribuir para desafios de dimensão global. A experiência também estabelece relação com os princípios da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas, especialmente aqueles relacionados à educação de qualidade, à inovação e ao consumo e à produção responsáveis (Nações Unidas, 2015). Até o momento, o projeto envolveu mais de 300 estudantes, que participaram da confecção de mais de 300 ecobags, além de 20 almofadas para animais de estimação e 120 marcadores de texto. Os resultados evidenciam o potencial de práticas educativas simples, criativas e sustentáveis para promover a conscientização ambiental e estimular a participação dos estudantes na construção de soluções para problemas reais. Dessa forma, a iniciativa demonstra que a escola pode atuar como espaço de inovação, transformação social e formação de sujeitos comprometidos com o meio ambiente e com o desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: Economia circular; sustentabilidade econômica; protagonismo estudantil.

1 INTRODUÇÃO

A busca por soluções sustentáveis tem se intensificado diante dos desafios ambientais enfrentados globalmente. Em um cenário marcado pelo consumo excessivo, descarte inadequado de resíduos e esgotamento de recursos naturais, torna-se urgente repensar práticas cotidianas e promover a conscientização ambiental desde os primeiros anos de formação cidadã. Segundo Loureiro (2012), a educação ambiental é um processo político-pedagógico que visa à transformação social com base na crítica ao modelo de desenvolvimento hegemônico e na construção de sociedades sustentáveis. A Política Nacional de Educação Ambiental estabelece a educação ambiental como componente essencial e permanente da educação nacional, a ser

DOI: 10.51189/vii-coninters/90277

desenvolvida de forma articulada nos diferentes níveis e modalidades do processo educativo (Brasil, 1999). Nesse contexto, a educação ambiental no ambiente escolar se revela como uma ferramenta essencial para a construção de uma cultura voltada à sustentabilidade, despertando valores, atitudes e comportamentos comprometidos com o futuro do planeta.

Este projeto é promovido por meio de integrantes da governança do Converge Santa Cruz (Ecossistema Local de Inovação de Santa Cruz do Sul) e faz parte do plano de ações proposto pelo ecossistema, com base nas áreas priorizadas cadeia do agronegócio, saúde e educação. Essas áreas são trabalhadas com os alunos por meio dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e de princípios ESG. A ação proposta nesse escopo é a confecção de acessórios em escolas, como forma de sensibilizar os estudantes para o papel transformador da inovação sustentável em suas comunidades.

O projeto da confecção destes materiais foi idealizado por Vonia Engel, Presidente do Converge Santa Cruz, no âmbito das ações voltadas à promoção da inovação sustentável nas escolas públicas. A proposta surgiu a partir da necessidade de criar experiências práticas e educativas que envolvessem os estudantes em temas como consumo consciente, responsabilidade ambiental e criatividade. A execução do projeto conta com o apoio de voluntários, integrantes do Converge Santa Cruz, que colaboram diretamente nas oficinas escolares, auxiliando os alunos na criação, customização e finalização destes acessórios. Essa colaboração fortalece a proposta participativa do projeto e reforça o compromisso coletivo com a formação de uma consciência ambiental ativa entre os jovens.

Estes materiais produzidos, por serem alternativas reutilizáveis em relação aos mesmos materiais plásticos e descartáveis, representam mais do que um produto ecológico, simbolizam uma mudança de mentalidade voltada à redução de impactos ambientais e à adoção de hábitos conscientes. Essa perspectiva dialoga com Jacobi (2003), para quem a educação ambiental deve favorecer a construção de cidadania e de práticas sociais comprometidas com a sustentabilidade. A proposta de envolver estudantes na criação e personalização destes materiais permite o desenvolvimento de habilidades criativas, o engajamento em práticas colaborativas e a assimilação prática dos princípios da sustentabilidade, articulando teoria e ação em uma linguagem acessível ao público jovem.

Dessa forma, o problema que norteia este projeto pode ser assim formulado: como promover a conscientização sobre inovação sustentável entre estudantes da educação básica por meio de ações práticas e participativas nas escolas dos Vales? A reflexão em torno dessa questão orienta a elaboração de estratégias educativas que articulem inovação, engajamento social e sustentabilidade ambiental como eixos formadores.

O presente projeto tem como objetivo geral promover a conscientização ambiental e o pensamento inovador entre estudantes da educação básica, por meio da criação e utilização de acessórios reutilizáveis em escolas da região do Vale do Rio Pardo. Como objetivos específicos, propõe-se: (a) sensibilizar os estudantes sobre os impactos ambientais do uso de plásticos descartáveis; (b) estimular a criatividade e o protagonismo juvenil por meio do design dos acessórios produzidos; (c) integrar as escolas à agenda de inovação do Converge Santa Cruz; e (d) fomentar práticas de sustentabilidade por meio de atividades educativas e interativas.

A fundamentação teórica deste projeto está organizada em cinco eixos inter-relacionados: (1) Sustentabilidade e Educação Ambiental: fundamentos e desafios; (2) Inovação Sustentável e Transformação Social; (3) Ecossistemas Locais de Inovação; (4) Educação para o Consumo Consciente e o Protagonismo Juvenil; e (5) Os materiais produzidos como Instrumento Pedagógico e Símbolo de Conscientização. Esses eixos conferem robustez conceitual à proposta, alinhando-a a práticas pedagógicas contemporâneas e às diretrizes de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento sustentável.

Portanto, ao unir inovação sustentável e educação ambiental, o projeto se propõe a ir além da simples confecção de um objeto. Ele visa criar experiências de aprendizagem

transformadoras, capazes de contribuir para a formação de sujeitos críticos, responsáveis e protagonistas na construção de um presente e futuro mais sustentável para a região do Vale do Rio Pardo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia deste projeto é de natureza qualitativa, participativa e aplicada, voltada à intervenção prática no ambiente escolar, com foco na educação para a sustentabilidade. A escolha dessa abordagem se justifica pela intenção de compreender os significados atribuídos pelos estudantes às práticas sustentáveis e promover o desenvolvimento de competências sociais, criativas e críticas, por meio de ações educativas colaborativas.

O projeto foi implementado em escolas da região dos Vales, especialmente no Vale do Rio Pardo, em articulação com instituições de ensino e com o ecossistema Converge. As instituições participantes foram definidas considerando a viabilidade de realização das atividades, o engajamento das equipes pedagógicas e a representatividade territorial. As ações foram adaptadas à realidade e ao calendário de cada escola. A metodologia foi organizada nas seguintes etapas principais:

2.1 Oficinas educativas com os estudantes

As oficinas práticas envolverão atividades de reflexão e criação:

- Discussões em sala sobre os impactos do consumo e a importância das ecobags;
- Atividades de design, pintura e personalização das ecobags;
- Criação coletiva de slogans e mensagens de conscientização ambiental;
- Dinâmicas sobre o ciclo de vida dos produtos e resíduos.

2.2 Produção e distribuição das ecobags

As ecobags serão confeccionadas com resíduos de jeans (tecido reaproveitado, doado pela empresa Pitt Jeans de Santa Cruz do Sul). Os estudantes customizaram e personalizaram as peças e levaram as ecobags para uso pessoal ou doações simbólicas à comunidade escolar, promovendo a difusão da mensagem ambiental e o engajamento coletivo.

2.3 Mostra final e socialização

Ao final das atividades, as escolas puderam realizar uma mostra das ecobags produzidas, podendo incluir apresentações artísticas, relatos dos alunos e depoimentos dos professores. O objetivo é valorizar o protagonismo juvenil e dar visibilidade às práticas sustentáveis desenvolvidas, promovendo o reconhecimento das ações.

2.4 Avaliação participativa

Foi prevista uma avaliação qualitativa, por meio de formulários, rodas de conversa e registros fotográficos e escritos, com o intuito de compreender o resultado do projeto na percepção dos participantes. A avaliação considerará critérios como engajamento, aprendizado, mudanças de atitude e apropriação dos conceitos abordados.

A condução de todas as etapas será orientada pelos princípios da pesquisa-ação, conforme proposto por Thiollent (2011), que destaca a importância de um processo colaborativo entre pesquisador e participantes, com foco na transformação social e no fortalecimento da comunidade escolar.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todo o material utilizado na confecção destes acessórios foi doado pela empresa Pitt Jeans, da cidade de Santa Cruz do Sul/RS. Até o presente momento, este trabalho já foi realizado em 9 escolas da região do Vale do Rio Pardo, no Rio Grande do Sul. Esta oficina já atendeu

DOI: 10.51189/vii-coninters/90277

mais de 300 alunos, com a confecção de mais de 300 ecobags, além de 20 almofadas para pet e 120 marcadores de texto.

Semanalmente, integrantes da governança do Converge Santa Cruz visitam as escolas da região e desenvolvem o projeto com os alunos e os professores. Além da produção destes materiais, os alunos também recebem conhecimento teórico sobre ESG e as ODS, além de realizarem visitas técnicas a empresas/Startups da área e centros de inovação.

As Figuras abaixo evidenciam o trabalho realizado com os alunos, tanto dentro quanto fora da sala de aula.

Figura 1: Acessórios sendo confeccionados pelos alunos.

Figura 2: Alunos segurando as ecobags produzidas por eles.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90277

Figura 3: Ecobags produzidas pelos alunos.

Figura 4: Encontro teórico/prático sobre ESG e ODS com os alunos.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90277

Figura 5: Visitação dos alunos a um centro de inovação de Porto Alegre.

4 CONCLUSÃO

O projeto demonstra que a integração entre educação ambiental e inovação sustentável pode constituir uma estratégia efetiva para sensibilizar estudantes e estimular práticas mais conscientes no ambiente escolar. As atividades realizadas possibilitaram aproximar conhecimentos teóricos de experiências práticas, favorecendo a compreensão sobre consumo consciente, reutilização de materiais, economia circular, ESG e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Os resultados alcançados até o momento evidenciam o potencial da proposta. A realização das oficinas em nove escolas e o envolvimento de mais de 300 estudantes, com a produção de mais de 300 ecobags, 20 almofadas para animais de estimação e 120 marcadores de texto, demonstram a capacidade de mobilização e participação proporcionada pela metodologia adotada.

Além da dimensão ambiental, a iniciativa contribui para o desenvolvimento da criatividade, do trabalho coletivo e do protagonismo estudantil, fortalecendo a escola como espaço de aprendizagem, inovação e transformação social. A participação de integrantes da governança do Converge Santa Cruz e a aproximação com empresas, startups e centros de inovação ampliam essa experiência, conectando os estudantes ao ecossistema local de inovação.

Conclui-se, portanto, que práticas educativas simples, participativas e orientadas pela inovação sustentável podem contribuir para a formação de estudantes mais conscientes, criativos e protagonistas, evidenciando o papel da educação na construção de comunidades comprometidas com a sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90277

REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 10 set. 2026.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. Cadernos de Pesquisa, São Paulo, n. 118, p. 189-205, mar. 2003.

LOUREIRO, C. F. B. Educação ambiental e movimentos sociais: a prática educativa do Fórum Mata Atlântica. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

NAÇÕES UNIDAS. Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nova York: Nações Unidas, 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel. Acesso em: 10 set. 2026.

THIOLLENT, M. Metodologia da pesquisa-ação. 18. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90277

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ROTAS DE OBTENÇÃO DE FIBRILA DE CELULOSE A PARTIR DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA REFORÇO DEFILAMENTOS DE POLI(ÁCIDO LÁTICO) DESTINADOS À MANUFATURA ADITIVA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

JULIO CEZAR BARBOZA SILVA

Introdução: A manufatura aditiva por fusão e deposição consolidou o poli(ácido lático) como termoplástico predominante, embora fragilidade, baixa temperatura de distorção térmica e custo estimulem a incorporação de cargas lignocelulósicas. O bagaço de cana-de-açúcar, gerado em centenas de milhões de toneladas anuais pelo setor sucroenergético brasileiro e majoritariamente queimado em caldeiras, apresenta teor de celulose que o qualifica como fonte de fibrila de baixo custo, deslocando o resíduo de um uso energético de baixo valor para insumo técnico e aproximando a impressão tridimensional da economia circular. **Objetivo:** Sistematizar as rotas de obtenção de fibrila de celulose de bagaço fundamentadas em tratamento alcalino com hidróxido de sódio e branqueamento com hipoclorito de sódio, bem como as condições de extrusão relatadas para filamentos com poli(ácido lático). **Metodologia:** Revisão sistemática conduzida segundo o protocolo PRISMA 2020, com buscas em Web of Science, Scopus, ScienceDirect, SciELO e Portal de Periódicos CAPES, abrangendo publicações de 2015 a 2026, em português e inglês, mediante descritores combinados por operadores booleanos. A triagem por título e resumo e a leitura integral foram realizadas por por um revisor, com conferência do orientador, com extração padronizada de concentração de reagentes, temperatura, tempo, ciclos, rendimento, cristalinidade, estabilidade térmica, teor de carga e perfil de extrusão. **Resultados:** A síntese reuniu 28 estudos. As rotas empregam hidróxido de sódio entre 2 e 15% (m/v), com ganhos de pureza decrescentes nas concentrações mais elevadas; o branqueamento predomina em dois a quatro ciclos em meio tamponado. O índice de cristalinidade sobe de cerca de 30% no bagaço bruto para 50 a 55% na celulose isolada. Nos filamentos, os teores de carga situam-se majoritariamente abaixo de 10% em massa e a extrusão entre 180 e 200 °C, com aumento de módulo e de cristalinidade acompanhado de redução de alongamento e de resistência na ausência de compatibilização. **Conclusão:** A rota alcalina seguida de branqueamento com hipoclorito mostra-se viável e de baixo custo, mas a estreita sobreposição entre a janela de fusão do polímero e a estabilidade térmica da carga permanece o principal condicionante da produção do filamento, configurando lacuna a ser investigada experimentalmente.

Palavras-chave: **BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR; FIBRILA DE CELULOSE; PLA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90282

USO DE CÂMERAS RGB E MULTIESPECTRAIS PARA O MONITORAMENTO DE ÁREAS DEGRADADAS EM REGIÃO SEMIÁRIDA

VANESSA OHANA GOMES MOREIRA; MÁRIO ROGRIGUES PINTO DE SOUSA FILHO

RESUMO

A recuperação de áreas degradadas requer métodos capazes de acompanhar, de forma eficiente e não destrutiva, as alterações na cobertura vegetal e nas condições superficiais do solo ao longo do tempo. Nesse contexto, o uso de geotecnologias e de sensores embarcados em aeronaves não tripuladas (*Unmanned Aircraft - UA*) apresenta potencial para complementar as avaliações convencionais de campo, possibilitando a obtenção de informações espaciais detalhadas sobre a dinâmica da vegetação e características dos solos. Este trabalho apresenta uma abordagem para o emprego de câmeras RGB *(Red-Green-Blue)*, e multiespectrais no monitoramento de áreas submetidas a processos de recuperação, considerando parâmetros relacionados ao desenvolvimento da vegetação e recuperação do solo. Como estudo de caso, é apresentado o Projeto Brum, desenvolvido pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), no município de Jaguaribe, Ceará, voltado à recuperação de uma área de cinco hectares em processo de degradação e desertificação. O município está inserido em um dos Núcleos de Desertificação do estado. A utilização conjunta de imagens RGB e multiespectrais nas atividades de monitoramento permite explorar diferentes características da superfície, possibilitando a geração de informações em alta resolução espacial e a aplicação de índices espectrais para caracterização das áreas. A metodologia proposta está contribuindo para a identificação de padrões espaciais de recuperação, diferenciação entre áreas submetidas às intervenções e áreas de referência e acompanhamento da evolução da cobertura vegetal. Dessa forma, conclui-se que o emprego dessas tecnologias apresenta-se como uma ferramenta complementar para o monitoramento de áreas em recuperação, contribuindo para a obtenção de indicadores espacialmente distribuídos para subsidiar ações de restauração e manejo de áreas degradadas.

Palavras-chave: Geotecnologias; Parâmetros Ambientais; Restauração Ambiental.

1 INTRODUÇÃO

A degradação das terras constitui um dos principais desafios ambientais em regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, estando associada à interação entre fatores climáticos e atividades antrópicas, como uso inadequado do solo, remoção da vegetação, sobrepastoreio e práticas que intensificam os processos erosivos (Oliveira Junior; Pereira, 2023).

Em ambientes semiáridos, esses fatores podem comprometer a capacidade produtiva dos solos, reduzir a cobertura vegetal e alterar o funcionamento dos ecossistemas, contribuindo para o avanço de processos de desertificação. Nesse contexto, o acompanhamento da dinâmica da vegetação e das condições superficiais do solo é fundamental tanto para compreender a evolução dos processos de degradação quanto para avaliar a efetividade das estratégias de recuperação adotadas (Rodrigues et al., 2009).

DOI: 10.51189/vii-coninters/90284

As geotecnologias têm ampliado as possibilidades de monitoramento de áreas degradadas, permitindo a obtenção de informações espacialmente distribuídas e o acompanhamento das alterações ambientais ao longo do tempo. Entre essas tecnologias, as aeronaves não tripuladas, conhecidas por *Unmanned Aircraft (UA*), associadas a sensores RGB *(Red-Green-Blue)* e multiespectrais destacam-se pela capacidade de produzir imagens com elevada resolução espacial, possibilitando a identificação de padrões da cobertura vegetal e de características da superfície terrestre em escala local (Pereira, 2022). Enquanto as câmeras RGB permitem a caracterização visual e espacial da superfície, os sensores multiespectrais possibilitam a análise de diferentes faixas do espectro eletromagnético e a obtenção de índices espectrais relacionados à vegetação (Regert; Cortez; Durante, 2024)

A aplicação dessas ferramentas apresenta potencial para complementar os métodos convencionais de avaliação de áreas em recuperação, uma vez que permite identificar diferenças espaciais entre áreas submetidas a intervenções e áreas de referência, além de possibilitar o acompanhamento da evolução da cobertura vegetal. A utilização de imagens de alta resolução obtidas por aeronaves não tripuladas pode, portanto, contribuir para a geração de indicadores espacialmente distribuídos e para uma avaliação detalhada (Aasen et al., 2018).

No Ceará, a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) desenvolve ações voltadas ao monitoramento e à recuperação de áreas submetidas a processos de degradação e desertificação. Entre essas iniciativas, destaca-se o Projeto Brum, desenvolvido no município de Jaguaribe, Ceará. O projeto tem o objetivo de recuperar uma área degradada inserida em contexto de desertificação. A área vem sendo acompanhada ao longo de doze (12) anos, constituindo uma oportunidade para aplicação de novas abordagens de monitoramento baseadas em sensoriamento remoto de alta resolução.

Diante desse contexto, este trabalho visa apresentar uma abordagem para o monitoramento de áreas em recuperação ambiental utilizando câmeras RGB e multiespectrais embarcadas em aeronaves não tripuladas, tendo o Projeto Brum como estudo de caso.

2 RELATO DE EXPERIÊNCIA

A área do projeto está localizada no município de Jaguaribe – CE, no distrito de Mapuá, na localidade de Brum, distante 345 km de Fortaleza. Sua posição geográfica central corresponde ao paralelo 06°11’08” de latitude sul e ao meridiano 38°39’36” de longitude oeste de Greenwich. O local está inserido na região hidrográfica da Bacia do Médio Jaguaribe e encontra-se a montante do açude Castanhão (FUNCEME, 2016).

O Projeto Brum é desenvolvido pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) e foi concebido a partir de estudos realizados na região do riacho Brum, no município de Jaguaribe, Ceará, área inserida no contexto dos processos de desertificação (Núcleo de Desertificação do Ceará – Jaguaribe). O projeto foi estruturado a partir de estudos realizados na região e passou a ser desenvolvido institucionalmente com a implantação das intervenções de recuperação iniciadas em 2014.

A iniciativa teve como objetivo recuperar uma área degradada e avaliar estratégias de manejo capazes de reduzir os processos erosivos, melhorar as condições do solo e favorecer a recomposição da cobertura vegetal, permitindo a replicação em áreas semelhantes. O projeto abrange uma área de aproximadamente 8 hectares, dos quais 5 hectares correspondem à área de intervenção (AI), destinada à aplicação de práticas de recuperação, e 3 hectares à área testemunha (AT), mantida sem intervenção. Isso permite a comparação entre as condições da área submetida às práticas e aquelas observadas sem intervenção (Figura 1).

DOI: 10.51189/vii-coninters/90284

Figura 1. Delimitação da área do Projeto Brum: AI e AT. Fonte: Autores (2026).

Entre as técnicas empregadas destacam-se a construção de barramentos sucessivos de pedras, a implantação de terraços de base estreita, a escarificação e o sulcamento do solo. Também foi realizada a aplicação de esterco de curral e serrapilheira (técnica do inóculo), conforme Mendes (2002). Essas práticas foram adotadas com a finalidade de reduzir a velocidade do escoamento superficial, controlar a erosão, favorecer a infiltração e retenção de água, aumentar a disponibilidade de matéria orgânica e melhorar as condições físicas e químicas do solo, criando condições mais favoráveis à regeneração da vegetação (Figura 2).

Figura 2. Barragem sucessiva de pedras construída na área do Projeto Brum, Jaguaribe - CE. Fonte: FUNCEME (2025).

Após a implantação das técnicas de recuperação, a área passou a ser acompanhada por meio de monitoramento sistemático semestral, possibilitando avaliar a evolução das

DOI: 10.51189/vii-coninters/90284

condições (Figura 3). Para tanto, são realizados voos semestrais com drone, contemplando diferentes condições sazonais. Os levantamentos são planejados de modo a abranger os períodos seco e chuvoso, permitindo observar a variação da cobertura vegetal e das condições superficiais do solo ao longo do ano. A realização dos voos em diferentes períodos possibilita comparar a resposta da vegetação à disponibilidade hídrica e acompanhar a evolução da recuperação. Para a aquisição das imagens, foi utilizado o drone Matrice RTK, equipado com as câmeras Zenmuse P1 35mm e Altum PT, destinados à obtenção de imagens RGB e multiespectrais, respectivamente.

Figura 3. Projeto Brum, em Jaguaribe, Ceará: I) situação da área em setembro de 2012, antes das intervenções de recuperação; II) condição da área após a implantação das práticas de recuperação em fevereiro de 2022. Fonte: FUNCEME (2012 e 2022).

3 DISCUSSÃO

Ortomosaicos coloridos

O ortomosaico colorido é obtido a partir das imagens RGB e possibilita a caracterização espacial detalhada da, permitindo identificar a distribuição da cobertura vegetal, áreas de solo exposto e as estruturas implantadas durante as ações de recuperação. A interpretação visual do mosaico permite ainda diferenciar espacialmente a área submetida às práticas de recuperação da área testemunha, possibilitando observar diferenças na distribuição da vegetação e nas condições superficiais do solo. A identificação dessas diferenças é relevante para o acompanhamento da resposta da área às técnicas de recuperação implementadas. Além da caracterização da cobertura superficial, o ortomosaico RGB constitui um produto de referência para a interpretação dos demais resultados obtidos no levantamento, especialmente do NDVI e da temperatura da superfície.

Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

O NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) é utilizado como indicador da condição da cobertura vegetal, permitindo representar espacialmente a distribuição e o vigor relativo da vegetação (Sousa et al., 2026). A utilização desse índice possibilita complementar a interpretação visual obtida pelo mosaico RGB, uma vez que o NDVI utiliza a resposta espectral da vegetação nas regiões do vermelho e do infravermelho próximo (Barbosa; Carvalho; Camacho, 2017). A distribuição espacial dos valores de NDVI permite identificar áreas com maior concentração e vigor da vegetação, bem como setores caracterizados por

DOI: 10.51189/vii-coninters/90284

baixa cobertura vegetal ou predominância de solo exposto. Percebeu-se que essa diferenciação foi particularmente relevante em áreas submetidas a processos de recuperação, pois está possibilitando verificar se as áreas de intervenção apresentam padrões de cobertura vegetal distintos daqueles observados na área testemunha.

Temperatura da superfície (TSS)

A Temperatura da Superfície do Solo (TSS) constituiu outro produto fundamental na caracterização ambiental da área monitorada, permitindo mapear a distribuição térmica espacial e sua relação com as diferentes classes de cobertura do solo. A análise integrada entre a TSS e o NDVI evidenciou que áreas com maior cobertura e vigor vegetativo correlacionam-se a menores temperaturas superficiais, enquanto zonas de solo exposto apresentaram as maiores temperaturas. Essa dinâmica ficou ainda mais evidente ao comparar imagens de diferentes períodos sazonais. Diante da acentuada caducifólia e da fenologia da vegetação do bioma Caatinga, recomenda-se que as avaliações temporais priorizem imagens obtidas na mesma época do ano, garantindo a comparabilidade dos indicadores.

A Figura 4 apresenta os três principais produtos obtidos no levantamento da área do Projeto Brum: o ortomosaico RGB, o NDVI e a temperatura da superfície.

Figura 4. Produtos gerados na sequência da esquerda para direita: ortomosaico RGB, NDVI e temperatura de superfície. Fonte: Autores (2026).

4 CONCLUSÃO

O emprego de drones e de diferentes sensores de captura de imagens constitui uma ferramenta complementar para o acompanhamento de áreas em processo de recuperação, possibilitando a geração de informações espacialmente distribuídas e de alta resolução. A aplicação dessa abordagem no Projeto Brum demonstrou potencial para apoiar o monitoramento contínuo, a avaliação das práticas de recuperação e a tomada de decisões relacionadas ao manejo e à restauração de áreas degradadas.

Ressalta-se, entretanto, que o uso de drones não deve ser compreendido como substituto das metodologias convencionais de avaliação da recuperação, mas como uma ferramenta complementar capaz de integrar diferentes indicadores ambientais. Nesse sentido, os produtos obtidos por sensores embarcados podem ser associados a informações provenientes de análises de fertilidade e qualidade do solo, infiltração de água, atributos físicos e químicos, avaliação da cobertura vegetal e outros parâmetros utilizados no acompanhamento da recuperação de áreas degradadas.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90284

REFERÊNCIAS

AASEN, H.; HONKAVAARA, E.; LUCIEER, A.; ZARCO-TEJADA, P. J. Quantitative remote sensing at ultra-high resolution with UAV spectroscopy: a review of sensor technology, measurement procedures, and data correction workflows. **Remote Sensing**, v. 10, n. 7, p. 1091, 2018.

BARBOSA, A. H. S.; CARVALHO, R. G.; CAMACHO, R. G. V. Aplicação do NDVI para a Análise da Distribuição Espacial da Cobertura Vegetal na Região Serrana de Martins e Porto Alegre – Estado do Rio Grande do Norte. Revista **do Departamento de Geografia**, v. 33, 128 – 143p. 2017.

EMBRAPA**. Estratégias e indicadores para o monitoramento de áreas em processo de restauração ecológica**. Brasília, Distrito Federal: Embrapa, 2015.

FUNCEME. **Recuperação de área degradada em processo de desertificação na sub-bacia hidrográfica do riacho do Brum no município de Jaguaribe-CE.** Fortaleza: FUNCEME, 2016. 223p.

MENDES, B. V.; **Recuperação de áreas degradadas pela "técnica do inóculo**. Fundação Guimarães Duque. Coleção Mossoroense, n. 2199, p.5 – 12, 2002.

OLIVEIRA JUNIOR, I.; PEREIRA, A. J. Evolução do uso e cobertura da terra e vulnerabilidade ambiental nos núcleos de desertificação do bioma Caatinga. **Caderno de Geografia**, v. 33, n. 74, p. 910-938, 2023.

PEREIRA, F. M. **Processamento e composição de imagens aéreas obtidas com VANT**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agronômica) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2022.

REGERT, F. L.; CORTEZ, J. W.; DURANTE, L. G. Y. **Análise da pastagem por meio de imagens RGB obtidas com VANT**. In: ZUFFO, A. M.; AGUILERA, J. G.; MARQUES, L. F. (org.). Inovações em pesquisas agrárias e ambientais: volume *III*. Nova Xavantina, MT: Pantanal, 2024. p. 6-17.

SOUZA, R. S. M.; LOPES, H.; GALLARDO, N. P.; SILVA, M. S. D. Análise do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para identificação de áreas suscetíveis à formação de ilhas de calor urbanas em uma cidade da Amazônia. **Periódicos Brasil: Pesquisa Científica**, v. 5, n. 4, p. 2026.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90284

INTERSECCIONALIDADE E JUSTIÇA CLIMÁTICA NO CAMPO: POLÍTICAS PÚBLICAS DE FOMENTO À AGROECOLOGIA ARTESANAL SOB A ÓTICA DA GESTÃO AMBIENTAL FEMININA

VIVIANE CRISTINA MARTINIUK

RESUMO

Na pequena unidade familiar de base agroecológica, alguém rega a horta, guarda as sementes da safra seguinte e mantém a mata em volta da nascente. Quase sempre é uma mulher. Quase nunca é ela quem recebe pelo serviço ambiental daí decorrente. O estudo parte dessa constatação para investigar por que os instrumentos de fomento e de retribuição por serviços ambientais em vigor no Brasil não alcançam a trabalhadora que exerce, na prática, a gestão ecossistêmica da propriedade. A hipótese aponta para dois fatores combinados: a exigência de titularidade formal da terra, que costuma recair sobre o homem, e a divisão sexual do trabalho no campo, que classifica o cuidado ambiental como ajuda doméstica. O resultado é um filtro burocrático. Quem conserva não recebe. O objetivo geral consiste em propor balizas jurídicas para uma política de bonificação ambiental com recorte de gênero, apoiada na extrafiscalidade e no princípio do protetor-recebedor. Trabalha-se com o método dedutivo, em pesquisa bibliográfico-documental de abordagem qualitativa, mediante análise da Constituição de 1988, do Decreto n. 7.794/2012, da Lei n. 14.119/2021, da Lei n. 11.326/2006 e da Lei n. 11.947/2009, confrontados com a literatura de ecofeminismo, sociologia rural e direito socioambiental. Três resultados se destacam. O arcabouço normativo brasileiro é generoso em diretrizes e escasso em mecanismos de repasse direto. A ausência de critério de gênero nos programas de pagamento por serviços ambientais concentra recursos em quem dispõe de assessoria técnica para se habilitar. A falta de dados desagregados impede medir a externalidade positiva atribuível ao manejo feminino e, com isso, calcular o próprio benefício. A bonificação dirigida à mulher chefe de família não é privilégio: é pagamento por serviço já prestado. Para funcionar, exige prova simplificada, verba de natureza alimentar e impenhorável e fonte orçamentária estável. Limitam o alcance do estudo a ausência de dados primários e a dependência de fontes secundárias.

Palavras-chave: Ecofeminismo jurídico; Extrafiscalidade; Serviços ecossistêmicos.

1 INTRODUÇÃO

Na pequena propriedade familiar, quem seleciona as sementes da próxima safra, dispensa o veneno e mantém a vegetação em volta da nascente é, na maior parte das vezes, uma mulher. A sociologia rural registra o fenômeno há décadas. O Direito, não. A divisão sexual do trabalho no campo trata essas tarefas como extensão do serviço doméstico, e daí decorre um efeito duplo: desvaloriza-se o labor e subestima-se o serviço ambiental que ele produz (Siliprandi, 2015).

Duas lentes ajudam a enxergar o problema. A interseccionalidade, formulada para mostrar que eixos de subordinação se sobrepõem e escapam a análises unidimensionais (Crenshaw, 1989), permite compreender que gênero, classe e posição no território atuam em conjunto no acesso às políticas ambientais. A justiça climática acrescenta a pergunta

DOI: 10.51189/vii-coninters/90287

distributiva: quem suporta os custos da transição ecológica e quem colhe seus benefícios. Postas lado a lado, deslocam o debate da assistência social para a retribuição por serviço efetivamente prestado (Mies; Shiva, 1993).

Daí o problema que orienta a investigação. Por que os instrumentos de fomento e de pagamento por serviços ambientais em vigor não chegam à trabalhadora rural que exerce a gestão ecossistêmica da pequena propriedade familiar? A hipótese aponta para o desenho dos próprios programas. A exigência de titularidade formal e a formalidade documental dos editais funcionam como filtro, de modo que o benefício termina no titular do registro ainda quando a gestão ambiental é de outra pessoa (Paulilo, 2016; Biroli, 2018).

A justificativa é de três ordens. No plano normativo, a Constituição impõe ao Poder Público o dever de proteger o meio ambiente ecologicamente equilibrado e condiciona a propriedade rural ao cumprimento de sua função social, o que abrange a utilização adequada dos recursos naturais (Brasil, 1988). No plano ecológico, sistemas agroecológicos de base familiar sustentam polinização, ciclagem de nutrientes e controle biológico, serviços cuja substituição por insumos comprados é onerosa (Altieri, 2012). No plano jurídico-financeiro, a extrafiscalidade e o princípio do protetor-recebedor já oferecem a base dogmática necessária para converter conduta conservacionista em pagamento (Leite, 2021). Falta articular as três ordens em um mesmo instrumento.

O objetivo geral consiste em propor balizas jurídicas para uma política pública de bonificação ambiental com recorte de gênero, dirigida à mulher chefe de família que pratica agroecologia artesanal, fundada na extrafiscalidade e no princípio do protetor-recebedor.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trabalha-se com o método dedutivo. Parte-se dos princípios da dignidade da pessoa humana, da função socioambiental da propriedade e da proteção ao meio ambiente ecologicamente equilibrado para examinar a disciplina infraconstitucional do fomento agroecológico e da retribuição por serviços ambientais. A abordagem é qualitativa e o procedimento, bibliográfico-documental. Não houve coleta de dados primários.

O corpus documental reúne cinco diplomas, selecionados pela pertinência ao binômio fomento e conservação em regime de agricultura familiar: a Constituição de 1988; a Lei n. 11.326/2006, que fixa as diretrizes da Política Nacional da Agricultura Familiar; a Lei n. 11.947/2009, que vincula parcela dos recursos federais da alimentação escolar à compra de gêneros da agricultura familiar; o Decreto n. 7.794/2012, que institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica; e a Lei n. 14.119/2021, que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais.

O corpus bibliográfico foi composto pela produção em ecofeminismo, sociologia rural e direito socioambiental, escolhida pelo reconhecimento acadêmico no campo. A análise correu em três etapas. Primeiro, leitura analítica dos diplomas, com identificação dos requisitos de acesso a cada benefício. Depois, cotejo desses requisitos com as condições materiais e documentais que a literatura sociológica descreve. Por fim, sistematização das lacunas em categorias, que organizam a seção seguinte. O recorte é normativo-doutrinário e não comporta inferência estatística sobre a magnitude do fenômeno.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Há um descompasso entre o que as normas prometem e aquilo que efetivamente operam. O Decreto n. 7.794/2012 fixa diretrizes de sustentabilidade e inclui a equidade de gênero entre seus objetivos, sem criar mecanismo algum de transferência financeira direta e automática à produtora agroecológica. Já a Lei n. 14.119/2021 organiza a retribuição em torno da figura do provedor contratado, o que pressupõe regularidade documental, capacidade técnica e, quase

sempre, assessoria para habilitação. O efeito prático é uma seleção adversa: beneficia-se quem consegue comprovar, e não necessariamente quem conserva (Santilli, 2020).

O filtro seguinte é documental. A exigência de titularidade ou de comprovação de posse em nome do requerente converte uma questão registral em barreira ambiental, porque a literatura sobre a estrutura agrária brasileira registra a concentração histórica dos títulos em nome masculino, ainda que o art. 189, parágrafo único, da Constituição determine que o título de domínio e a concessão de uso sejam conferidos ao homem ou à mulher, ou a ambos, independentemente do estado civil (Brasil, 1988; Deere, 2021). Gestão ambiental efetiva e legitimidade formal para receber a contrapartida recaem, assim, sobre pessoas distintas.

Um terceiro obstáculo é de mensuração. Sem indicadores desagregados por gênero na produção agroecológica, não se afere a externalidade positiva atribuível ao manejo feminino nem se dimensiona o valor da bonificação. A invisibilidade estatística antecede a jurídica e a sustenta. O que não é medido não entra no orçamento (Siliprandi, 2015; Paulilo, 2016).

Nem tudo, porém, depende de inovação legislativa. A Lei n. 11.947/2009 já vincula no mínimo trinta por cento dos repasses federais da alimentação escolar à aquisição de gêneros oriundos da agricultura familiar, o que demonstra que o mercado institucional funciona como instrumento indireto de fomento, com exigência probatória bem menor que a dos contratos de serviços ambientais. Incluir, nos editais de chamada pública, critério de priorização em favor de unidades produtivas geridas por mulheres é medida de execução imediata e de baixo custo regulatório.

O conjunto dos achados sugere que a superação das lacunas identificadas passa menos pela edição de novo diploma legal e mais pela reengenharia dos critérios de habilitação já existentes. Discriminação positiva, nesse contexto, não significa conceder privilégio. Significa corrigir um desenho institucional que atribui peso decisivo à documentação e peso residual à conduta conservacionista (Antunes, 2022). A extrafiscalidade positiva, ao premiar o comportamento desejado em vez de apenas sancionar o indesejado, fornece a técnica apropriada para essa correção.

Da sistematização decorrem quatro balizas para a política proposta. A primeira é a desburocratização probatória, mediante autodeclaração acompanhada de verificação amostral e uso de sensoriamento remoto. A segunda desvincula o benefício da titularidade formal e o condiciona à aferição da gestão efetiva. A terceira atribui à verba natureza alimentar e impenhorável, assegurando a titularidade individual da mulher. A quarta exige fonte orçamentária estável, imune a contingenciamento discricionário. Todas dialogam com a crítica ecofeminista à separação entre trabalho de cuidado e produção de valor (Federici, 2021) e com a leitura da questão agrária que situa o território como categoria central da disputa por políticas públicas (Sauer, 2021).

4 CONCLUSÃO

A hipótese formulada confirmou-se. O acesso aos instrumentos de fomento e de retribuição ambiental é mediado por requisitos documentais que não coincidem com a gestão ecossistêmica real da pequena propriedade. A trabalhadora rural conserva e não recebe.

Base normativa não falta ao ordenamento brasileiro. A lacuna está na execução. A bonificação com recorte de gênero cabe no arcabouço vigente, mediante ajuste dos critérios de habilitação e da priorização em editais.

O estudo tem limites determinados. A análise é normativo-doutrinária, apoiada em fontes secundárias, e não mensura a magnitude do fenômeno nem estima o custo fiscal da política proposta. Suas conclusões têm alcance propositivo, não confirmatório.

Como continuidade, indica-se pesquisa empírica em territórios determinados, com levantamento de dados desagregados por gênero, construção de indicadores de externalidade positiva e avaliação do impacto orçamentário das balizas aqui sugeridas.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90287

REFERÊNCIAS

ALTIERI, Miguel. **Agroecologia**: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável. 5. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2012.

ANTUNES, Paulo de Bessa. **Direito ambiental**. 23. ed. São Paulo: Atlas, 2022.

BIROLI, Flávia. **Gênero e desigualdades**: os limites da democracia. São Paulo: Boitempo, 2018.

BRASIL. [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidência da República, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 6 set. 2026.

BRASIL. **Decreto n. 7.794, de 20 de agosto de 2012**. Institui a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica. Brasília, DF: Presidência da República, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7794.htm. Acesso em: 6 set. 2026.

BRASIL. **Lei n. 11.326, de 24 de julho de 2006**. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. Brasília, DF: Presidência da República, 2006. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11326.htm. Acesso em: 6 set. 2026.

BRASIL. **Lei n. 11.947, de 16 de junho de 2009**. Dispõe sobre o atendimento da alimentação escolar e do Programa Dinheiro Direto na Escola aos alunos da educação básica; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, 2009. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/l11947.htm. Acesso em: 6 set. 2026.

BRASIL. **Lei n. 14.119, de 13 de janeiro de 2021**. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis n. 8.212, de 24 de julho de 1991, n. 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e n. 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política. Brasília, DF: Presidência da República, 2021. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14119.htm. Acesso em: 6 set. 2026.

CRENSHAW, Kimberlé. Demarginalizing the intersection of race and sex: a black feminist critique of antidiscrimination doctrine, feminist theory and antiracist politics. **University of Chicago Legal Forum**, Chicago, v. 1989, n. 1, p. 139-167, 1989.

DEERE, Carmen Diana. **O gênero da terra**: direitos de propriedade no campo latino-americano. Brasília: Editora UnB, 2021.

FEDERICI, Silvia. **O patriarcado do salário**: notas sobre Marx, gênero e feminismo. São Paulo: Boitempo, 2021.

LEITE, José Rubens Morato. **Manual de direito ambiental**. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2021.

MIES, Maria; SHIVA, Vandana. **Ecofeminism**. London: Zed Books, 1993.

PAULILO, Maria Ignez. **Mulheres rurais e movimentos sociais**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2016.

SANTILLI, Juliana. **Socioambientalismo e novos direitos**. São Paulo: Peirópolis, 2020.

SAUER, Sérgio. **Terras e territórios na questão agrária brasileira**. Brasília: Editora UnB, 2021.

SILIPRANDI, Emma. **Mulheres e agroecologia**: transformando o campo e as florestas. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2015.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90287

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS LIGNOCELULÓSICOS EM COMPÓSITOS DE PLA PARA MANUFATURA ADITIVA: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

JULIO CEZAR BARBOZA SILVA

Introdução: A geração de resíduos agroindustriais constitui um desafio ambiental e, simultaneamente, uma oportunidade para obtenção de matérias-primas destinadas a novos materiais. A incorporação de fibras e partículas lignocelulósicas em matrizes de poli(ácido lático) (PLA) pode associar valorização de resíduos, redução do consumo de polímero e desenvolvimento de materiais para manufatura aditiva. **Objetivo:** Analisar sistematicamente as evidências científicas sobre a utilização de resíduos agroindustriais lignocelulósicos em compósitos de PLA destinados à manufatura aditiva, identificando matérias-primas empregadas, tratamentos, teores de incorporação, condições de processamento e efeitos sobre as propriedades dos materiais. **Metodologia:** Foi realizada uma busca estruturada da literatura, orientada pelas recomendações do PRISMA 2020, abrangendo estudos publicados em português, inglês e espanhol. Foram consultadas fontes bibliográficas multidisciplinares e bases de literatura científica mediante combinações dos termos PLA, ácido polilático, resíduos agroindustriais, resíduos lignocelulósicos, fibras naturais, filamento e impressão 3D. Foram incluídos estudos que utilizaram PLA como matriz e resíduos ou subprodutos agroindustriais como fase incorporada, apresentando resultados relacionados às propriedades do compósito, produção de filamentos ou manufatura aditiva. Os dados foram organizados quanto à origem e tratamento dos resíduos, teor de incorporação, processamento, propriedades mecânicas e térmicas e comportamento durante a impressão. **Resultados:** A literatura evidencia a utilização de diferentes resíduos lignocelulósicos, incluindo bagaço de cana-de-açúcar, fibras vegetais, resíduos de culturas agrícolas e subprodutos agroindustriais. Os resultados indicam que a incorporação pode modificar significativamente resistência, módulo, estabilidade térmica, cristalização e processabilidade, sendo o desempenho dependente do teor, tamanho e tratamento das partículas ou fibras e da interação com a matriz. Teores reduzidos e tratamentos adequados tendem a favorecer o desempenho, enquanto maiores concentrações podem aumentar defeitos, absorção de umidade e dificuldades de extrusão e impressão. **Conclusão:** Compósitos de PLA contendo resíduos agroindustriais apresentam potencial para manufatura aditiva e para modelos de economia circular. Entretanto, permanecem lacunas relacionadas à padronização dos resíduos, compatibilidade interfacial, estabilidade do filamento e quantificação dos benefícios ambientais. A valorização de resíduos regionais, como os provenientes da cadeia sucroenergética, constitui oportunidade para o desenvolvimento de materiais de maior valor agregado.

Palavras-chave: **ECONOMIA CIRCULAR; MANUFATURA ADITIVA; RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90288

EFETIVIDADE DOS DIREITOS SOCIAIS EM TERRITÓRIOS DE REFORMA AGRÁRIA: MÍNIMO EXISTENCIAL E RESERVA DO POSSÍVEL

VIVIANE CRISTINA MARTINIUK

RESUMO

Entre a norma que promete prestações estatais e a vida concreta dos assentamentos há uma distância que o constitucionalismo brasileiro ainda não venceu. O estudo examina como a doutrina trata a tensão entre duas peças desse impasse: o mínimo existencial, núcleo irredutível da dignidade, e a reserva do possível, cláusula invocada como limite orçamentário à concretização dos direitos sociais no meio rural. A hipótese é de que o dissenso doutrinário não é neutro, pois cada corrente conduz a resultado diverso na tutela jurisdicional, ora ampliando, ora restringindo a proteção das famílias assentadas. O objetivo geral consiste em mapear criticamente o estado da arte, confrontando as concepções concorrentes de mínimo existencial, as leituras da cláusula limitadora e sua articulação com a agroecologia, a educação do campo e a sucessão geracional. Adota-se revisão bibliográfica qualitativa. A seleção das fontes obedeceu à pertinência temática e à representatividade das correntes em disputa, seguindo-se leitura analítica e cotejo comparativo, sem coleta de dados primários. Os resultados mostram que a concepção que atribui ao mínimo existencial natureza de regra dotada de eficácia positiva protege mais do que a leitura restritiva ancorada na liberdade, enquanto a via ponderativa, embora tecnicamente refinada, transfere ao caso concreto uma indeterminação capaz de fragilizar a exigibilidade. Quanto à reserva do possível, o transplante acrítico de uma cláusula concebida em contexto de bem-estar consolidado tem servido para legitimar a omissão estatal, quando dela se deveria exigir demonstração concreta da impossibilidade, e não alegação genérica de escassez. Conclui-se que reduzir o hiato entre norma e realidade depende menos de novos enunciados legais do que do amadurecimento doutrinário e jurisprudencial em torno da prevalência do núcleo mínimo da dignidade sobre o argumento orçamentário.

Palavras-chave: Agroecologia; Dignidade da pessoa humana; Educação do campo.

1 INTRODUÇÃO

A questão agrária brasileira carrega a marca da concentração fundiária e da exclusão das populações do campo. A reforma agrária respondeu a esse quadro com algo mais amplo que a redistribuição de terras: prometeu reconstruir a cidadania no meio rural. A promessa esbarra na distância entre a norma que assegura direitos sociais e a realidade que se recusa a cumpri-la, distância que a teoria constitucional traduz no conceito de efetividade (Barroso, 2006).

Uma distinção preliminar evita que o debate se dissolva em imprecisão. Eficácia jurídica designa a aptidão abstrata da norma para produzir efeitos no plano do dever ser. Efetividade, ou eficácia social, designa a concretização do comando na realidade fática. É essa segunda dimensão que estrutura a teoria da aplicabilidade das normas constitucionais e delimita o objeto aqui examinado (Silva, 2007).

O problema de pesquisa formula-se nos seguintes termos: como a doutrina constitucional brasileira concebe a tensão entre a garantia do mínimo existencial e a cláusula da reserva do possível na efetivação dos direitos sociais em territórios de reforma agrária? A

DOI: 10.51189/vii-coninters/90289

hipótese sustenta que o dissenso está longe de ser neutro. Cada corrente conduz a um resultado distinto no plano da tutela jurisdicional, ampliando ou restringindo a proteção conferida às famílias assentadas.

Justifica-se a investigação pela dispersão de uma literatura que transita entre o direito constitucional, a sociologia rural e a agroecologia, e pela utilidade de reuni-la sob a chave da efetividade, superando o tratamento fragmentário que costuma receber. O objetivo geral consiste em mapear criticamente o estado da arte doutrinário sobre a efetividade dos direitos sociais no campo, examinando as concepções concorrentes de mínimo existencial, confrontando as leituras da reserva do possível e articulando esses institutos com a doutrina da agroecologia, da educação do campo e da sucessão rural.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A investigação é uma revisão de literatura de natureza qualitativa, voltada ao mapeamento crítico do estado da arte doutrinário. Não há coleta de dados primários nem pretensão empírica. O método é o dedutivo: parte-se dos princípios da dignidade da pessoa humana e da força normativa da Constituição para o exame dos institutos em disputa.

A seleção das fontes obedeceu a dois critérios cumulativos, a pertinência temática ao binômio exigibilidade e limite orçamentário e a representatividade das correntes em confronto. Privilegiaram-se obras de referência do direito constitucional e da teoria dos direitos fundamentais, complementadas pela produção consolidada em desenvolvimento rural, educação do campo e sucessão geracional, de modo a assegurar a pluralidade das matrizes teóricas.

O tratamento do material combinou leitura analítica e cotejo comparativo. A técnica não se limita a resumir cada autor: busca explicitar convergências e, sobretudo, divergências, porque é no dissenso que reside a densidade de uma revisão. Confrontaram-se as concepções rígida, restritiva e ponderativa do mínimo existencial, bem como a formulação original da reserva do possível e sua crítica, articulando-as ao final com as categorias do território rural. A abordagem manteve-se multidimensional, transitando entre a dogmática dos institutos, seus fundamentos axiológicos e a dimensão sociológica da relação entre a norma e a realidade do campo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ponto de partida dogmático está na superação da leitura que reduzia os direitos sociais a normas meramente programáticas. Coube à doutrina brasileira da efetividade reivindicar para as normas constitucionais a aptidão de produzir efeitos concretos e vinculantes, e não apenas de orientar a atuação futura do legislador (Barroso, 2006). A teoria das dimensões situa os direitos sociais como expressão de segunda dimensão, marcada pela exigência de prestações positivas voltadas à igualdade material (Bonavides, 1998), enquanto a doutrina da constituição dirigente reafirma a vinculação do legislador a fins e tarefas, sem desconhecer os limites que a facticidade impõe (Canotilho, 2003).

O mínimo existencial, por sua vez, é conceito em disputa, e a disputa é estrutural. Três concepções concorrem. A primeira identifica o instituto com o conteúdo essencial do princípio da dignidade e lhe atribui natureza de regra, dotada de eficácia jurídica positiva ou simétrica, judicialmente exigível independentemente de interposição legislativa (Barcellos, 2008). A segunda, de matriz kantiana, ancora o mínimo existencial na liberdade e não na igualdade, e o reconhece como conceito operacional carente de conteúdo normativo específico, a ser densificado diante do caso concreto (Torres, 2009). A terceira trata os direitos fundamentais sociais como princípios submetidos a ponderação, dos quais se extrai direito subjetivo definitivo apenas quando o princípio da liberdade fática prevalece sobre os princípios formais da competência do legislador e da reserva orçamentária (Alexy, 2008; Leivas, 2006).

DOI: 10.51189/vii-coninters/90289

O confronto entre as três posições tem consequências práticas imediatas. Qualificado como regra, o mínimo existencial sai do debate orçamentário e passa ao plano da exigibilidade direta. Lido de modo restritivo, produz um núcleo mais enxuto de prestações incondicionais e amplia a esfera sujeita à discricionariedade. Submetido a ponderação, ganha em sofisticação técnica o que perde em previsibilidade, pois a indeterminação transferida ao caso concreto pode enfraquecer a posição do titular. A escolha teórica do intérprete condiciona, portanto, a extensão da proteção que chega à família assentada.

Do outro lado está o polo do limite. A reserva do possível nasceu na jurisprudência constitucional alemã para exprimir a ideia de que a prestação estatal se condiciona àquilo que o indivíduo pode razoavelmente exigir da coletividade. A doutrina distingue nela uma dimensão fática, relativa à disponibilidade material de recursos, e uma dimensão jurídica, relativa à existência de autorização orçamentária (Sarlet, 2012). Sem essa distinção, a invocação da cláusula torna-se arbitrária, e a imprecisão terminológica que confunde falta de verba com ausência de recursos materiais passa despercebida (Torres, 2009).

A crítica ao transplante do instituto é contundente. Um direito social submetido à reserva dos cofres cheios equivale, na prática, a nenhuma vinculação jurídica do Estado, e a transposição de cláusula concebida em contexto de bem-estar consolidado para uma realidade de graves carências sociais tem servido para legitimar a omissão e inverter o ônus da prova contra o titular do direito (Krell, 2002). A objeção não nega os limites materiais da atuação estatal. Recusa apenas que sejam presumidos ou alegados de modo genérico. Quando a via administrativa permanece inerte, o controle jurisdicional reclama parâmetros ético-jurídicos que compatibilizem a exigibilidade com a capacidade institucional e a separação de poderes (Sarmento, 2008), reconhecendo-se que o descumprimento do núcleo mínimo legitima a intervenção nas políticas públicas, independentemente de lei ou de atuação administrativa prévia (Grinover, 2011).

Da dogmática se passa à materialidade do território. A agroecologia comparece aqui não como técnica de cultivo, e sim como enfoque científico de perspectiva multidimensional, que abrange as esferas econômica, social, ambiental, cultural, política e ética (Caporal; Costabeber, 2004). Apresenta-se, ao mesmo tempo, como ciência, prática produtiva e movimento social, e recupera os processos ecológicos do agroecossistema como fundamento de um manejo apto a perdurar (Gliessman, 2000). A reabilitação epistêmica do saber camponês, historicamente subalternizado pela lógica agroquímica, atribui estatuto cognitivo legítimo ao conhecimento transmitido entre gerações (Altieri, 2012). Daí a dependência entre o projeto agroecológico e a permanência das famílias no campo.

Tomados em espécie, os direitos sociais revelam a mesma tensão. A educação do campo, gestada na atuação dos movimentos sociais rurais, recusa a transposição mecânica do modelo escolar urbano e reivindica projeto pedagógico ancorado nos modos de vida, na cultura e na temporalidade produtiva das populações camponesas (Arroyo; Caldart; Molina, 2004). A literatura sobre sucessão rural, por sua vez, descreve um êxodo seletivo, mais acentuado entre as mulheres jovens, que masculiniza a juventude remanescente e ameaça a reprodução social da agricultura familiar e dos assentamentos (Abramovay *et al.*, 1998).

O que emerge do conjunto é uma interdependência de caráter sistêmico. Permanência digna pressupõe educação, saúde, alimentação e infraestrutura operando juntas, de modo que a fragilidade de uma dimensão repercute sobre as demais e compromete a cidadania rural inteira. Efetividade, nesse quadro, não é problema setorial. É condição de sustentabilidade dos territórios de reforma agrária ao longo do tempo, o que torna incompatível com o objeto qualquer tratamento fragmentário dos direitos (Silva, 2007).

DOI: 10.51189/vii-coninters/90289

4 CONCLUSÃO

A revisão confirmou a hipótese. O dissenso doutrinário sobre o mínimo existencial e a reserva do possível produz consequências opostas na tutela jurisdicional. A escolha teórica do intérprete condiciona a proteção que chega às famílias assentadas.

A concepção que atribui ao mínimo existencial natureza de regra exigível protege mais do que a leitura restritiva ancorada na liberdade. A via ponderativa, tecnicamente sofisticada, transfere ao caso concreto uma indeterminação que pode fragilizar a exigibilidade.

A crítica ao transplante acrítico da reserva do possível mostrou-se decisiva. Impede que a alegação genérica de escassez vire salvo-conduto da omissão estatal. Compreendida em suas duas dimensões, a cláusula exige demonstração concreta da impossibilidade.

Os limites do estudo são determinados. Trata-se de revisão bibliográfica, sem dados primários e sem aferição territorial da concretização dos direitos examinados. As conclusões têm alcance teórico, não diagnóstico.

Como continuidade, indica-se pesquisa empírica que, ancorada neste referencial, examine em assentamentos determinados o grau de realização das prestações discutidas, convertendo a reflexão doutrinária em diagnóstico da realidade vivida no campo.

REFERÊNCIAS

ABRAMOVAY, Ricardo *et al.* **Juventude e agricultura familiar**: desafios dos novos padrões sucessórios. Brasília: Edições UNESCO, 1998.

ALEXY, Robert. **Teoria dos direitos fundamentais**. Tradução de Virgílio Afonso da Silva. São Paulo: Malheiros, 2008.

ALTIERI, Miguel A. **Agroecologia**: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3. ed. São Paulo; Rio de Janeiro: Expressão Popular; AS-PTA, 2012.

ARROYO, Miguel Gonzalez; CALDART, Roseli Salete; MOLINA, Mônica Castagna (org.). **Por uma educação do campo**. Petrópolis: Vozes, 2004.

BARCELLOS, Ana Paula de. **A eficácia jurídica dos princípios constitucionais**: o princípio da dignidade da pessoa humana. 2. ed. Rio de Janeiro: Renovar, 2008.

BARROSO, Luís Roberto. **O direito constitucional e a efetividade de suas normas**: limites e possibilidades da Constituição brasileira. Rio de Janeiro: Renovar, 2006.

BONAVIDES, Paulo. **Curso de direito constitucional**. 7. ed. São Paulo: Malheiros, 1998.

CANOTILHO, José Joaquim Gomes. **Direito constitucional e teoria da Constituição**. 7. ed. Coimbra: Almedina, 2003.

CAPORAL, Francisco Roberto; COSTABEBER, José Antônio. **Agroecologia**: alguns conceitos e princípios. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA, 2004.

GLIESSMAN, Stephen R. **Agroecologia**: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 2000.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90289

GRINOVER, Ada Pellegrini. O controle jurisdicional de políticas públicas. *In*: GRINOVER, Ada Pellegrini; WATANABE, Kazuo (coord.). **O controle jurisdicional de políticas públicas**. Rio de Janeiro: Forense, 2011.

KRELL, Andreas Joachim. **Direitos sociais e controle judicial no Brasil e na Alemanha**: os (des)caminhos de um direito constitucional comparado. Porto Alegre: Sergio Antonio Fabris, 2002.

LEIVAS, Paulo Gilberto Cogo. **Teoria dos direitos fundamentais sociais**. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2006.

SARLET, Ingo Wolfgang. **A eficácia dos direitos fundamentais**: uma teoria geral dos direitos fundamentais na perspectiva constitucional. 11. ed. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2012.

SARMENTO, Daniel. A proteção judicial dos direitos sociais: alguns parâmetros ético-jurídicos. *In*: SOUZA NETO, Cláudio Pereira de; SARMENTO, Daniel (coord.). **Direitos sociais**: fundamentos, judicialização e direitos sociais em espécie. Rio de Janeiro: Lumen Juris, 2008.

SILVA, José Afonso da. **Aplicabilidade das normas constitucionais**. 7. ed. São Paulo: Malheiros, 2007.

TORRES, Ricardo Lobo. **O direito ao mínimo existencial**. Rio de Janeiro: Renovar, 2009.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90289

CRÉDITO DE CARBONO DE AGRICULTURA REGENERATIVA: O ELO ENTRE FINANÇAS SUSTENTÁVEIS E SEGURANÇA ALIMENTAR

MARIANE PIRES BATISTA; CLARISSA BUENO WANDSCHEER

RESUMO

As mudanças climáticas exigem mecanismos financeiros capazes de redirecionar recursos para a transição a uma economia de baixo carbono, ao mesmo tempo em que o Brasil precisa conciliar a expansão da produção agropecuária com a redução das emissões e a preservação da capacidade produtiva do solo, condição essencial à segurança alimentar das próximas gerações. Nesse cenário, o crédito de carbono oriundo da agricultura regenerativa configura-se como elo entre as finanças sustentáveis e a segurança alimentar, ao monetizar práticas como plantio direto, rotação de culturas, integração lavoura-pecuária-floresta e uso de culturas de cobertura, convertendo o sequestro de carbono no solo em ativo financeiro negociável e, assim, catalisando a adoção dessas práticas pelo produtor rural. Diante desse contexto, o estudo teve como objetivo analisar, sob a ótica das finanças sustentáveis, como esse instrumento se consolida como elo entre o sistema financeiro e a segurança alimentar, mapeando sua trajetória de geração até a estruturação como ativo financeiro negociável. A pesquisa caracteriza-se como exploratória-descritiva, de natureza qualitativa e abordagem dedutiva, fundamentada em revisão bibliográfica e análise documental de normativas do Banco Central do Brasil, da Comissão de Valores Mobiliários, da B3 e de metodologias de certificadoras internacionais. Os resultados evidenciam que a monetização das práticas regenerativas amplia o incentivo a praticas com maior produtividade na mesma área cultivada e fortalece a resiliência climática dos sistemas agrícolas, ao mesmo tempo em que expõe desafios de mensuração, relato e verificação, cujos custos elevados tendem a restringir o acesso a geração de créditos de alta integridade a grandes extensões de terra. Constatou-se, ainda, que a confiança do mercado depende diretamente da integridade dos créditos, exigindo metodologias robustas de certificação. Conclui-se que a valorização das práticas regenerativas representa oportunidade estratégica para o Brasil consolidar ativos de crédito de carbono de alta integridade, negociáveis no mercado voluntário global e potencialmente integráveis ao sistema cap-and-trade do SBCE, articulando mitigação climática, segurança alimentar e desenvolvimento sustentável do setor agropecuário.

Palavras-chave: ESG; Mudanças Climáticas; Agricultura Sustentável

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas ocupam posição central nos debates globais sobre riscos futuros, exigindo esforços coordenados para a transição rumo a uma economia de baixo carbono. De acordo com o Fórum Econômico Mundial, cinco dos dez principais riscos globais da próxima década estão diretamente relacionados ao meio ambiente, evidenciando a necessidade de mecanismos financeiros capazes de impulsionar práticas sustentáveis (WWF, 2024). Nesse contexto, as finanças sustentáveis desempenham papel estratégico ao direcionar recursos para atividades que promovam sustentabilidade e mitigação das emissões de carbono (Chala; Demidov, 2024).

DOI: 10.51189/vii-coninters/90297

No Brasil, o agronegócio ocupa posição de destaque na economia nacional e, simultaneamente, está associado a atividades intensivas em emissões de gases de efeito estufa (Silva; Maia, 2022). Esse duplo papel do setor impõe um desafio adicional: garantir a segurança alimentar em um cenário de intensificação dos eventos climáticos extremos, que comprometem a produtividade agrícola e ameaçam a estabilidade dos sistemas de produção de alimentos. A necessidade de conciliar o aumento da produção agropecuária com a redução das emissões e a preservação da capacidade produtiva do solo reforça a urgência de modelos que integrem mitigação climática e manutenção da oferta de alimentos. Diante disso, a regulação das finanças sustentáveis torna-se essencial para alinhar o sistema financeiro aos compromissos climáticos assumidos pelo país, especialmente aqueles estabelecidos no Acordo de Paris (Mok; Lau, 2025). Nesse cenário, a agricultura regenerativa apresenta-se como uma estratégia promissora, uma vez que práticas como plantio direto, rotação de culturas, integração lavoura-pecuária-floresta e uso de culturas de cobertura contribuem simultaneamente para o sequestro de carbono no solo, a redução das emissões de gases de efeito estufa e a manutenção da fertilidade necessária à produção contínua de alimentos (Cherubin *et al.*, 2024).

Além dos benefícios ambientais e produtivos, essas práticas possibilitam a geração de créditos de carbono, comercializados tanto em mercados voluntários quanto regulados e constituídos como instrumentos econômicos voltados à mitigação climática e, de forma indireta, à segurança alimentar, ao viabilizar fonte adicional de renda que incentiva a permanência do produtor rural na atividade e a adoção de práticas de manejo sustentável (Adhisankaran *et al.*, 2024). Cada crédito representa uma tonelada de dióxido de carbono equivalente (tCO_2e) reduzida ou removida da atmosfera, podendo ser utilizada para compensação de emissões ou negociação em mercados específicos (Maciel *et al.*, 2009).

Entretanto, apesar do crescimento das pesquisas sobre agricultura regenerativa e mercados de carbono, ainda existem lacunas relacionadas à compreensão da trajetória desses créditos desde sua geração em projetos agrícolas até sua estruturação como ativos financeiros negociáveis, bem como sobre a forma como essa trajetória se articula com a manutenção da capacidade produtiva do solo e, consequentemente, com a segurança alimentar. Além disso, a integridade ambiental desses créditos constitui um desafio relevante, sobretudo diante do risco de práticas de greenwashing. Nesse sentido, processos rigorosos de certificação, monitoramento e verificação tornam-se indispensáveis para assegurar que os créditos representem reduções reais, mensuráveis e adicionais de emissões (Prairie; King; Cotrufo, 2023).

Diante desse contexto, este estudo tem como objetivo analisar, sob a ótica das finanças sustentáveis, como o crédito de carbono oriundo de projetos de agricultura regenerativa se consolida como elo entre as finanças sustentáveis e a segurança alimentar, ao monetizar práticas de manejo sustentável do solo e, com isso, catalisar sua adoção em escala pelo produtor rural. Busca-se mapear a trajetória desse ativo desde sua geração até sua estruturação como instrumento financeiro negociável, compreender os processos de certificação e verificação envolvidos, bem como identificar desafios e oportunidades relacionados à sua integração ao mercado financeiro brasileiro, especialmente no contexto regulatório do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE).

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa caracteriza-se como exploratória-descritiva, de natureza qualitativa e abordagem dedutiva, fundamentada em revisão bibliográfica e análise documental (Creswell, 2003). A revisão bibliográfica reuniu artigos científicos, livros, documentos institucionais e normativas regulatórias em bases como Google Scholar, Scopus, Scielo e Periódicos CAPES, a partir dos descritores “finanças sustentáveis”, “crédito de carbono”, “agricultura regenerativa”, “segurança alimentar”, “sustainable finance” e “carbon credit”.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90297

A análise documental contemplou normativas do Banco Central do Brasil (BACEN), da Comissão de Valores Mobiliários (CVM) e da B3, documentos vinculados ao Acordo de Paris e à UNFCCC, metodologias de certificadoras internacionais como Verra e Gold Standard, com ênfase na metodologia ALM (Agricultural Land Management), além dos Princípios Fundamentais do Carbono do Conselho de Integridade para o Mercado Voluntário de Carbono (ICVCM), utilizados como referencial normativo para os critérios de integridade ambiental dos créditos de carbono. Os dados foram submetidos à análise de conteúdo conforme Bardin (2011), categorizados em eixos temáticos relacionados à trajetória do crédito de carbono, mecanismos de integridade ambiental, regulamentação financeira e oportunidades associadas à agricultura regenerativa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados evidenciam o papel central das finanças sustentáveis na transição para uma economia de baixo carbono, impulsionada pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e pelo Acordo de Paris. No Brasil, destacam-se as Resoluções CMN nº 4.943, 4.944 e 4.945/2021 (BACEN, 2021) e a Resolução CVM nº 175/2022, que reconheceu os créditos de carbono como ativos elegíveis para composição de fundos de investimento (CVM, 2022), consolidando o crédito de carbono como instrumento financeiro apto a canalizar capital para práticas produtivas sustentáveis.

É nesse ponto que reside o elo entre as finanças sustentáveis e a segurança alimentar: ao atribuir valor monetário ao carbono sequestrado, o crédito de carbono transforma-se em mecanismo de incentivo econômico à adoção de práticas regenerativas, funcionando como catalisador da transição do manejo convencional para sistemas de produção mais resilientes. Práticas como plantio direto, rotação de culturas e integração lavoura-pecuária-floresta apresentam elevado potencial de sequestro de carbono (Cherubin *et al.*, 2019) e, simultaneamente, contribuem para a fertilidade do solo, a biodiversidade e a resiliência dos sistemas agrícolas frente a eventos climáticos extremos (Giller *et al.*, 2021). Ao viabilizar aumento de produtividade na mesma área já incorporada ao sistema produtivo, a monetização dessas práticas dispensa a abertura de novas áreas, reforçando seu papel como instrumento de incentivo à produção sustentável de alimentos e à segurança alimentar das próximas gerações. A metodologia VM0042 - ALM, amplamente utilizada em projetos certificados pela Verra, destaca-se como principal instrumento de quantificação das reduções de emissões e do aumento de carbono orgânico no solo, servindo de base técnica para a estruturação desses ativos.

A robustez desse instrumento financeiro depende, contudo, da observância de critérios técnicos que sustentam sua integridade ambiental. O primeiro é a adicionalidade, segundo a qual o projeto deve comprovar que a redução ou remoção de carbono não ocorreria sem o incentivo financeiro proporcionado pela venda dos créditos, distinguindo mitigação real de mero ajuste contábil (Silva, 2025; CTE, 2024). O segundo é a permanência, que exige que o carbono sequestrado no solo permaneça retido a longo prazo, sem risco de reversão para a atmosfera em razão de mudanças de manejo ou de eventos climáticos adversos. O terceiro é a prevenção da dupla contagem, pela qual a mesma tonelada de dióxido de carbono equivalente reduzida ou removida não pode ser contabilizada por mais de um agente, projeto ou país. O quarto é a adoção de linhas de base confiáveis, que devem refletir com precisão o cenário de referência sem o projeto, evitando estimativas infladas de adicionalidade (Integridade ESG, 2024).

Esses quatro critérios foram consolidados internacionalmente pelos Princípios Fundamentais do Carbono (Core Carbon Principles), estabelecidos pelo Conselho de Integridade para o Mercado Voluntário de Carbono (ICVCM, 2024), órgão independente que exige transparência de dados e auditoria independente ao longo de toda a cadeia de valor do crédito, da geração no campo até a negociação no mercado. É a observância desses parâmetros

que confere ao crédito de carbono de agricultura regenerativa a condição de ativo de alta integridade, apto a sustentar a confiança de compradores e investidores tanto no mercado voluntário global quanto em uma eventual integração ao sistema regulado brasileiro.

Contudo, a operacionalização desses critérios esbarra em desafios relacionados aos processos de mensuração, relato e verificação (MRV). A ausência de padronização global e as dificuldades técnicas de quantificação do carbono orgânico no solo elevam os custos de certificação, o que tende a restringir a viabilidade econômica de projetos de alta integridade a grandes extensões de terra, em detrimento de pequenos e médios produtores (Prairie; King; Cotrufo, 2023). Esses custos de MRV constituem, assim, uma barreira de escala que condiciona a inclusão de diferentes perfis de produtores rurais ao mercado de carbono.

A integridade ambiental dos créditos permanece, portanto, condição determinante para a confiança do mercado: sem metodologias robustas de certificação e monitoramento, o risco de *greenwashing* compromete a credibilidade dos ativos e a disposição de investidores em remunerar essas práticas (Adhisankaran *et al.*, 2024). Nesse sentido, a criação do Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões (SBCE), pela Lei nº 15.042/2024, representa avanço relevante na estruturação de um mercado regulado sob o modelo cap-and-trade, ao mesmo tempo em que abre caminho para a integração entre o mercado voluntário e o mercado regulado brasileiro. Créditos de carbono de agricultura regenerativa com integridade comprovada tendem a se qualificar tanto para negociação no mercado voluntário global quanto, prospectivamente, para uso como mecanismo de compensação dentro do sistema cap-and-trade do SBCE, à medida que a regulamentação nacional avança.

Nesse cenário, a agricultura regenerativa configura-se como oportunidade estratégica para o Brasil valorizar suas práticas produtivas, articulando ganhos de produtividade na mesma área cultivada, maior resiliência climática dos sistemas agrícolas e geração de renda ao produtor rural por meio da comercialização de ativos de carbono de alta integridade, alinhados tanto às exigências do mercado voluntário global quanto ao arcabouço regulatório em consolidação no país.

4 CONCLUSÃO

A pesquisa confirmou que o crédito de carbono de agricultura regenerativa consolida-se como elo entre as finanças sustentáveis e a segurança alimentar, ao monetizar práticas de manejo sustentável do solo e, dessa forma, catalisar sua adoção pelo produtor rural. Essa monetização traduz-se em ganhos concretos: aumento da produtividade na mesma área já cultivada e maior resiliência climática dos sistemas agrícolas, o que reforça o papel do instrumento como mecanismo de incentivo à produção sustentável de alimentos e, consequentemente, à segurança alimentar das próximas gerações.

Persistem, contudo, desafios relevantes à consolidação desse mercado. Os processos de mensuração, relato e verificação (MRV) ainda carecem de padronização, e seus custos elevados tendem a restringir a viabilidade de projetos de alta integridade a grandes extensões de terra, limitando a escala de participação de pequenos e médios produtores. A integridade ambiental dos créditos permanece, assim, condição indispensável para sustentar a confiança do mercado e atrair capital para o setor.

Do ponto de vista regulatório, identifica-se oportunidade estratégica para o Brasil valorizar suas práticas regenerativas por meio de ativos de crédito de carbono de alta integridade, aptos à negociação no mercado voluntário global e, prospectivamente, integráveis ao sistema cap-and-trade do SBCE, à medida que a regulamentação nacional avança. Conclui-se que a articulação entre finanças sustentáveis, agricultura regenerativa e segurança alimentar depende do enfrentamento conjunto dos desafios de MRV, custo e escala, de modo a consolidar um mercado de carbono confiável e alinhado ao desenvolvimento sustentável do setor agropecuário brasileiro. Como limitação, destaca-se a natureza exploratória do estudo, de

DOI: 10.51189/vii-coninters/90297

caráter bibliográfico e documental; sugere-se, para pesquisas futuras, a análise empírica de projetos certificados no âmbito da Verra e SBCE.

REFERÊNCIAS

ADHISANKARAN, Kandasamy et al. Agricultural carbon credits: A pathway to environmental sustainability. Plant Science Today, 2024.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. Resoluções CMN nº 4.943, 4.944 e 4.945, de 15 de setembro de 2021. Brasília: BCB, 2021.

BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. Lisboa: Edições 70, 2011.

CHALA, V.; DEMIDOV, B. Theoretical aspects of green financing for providing sustainable development. Economic Scope, n. 193, p. 37-45, 2024.

CHERUBIN, M. R. et al. Carbon farming initiative: a national-scale public-private partnership to promote regenerative agriculture in Brazil. Experimental Agriculture, v. 60, 2024.

CHERUBIN, M. R. et al. Potential of no-tillage agriculture to sequester carbon and mitigate climate change in Brazil. Soil and Tillage Research, v. 186, p. 36-45, 2019.

CRESWELL, John W. Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto. Porto Alegre: Artmed, 2003.

CVM. Comissão de Valores Mobiliários. Resolução CVM nº 175, de 23 de dezembro de 2022. Rio de Janeiro: CVM, 2022.

GILLER, K. E. et al. Regenerative Agriculture: An agronomic perspective. Outlook on Agriculture, v. 50, n. 1, p. 13-25, 2021.

ICVCM. Integrity Council for the Voluntary Carbon Market. Core Carbon Principles. Londres: ICVCM, 2024. Disponível em: https://icvcm.org/core-carbon-principles/. Acesso em: 3 set. 2026.

MACIEL, C. V. et al. Crédito de carbono: comercialização e contabilização a partir de projetos de mecanismo de desenvolvimento. RIC - Revista de Informação Contábil, v. 3, n. 1, p. 89-112, 2009.

MOK, Lionel Wilson; LAU, Peter Chi Choi. Leakage in the common ground: how misalignment in sustainable finance taxonomies impacts cross-border capital flows. Journal of Sustainable Finance & Investment, v. 15, n. 3, p. 688-713, 2025.

PRAIRIE, J.; KING, M.; COTRUFO, M. Sustainable agriculture through soil carbon management: a regenerative framework. Soil Biology & Biochemistry, v. 175, p. 108874, 2023.

SILVA, L. F.; MAIA, S. M. F. Emissões e sustentabilidade no agronegócio brasileiro. Revista de Gestão Ambiental, 2022.

WWF. World Economic Forum. Global Risks Report 2024. Disponível em: https://www.weforum.org/stories/2024/01/global-risks-report-2024/. Acesso em: dez. 2024.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90297

ECOANSIEDADE EM ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS: PANORAMA E TENDÊNCIAS DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA (2022–2026)

AYARA LETÍCIA BENTES DA SILVA; GESUINO CARLOS CANINDE SILVA; HOMERO VILAR CORREA ; JOSÉ DE ARIMATEIA RODRIGUES DO REGO; CAMILA CARVALHO RAMOS; DAVI DO SOCORRO BARROS BRASIL

RESUMO

A intensificação das crises ecológicas tem ampliado a atenção às repercussões psicológicas associadas às mudanças ambientais, entre elas a ecoansiedade. Contudo, a produção científica voltada especificamente a estudantes universitários apresenta diferentes abordagens e perspectivas, o que evidencia a necessidade de sistematizar esse campo de investigação. Este estudo objetivou analisar o panorama da produção científica sobre ecoansiedade em estudantes universitários indexado na *Scopus* entre 2022 e 2026. Realizou-se uma revisão sistemática da literatura, conduzida conforme as diretrizes PRISMA 2020. A estratégia de busca combinou os termos "*Eco-anxiety*" *AND* "*university student*" nos campos título, resumo e palavras-chave. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade e exclusão, 19 estudos compuseram o corpus final. Foram analisadas a evolução temporal das publicações, a distribuição entre as áreas do conhecimento, a coocorrência de palavras-chave e as principais temáticas dos artigos mais citados. Os resultados evidenciaram o crescimento recente da produção, com 57,9% dos estudos publicados em 2026. Entre as classificações temáticas atribuídas pela *Scopus*, Medicina concentrou 22,8% das ocorrências, seguida por Ciências Sociais e Psicologia, ambas com 14,0%. As principais tendências relacionaram ecoansiedade, mudanças climáticas, saúde mental, comportamento pró-ambiental, sustentabilidade e percepção ambiental, indicando o caráter multidisciplinar das investigações. Também se observou que os estudos mais citados se concentram, sobretudo, na mensuração da ecoansiedade, em suas relações com saúde mental e estratégias de enfrentamento e em sua aproximação com atitudes e comportamentos sustentáveis. Conclui-se que o campo está em expansão e avança para perspectivas mais integradas entre sofrimento ecológico, saúde mental e ação ambiental. Como contribuição, os achados sistematizam uma produção ainda dispersa e apontam uma agenda de pesquisas futuras voltada à compreensão dos fatores que aproximam ou distanciam a preocupação ambiental de decisões e comportamentos concretos no contexto universitário.

Palavras-chave: Comportamento pró-ambiental; Mudanças climáticas; Saúde mental.

1 INTRODUÇÃO

A aceleração das crises ecológicas globais e a intensificação dos desastres socioambientais têm ampliado a discussão acerca das repercussões psicológicas e existenciais decorrentes das mudanças ambientais (Silva, 2026). Entre elas, a ecoansiedade vem ganhando espaço na literatura por representar uma forma de sofrimento relacionada à percepção da degradação ambiental e da vulnerabilidade dos sistemas naturais. Hogg *et al.* (2021) a definem como uma inquietação mental e uma desestabilização emocional associadas à perspectiva de desastres ambientais e à percepção da vulnerabilidade sistêmica da Terra.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90298

No contexto universitário, essa discussão adquire uma relevância particular, estudantes do ensino superior vivenciam uma etapa marcada por escolhas estruturais de longo prazo, como a definição de trajetórias profissionais e o planejamento familiar, decisões que podem ser atravessadas pelas preocupações relacionadas às mudanças climáticas (Daeninck; Kioupi; Vercammen, 2023). Adicionalmente, a exposição a informações sobre degradação ambiental e riscos climáticos também coloca esse grupo em uma posição relevante para compreender de que modo preocupações ecológicas se relacionam com a saúde mental, a percepção ambiental e as práticas sustentáveis.

As revisões sistemáticas recentes mostram que a ecoansiedade vem sendo examinada por diferentes perspectivas. Rana *et al.* (2026) analisaram a relação entre ecoemoções, saúde mental e bem-estar de jovens adultos; Bhupati *et al.* (2026) investigaram respostas comunitárias e baseadas na natureza para o sofrimento climático. Nesse cenário, Niedzwiedz, Kankawale e Katikireddi (2025) sistematizaram fatores sociais, políticos e geográficos associados à ecoansiedade em crianças e jovens; e Ramsay *et al.* (2025) examinaram propriedades psicométricas de instrumentos destinados à mensuração do sofrimento relacionado às mudanças climáticas. Apesar desse relativo avanço, as evidências especificamente direcionadas a estudantes universitários ainda se encontram distribuídas entre diferentes campos disciplinares, instrumentos e objetos de investigação.

Essa dispersão dificulta a identificação das principais tendências do campo e, sobretudo, a compreensão de como a literatura vem articulando o sofrimento psicológico, a percepção das mudanças climáticas e as respostas comportamentais. Organizar essa produção permite não apenas dimensionar o crescimento científico do tema, mas também reconhecer lacunas e possíveis convergências entre saúde mental e sustentabilidade. Diante disso, o objetivo deste estudo foi analisar o panorama da produção científica sobre ecoansiedade em estudantes universitários entre 2022 e 2026, caracterizando a evolução temporal das publicações e sua distribuição entre as áreas do conhecimento, identificando tendências temáticas por meio da coocorrência de palavras-chave e examinando as principais temáticas abordadas pelos artigos mais citados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo se desenvolveu por meio de uma revisão sistemática da literatura, conduzida conforme as diretrizes do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* - PRISMA 2020 (Page *et al.*, 2021). A busca bibliográfica foi realizada na base de dados *Scopus* em 27 de agosto de 2026, considerando o período de 2022 a 2026. A estratégia de busca combinou os termos "*Eco-anxiety" AND "university student*", pesquisados nos campos título, resumo e palavras-chave.

Foram considerados elegíveis os estudos que avaliassem a ecoansiedade por meio de instrumentos, escalas, questões específicas ou procedimentos metodológicos claramente descritos; artigos científicos originais de natureza empírica, com abordagem quantitativa, qualitativa ou mista; e pesquisas cuja amostra fosse composta por estudantes matriculados no ensino superior, de graduação e/ou pós-graduação. Foram excluídos estudos que não investigavam a ecoansiedade ou fenômeno equivalente como objeto ou variável relevante, bem como aqueles cuja amostra não era composta por estudantes universitários ou não apresentava resultados específicos para esse grupo. A seleção foi realizada inicialmente pela leitura de títulos e resumos e, posteriormente, pela avaliação integral dos textos elegíveis.

Após a definição do corpus final, procedeu-se à caracterização da produção científica considerando o número de publicações por ano, a distribuição dos estudos segundo as áreas do conhecimento atribuídas pela *Scopus* e o número de citações registrado no momento da coleta. Para identificar as tendências temáticas, os dados foram exportados em formato CSV e

processados no VOSviewer, versão 1.6.13, *software* utilizado para a construção da rede de coocorrência de palavras-chave e visualização das relações entre os termos presentes nos estudos (Van Eck; Waltman, 2010). Adicionalmente, foram examinadas as temáticas predominantes entre os dez artigos mais citados do corpus.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca inicial pelo termo "*Eco-anxiety*" identificou 982 registros na *Scopus*. Após o refinamento da estratégia com o operador booleano *AND* e o termo "*university student*", 956 registros foram removidos, permanecendo 26 estudos para triagem no recorte temporal estabelecido. Dois textos não puderam ser recuperados integralmente, resultando em 24 publicações avaliadas quanto à elegibilidade. Após a leitura completa, cinco estudos foram excluídos: dois por não investigarem a ecoansiedade ou fenômeno equivalente como objeto ou variável relevante, e três por não apresentarem amostra universitária ou resultados específicos para esse grupo. Assim, 19 estudos compuseram a revisão sistemática.

Quanto à evolução temporal das publicações, revelou-se um campo recente e em rápida expansão ao longo do período analisado, com 15,8% dos estudos publicados em 2023, seguida de oscilação em 2024 e crescimento expressivo em 2025 e 2026, este último concentrando 57,9% das publicações, apesar de a busca ter sido realizada ainda em agosto daquele ano. Esse crescimento pode ser compreendido em paralelo ao processo de consolidação de instrumentos específicos de mensuração do sofrimento ecológico. A *Hogg Eco-Anxiety Scale* foi desenvolvida e validada por Hogg *et al.* (2021), enquanto Sampaio *et al.* (2023) realizaram sua validação em jovens adultos portugueses, explorando associações entre ecoansiedade e ação ambiental. Seguidamente, observa-se que a literatura mais recente ampliou o foco para relações entre ecoansiedade, saúde mental, percepção ambiental e comportamento.

Quanto às áreas do conhecimento, os estudos apresentaram ampla diversidade temática e caráter multidisciplinar. A Medicina concentrou 13 ocorrências (22,8%), seguida por Ciências Sociais e Psicologia, ambas com oito (14,0%), e Ciência Ambiental, com sete (12,3%), revelando que em conjunto, essas quatro áreas corresponderam a 63,2% das classificações observadas. Essa distribuição evidencia que a ecoansiedade em universitários não se restringe ao campo psicológico, mas se situa na interface entre saúde, ciências sociais e questões ambientais, o que favorece abordagens interdisciplinares para compreender, tanto o sofrimento associado às mudanças climáticas, quanto suas possíveis repercussões sociais e comportamentais.

Em relação às tendências temáticas, a rede de coocorrência de palavras-chave apresentou como termos de maior destaque "*eco-anxiety*", "*climate change*", "*university student*", "*student*", "*psychology*", "*anxiety*" e "*mental health*". As conexões entre esses termos indicam que o núcleo mais consolidado da produção científica se organiza em torno da relação entre ecoansiedade, mudanças climáticas e saúde mental no ambiente universitário. Paralelamente, observou-se a presença de termos associados ao comportamento pró-ambiental, à sustentabilidade e à percepção ambiental, apontando para uma expansão do campo em direção às respostas que os indivíduos desenvolvem diante da preocupação ecológica.

Além dos temas centrais identificados, averiguou-se uma diversificação das investigações, que passaram a aproximar a ecoansiedade de dimensões mais específicas da vida cotidiana. Amjad *et al.* (2026), por exemplo, analisaram conjuntamente o uso de mídias digitais, a consciência ambiental, a ecoansiedade e a saúde mental entre universitários; enquanto Tavolacci e Ladner (2025) examinaram a relação entre ecoansiedade e transtornos alimentares. Seguindo essa premissa, o Quadro 1 apresenta os 10 artigos mais citados sobre a temática em estudo.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90298

Quadro 1 - Síntese dos artigos mais citados sobre ecoansiedade em estudantes universitários

Autor/ano	Citações	Temática Principal
Sampaio *et al.* (2023)	54	Mensuração da ecoansiedade e ação ambiental
Daeninck; Kioupi e Vercammen (2023)	53	Ansiedade climática, enfrentamento e planejamento futuro
Kabasakal-Cetin (2023)	32	Ecoansiedade e comportamentos alimentares sustentáveis
Baykara Mat; Yılmaz (2024)	20	Consciência climática e ecoansiedade
Di Fabio e Svicher (2023)	18	Ecogeneratividade, ambiente e saúde
Ogunbode *et al.* (2025)	7	Ecoansiedade, saúde mental e sono
Lingos *et al.* (2025)	5	Consciência ambiental, ação e saúde
Hou *et al.* (2026)	4	Intenções verdes e fatores psicológicos
Amjad *et al.* (2026	3	Mídias digitais, ecoansiedade e saúde mental
Tavolacci e Ladner (2025)	3	Ecoansiedade e transtornos alimentares

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026.

Entre os estudos mais citados, destacaram-se duas direções predominantes. A primeira, concentra-se na mensuração da ecoansiedade e em suas relações com a saúde mental, o estresse e as estratégias de enfrentamento, como observado em Sampaio *et al.* (2023) e Daeninck, Kioupi e Vercammen (2023). Seguindo essa lógica, a segunda investiga sua aproximação com atitudes e comportamentos sustentáveis, deslocando a discussão da experiência emocional para as possíveis consequências práticas da preocupação ambiental (Kabasakal-Cetin, 2023; Lingos *et al.*, 2025; Hou *et al.*, 2026). Essa configuração demonstra que a literatura vem avançando, de uma etapa de definição e validação do fenômeno, para uma agenda que busca compreender como a ecoansiedade se relaciona com escolhas, comportamentos e formas de enfrentamento (Hogg *et al.*, 2021; Sampaio *et al.*, 2023; Ramsay *et al.*, 2025).

É preciso ressaltar que os achados também evidenciam uma tensão importante entre consciência e ação. Lingos *et al.* (2025) identificaram elevada conscientização e ansiedade cognitiva relacionada à saúde ecológica entre universitários, sem correspondência proporcional em atitudes proativas. Em contraste, Daeninck, Kioupi e Vercammen (2023) observaram, entre estudantes de cursos ambientais no Reino Unido, que níveis elevados de ansiedade climática podiam ser incorporados a decisões de longo prazo, incluindo escolhas profissionais e reprodutivas. A comparação entre esses resultados indica que a ecoansiedade não conduz necessariamente a um mesmo padrão de resposta comportamental e sugere a existência de fatores capazes de aproximar ou distanciar a preocupação ambiental da ação concreta.

Nesse sentido, o panorama analisado aponta para uma transição no campo de pesquisas inicialmente concentradas na mensuração e nas repercussões psicológicas da ecoansiedade para estudos que passam a explorar seus vínculos com a sustentabilidade, as decisões pessoais e o comportamento pró-ambiental. Essa mudança amplia a relevância do fenômeno para o debate sobre sustentabilidade no ensino superior, uma vez que permite compreender a preocupação ambiental não apenas como experiência emocional, mas como possível elemento relacionado à formação de atitudes, escolhas e práticas diante das mudanças climáticas.

4 CONCLUSÃO

A revisão sistemática conduzida neste estudo permitiu caracterizar um campo científico recente, multidisciplinar e em rápida expansão. A concentração de 57,9% dos estudos em 2026; a predominância de classificações nas áreas de Medicina, Ciências Sociais, Psicologia e Ciência Ambiental; e a centralidade de termos relacionados a mudanças climáticas e saúde mental,

demonstram que a ecoansiedade em estudantes universitários vem sendo investigada por perspectivas progressivamente integradas. Ao mesmo tempo, a emergência de temas como comportamento pró-ambiental, sustentabilidade e percepção ambiental evidencia um deslocamento da literatura em direção às possíveis respostas comportamentais associadas ao sofrimento ecológico.

Como limitação metodológica se pode aludir que a pesquisa utilizou apenas a base de dados *Scopus*, considerando o período de 2022 a 2026, com base na estratégia de busca definida para o estudo. Além disso, os dados de 2026 correspondem a um ano ainda em curso no momento da busca e o número de citações representa um indicador dinâmico, sujeito a alterações ao longo do tempo. Nesse cenário, pesquisas futuras podem ampliar a cobertura para outras bases de dados, explorar diferentes descritores e, sobretudo, investigar empiricamente os fatores que explicam por que a preocupação ambiental se converte em ação em determinados contextos, mas permanece associada à baixa resposta proativa em outros.

Portanto, a principal contribuição desta pesquisa para a literatura consiste em sistematizar uma produção ainda dispersa e evidenciar que o avanço do campo depende de integrar dimensões psicológicas e ambientais em modelos capazes de explicar a passagem da preocupação ecológica para decisões e comportamentos concretos. Ao identificar essa tensão como uma lacuna relevante, o estudo oferece uma agenda para pesquisas futuras que articulem saúde mental, estratégias de enfrentamento, percepção ambiental e comportamento pró-ambiental no contexto universitário.

REFERÊNCIAS

AMJAD, A. I.; JAVAID, S.; SAIRA; AKHTER, S.; KHASAWNEH, M. A. S.; AL-KAHLAN, T. B. S. Influence of digital media use, environmental awareness, and eco-anxiety on university students' mental health. **Discover Psychology**, Lahore, v. 6, n. 103, p. 1-15, 2026. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s44202-026-00643-5.

BAYKARA MAT, S. T.; YILMAZ, B. N. Is awareness of climate change a predictor of eco-anxiety? Research within the scope of nursing students. **Nurse Education Today**, London, v. 140, p. 106274, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.nedt.2024.106274.

BHUPATI, M.; ALEXANDER, N.; PERRY, Y.; FARRUGIA, J. Nature-Based and Community-Level Responses to Climate Distress in Young People: A Systematic Review. **Journal of Adolescence**, [s. l.], v. 98, n. 5, p. 1439-1453, 2026. Disponível em: https://doi.org/10.1002/jad.70171.

DAENINCK, C.; KIOUPI, V.; VERCAMMEN, A. Climate anxiety, coping strategies and planning for the future in environmental degree students in the UK. **Frontiers in Psychology**, Lausanne, v. 14, p. 1126031, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1126031.

DI FABIO, A.; SVICHER, A. The Eco-Generativity Scale (EGS): A New Resource to Protect the Environment and Promote Health. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 20, n. 15, p. 6474, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ijerph20156474.

HOGG, T. L.; STANLEY, S. K.; O'BRIEN, L. V.; WILSON, M. S.; WATSFORD, C. R. The Hogg Eco-Anxiety Scale: development and validation of a multidimensional scale. **Global Environmental Change**, [s. l.], v. 71, p. 102391, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102391.

HOU, A. C. Y.; DUONG, N. T.; PHAM, V. K.; PHAM THI, T. D. What drives students' green intentions? A psychological approach. **BMC Psychology**, [s. l.], v. 14, n. 93, 2026. Disponível em: https://doi.org/10.1186/s40359-025-03791-w.

KABASAKAL-CETIN, A. Association between eco-anxiety, sustainable eating and consumption behaviors and the EAT-Lancet diet score among university students. **Food Quality and Preference**, [s. l.], v. 111, p. 104972, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2023.104972.

LINGOS, A.; ZAPANTI, G. T.; KLIOUMIS, N.; KARAEVANGELOU, P. R.; SKANAVIS, C. From Awareness to Action: How Urban Greening and Climate Change Shape Student Health Perceptions in Higher Education. **Sustainability**, Basel, v. 17, n. 11, p. 4807, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.3390/su17114807.

NIEDZWIEDZ, C. L.; KANKAWALE, S. M.; KATIKIREDDI, S. V. A systematic review of social, political and geographic factors associated with eco-anxiety in children and young people. **Nature Mental Health**, [s. l.], v. 3, p. 1579–1615, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1038/s44220-025-00550-z.

OGUNBODE, C. A.; PLAYER, L.; LU, S.; PARK, M. S. A.; DORAN, R. Climate Anxiety in Perspective: A Look at Dominant Stressors in Youth Mental Health and Sleep. **Annals of the New York Academy of Sciences**, [s. l.], v. 1552, n. 1, p. 249-262, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1111/nyas.70057.

PAGE, M. J.; MCKENZIE, J. E.; BOSSUYT, P. M.; BOUTRON, I.; HOFFMANN, T. C.; MULROW, C. D.; SHAMSEER, L.; TETZLAFF, J. M.; AKL, E. A.; BRENNAN, S. E.; CHOU, R.; GLANVILLE, J.; GRIMSHAW, J. M.; HRÓBJARTSSON, A.; LALU, M. M.; LI, T.; LODER, E. W.; MAYO-WILSON, E.; MCDONALD, S.; MCGUINNESS, L. A.; STEWART, L. A.; THOMAS, J.; TRICCO, A. C.; WELCH, V. A.; WHITING, P.; MOHER, D. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, London, v. 372, p. n71, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1136/bmj.n71.

RAMSAY, G.; WILLIAMS, M.; MARKS, E.; MORGAN, G. A COSMIN systematic review of the psychometric properties of instruments that measure climate change-related distress. **Cogent Mental Health**, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 2449878, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1080/28324765.2025.2449878.

RANA, S. S. J. B.; MORRIS, P. G.; BRETT, C. E.; PACHECO, E.; DEMETRIOU, K.; TUNÇ, H. A systematic review and meta-analysis on the relationship of eco-emotions on the mental health and wellbeing of young adults. **Applied Psychology: Health and Well-Being**, [s. l.], v. 18, n. 3, p. e70157, 2026. Disponível em: https://doi.org/10.1111/aphw.70157.

SAMPAIO, F.; COSTA, T.; TEIXEIRA-SANTOS, L.; PINHO, L. G.; SEQUEIRA, C.; LUÍS, S.; LOUREIRO, A.; SORO, J. C.; MERINO, J. R.; POYATO, A. M.; LORAY, J. S. P.; QUIROGA, A. R.; O'BRIEN, L. V.; HOGG, T. L.; STANLEY, S. K. Validating a measure for eco-anxiety in Portuguese young adults and exploring its associations with environmental action. **BMC Public Health**, London, v. 23, n. 1905, p. 1-10, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1186/s12889-023-16816-z.

SILVA, R. R. Eco-anxiety in Brazilian and Portuguese university students: perceptions, emotions and coping strategies. **International Journal of Sustainability in Higher**

Education, [s. l.], v. 27, n. 5, p. 1161-1176, 2026. Disponível em: https://doi.org/10.1108/IJSHE-09-2024-0602.

TAVOLACCI, M.P.; LADNER, J. Eating disorders and eco-anxiety: exploring mental health challenges in university students. **Journal of Eating Disorders**, Rouen, v. 13, n. 185, p. 1-10, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1186/s40337-025-01382-z.

VAN ECK, N. J.; WALTMAN, L. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. **Scientometrics**, [s. l.], v. 84, n. 2, p. 523-538, 2010. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3.

UMA ANÁLISE CRÍTICA DA MOEDA SOCIAL MUMBUCA E DA ECONOMIA SOLIDÁRIA EM MARICÁ-RJ

VÂNIA QUINTÃO; RENAN CANALLI

RESUMO

Este resumo expandido analisa criticamente a implementação, a expansão e as transformações recentes da Moeda Social Mumbuca em Maricá, Rio de Janeiro, fundamentando-se na Economia Solidária e na Crítica da Economia Política. Apoiando-se no marco teórico de Paul Singer, examina-se a evolução do programa desde a transferência de renda assistencial até a consolidação da primeira moeda social digital do país. O objetivo consistiu em investigar se o arranjo institucional rompe com a lógica extrativa do capital por meio da autogestão ou se permanece restrito ao alívio da pobreza e à funcionalização do microempreendedorismo. Metodologicamente, realizou-se um estudo de caso interdisciplinar de natureza qualitativa, combinando pesquisa bibliográfica, análise documental e legislativa, levantamento de dados secundários e análise comparativa com o modelo cooperativo basco de Mondragón. Os resultados indicam que a Mumbuca operou como amortecedor anticíclico crucial, especialmente durante a pandemia de COVID-19, sustentando postos de trabalho e dinamizando o comércio local. Contudo, constata-se a ausência de controle social transparente sobre a longevidade dos empreendimentos solidários, restringindo-se o monitoramento oficial a métricas fiscais. Ademais, a inflexão da gestão pública municipal em 2025 instaurou um discurso de combate ao suposto "pensionismo" e exaltação do empreendedorismo individual, enfraquecendo as bases autogestionárias originais e suspendendo instrumentos fundamentais como o Programa de Proteção ao Trabalhador. Conclui-se que há uma contradição evidente entre a alta eficácia da moeda na injeção de liquidez territorial e a baixa efetividade na constituição de um modo de produção contra-hegemônico e autônomo. Diante disso, defende-se a criação do Sistema de Informações da Economia Solidária (SIES Maricá) para assegurar transparência pública e o redirecionamento dos excedentes municipais para o fomento de indústrias cooperativas autogeridas, garantindo a soberania do trabalho frente ao capital.

Palavras-chave: Cooperativas; Trabalho; Empreendedorismo.

1 INTRODUÇÃO

A trajetória contemporânea de desenvolvimento socioeconômico de Maricá, município da Região Metropolitana do Estado do Rio de Janeiro com cerca de 200 mil habitantes, constitui um dos estudos de caso mais instigantes sobre a interface entre intervenção estatal, finanças solidárias e desenvolvimento endógeno. Historicamente, a municipalidade apresentava uma economia fragilizada e estagnada, caracterizando-se pela condição de "cidade dormitório", na qual a população economicamente ativa exercia suas atividades laborais na capital ou em municípios adjacentes, drenando para fora do território os seus rendimentos e tributos. Esse arranjo extrativo era acompanhado pela hegemonia política de oligarquias locais ligadas a concessões públicas tradicionais.

A inflexão desse cenário processou-se a partir da alternância política em 2008, ensejando a construção de uma agenda distributiva pautada nos aportes financeiros crescentes dos royalties do petróleo. O marco fundamental dessa reorientação materializou-se com a

DOI: 10.51189/vii-coninters/90300

formulação de um ecossistema municipal de Economia Solidária (ES) e combate à pobreza, ancorado no princípio clássico formulado por Paul Singer, para quem o desenvolvimento comunitário se perfaz pela união solidária dos membros, pela ajuda mútua e pela posse coletiva de meios essenciais de produção ou distribuição.

A gênese desse ecossistema institucionalizou-se pela Lei Municipal nº 2.448/2013, posteriormente aprimorada e revogada pela Lei Municipal nº 2.652/2015, que instituiu o Programa Municipal de Economia Popular e Solidária, Combate à Pobreza e Desenvolvimento Sustentável. A legislação consagrou o suporte explícito a instrumentos de finanças solidárias, tais como bancos comunitários, fundos solidários, cooperativas de crédito e moedas sociais, conferindo segurança jurídica para a fundação do Banco Comunitário Popular de Maricá (Banco Mumbuca) e para o lançamento da Moeda Social Mumbuca. Adotando lastro obrigatório de 1 para 1 em relação ao Real, a Mumbuca foi concebida não apenas como mecanismo mitigador da extrema vulnerabilidade, mas como instrumento de retenção e circulação da riqueza no próprio território.

Todavia, à medida que a moeda alcançou escala inédita tornando-se pioneira no Brasil ao operar de modo integralmente digital via plataforma E-dinheiro, emergiram contradições substanciais entre a garantia de proteção social e a efetiva emancipação socioprodutiva da classe trabalhadora.

O objetivo da pesquisa foi analisar criticamente a trajetória de implementação, consolidação e maturação institucional da Moeda Social Mumbuca em Maricá-RJ, investigando se o ecossistema de finanças solidárias edificado pelo poder público municipal logra romper com a lógica extrativa do capital por meio da autogestão e da produção coletiva, ou se permanece restrito a um mecanismo estatal de transferência de renda e funcionalização do microempreendedorismo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa interdisciplinar de natureza qualitativa, estruturada como estudo de caso crítico. O percurso investigativo operou por meio de triangulação metodológica, combinando:

1. **Pesquisa Bibliográfica:** sustentada na literatura da Economia Solidária (com ênfase na formulação teórica de Paul Singer), na Teoria Crítica e nos referenciais da Economia Política e do Serviço Social (Netto & Braz, 2012; Behring & Boschetti, 2011; Neves, 2013).
2. **Análise Documental e Legislativa:** exame das Leis Municipais nº 2.448/2013, nº 2.641/2015 (Renda Básica de Cidadania), nº 2.652/2015 e do Decreto nº 98/2017, além de relatórios institucionais do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2020).
3. **Levantamento Empírico Secundário e Análise do Discurso Político:** sistematização de dados históricos e operacionais constantes nas publicações de gestores e agentes da política (notadamente Zeidan, 2025) e dados abertos de emprego (CAGED); acrescida de análise documental de discursos públicos e pronunciamentos oficiais da gestão municipal veiculados entre 2024 e 2025 concernentes à reorganização das pastas e corte de benefícios.
4. **Análise Comparativa:** contraposição analítica entre a dinâmica cooperativa alcançada em Maricá e o modelo internacional da Corporação Cooperativa Mondragón (País Basco), frequentemente mobilizado como horizonte prospectivo pelos idealizadores da política maricaense.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

DOI: 10.51189/vii-coninters/90300

O projeto-piloto iniciou suas atividades no final de 2013 (Bolsa Mumbuca), atendendo apenas 400 famílias, com um único estabelecimento comercial credenciado, mediante a parceria técnica com o Banco Palmas. Em curto intervalo temporal, a adesão expandiu-se de modo contundente: em 2014 alcançava mais de 10 mil famílias e cerca de 40 estabelecimentos, injetando R$ 8 milhões ao ano na economia local.

O salto qualitativo e institucional deu-se por duas vias convergentes em 2015: a aprovação da Lei nº 2.641/2015, concebendo a Renda Básica de Cidadania (RBC), inspirada nos princípios da renda incondicional universal defendidos por Eduardo Suplicy; e a introdução da plataforma digital móvel E-dinheiro, que converteu a Mumbuca na primeira moeda social 100% digital do país, desintermediando a gestão e permitindo agilidade nos fluxos monetários.

Essa arquitetura revelou-se um amortecedor anticíclico crucial durante a crise sanitária da COVID-19 em 2020. Enquanto os entes estaduais e a União enfrentavam paralisia burocrática, Maricá elevou a RBC (de 130 para 300 mumbucas) e instituiu programas emergenciais de vanguarda com a moeda: o Programa de Proteção ao Trabalhador (PAT) e o Programa de Proteção ao Emprego (PAE), este último garantindo o pagamento de 1.045 mumbucas por empregado em empresas que assumiram o compromisso de não demitir, salvando 1.679 postos de trabalho formais. Em decorrência dessa retenção do consumo internamente, Maricá foi o único município do Estado do Rio de Janeiro a sustentar saldo positivo de empregos formais contínuos no CAGED durante o biênio pandêmico.

Após 2020, a moeda passou a sustentar eixos de seguridade, alimentação e inclusão produtiva, conforme sistematizado na Tabela 1:

Programa	Ano de Criação	Finalidade e Desenho Operacional
Mumbuca Indígena	2017	Transferência de 300 mumbucas por indivíduo às aldeias registradas na FUNAI a título de compensação histórica.
Mumbuca Futuro	2018 / 2023	Prevenção da evasão escolar via poupança, bolsa e formação em economia solidária fundada na pedagogia freireana.
Aluguel Social	2021	Benefício temporário voltado a cidadãos em vulnerabilidade habitacional e áreas de risco geológico.
Mumbuca Alimentação	2022	Auxílio-alimentação creditado aos servidores públicos municipais (valor atual de 650 mumbucas).
Auxílio Recomeço	2022	Benefício de 5.000 mumbucas concedido a munícipes desabrigados por intempéries e inundações.
Mumbucão	2023	Subsídio financeiro transferido a protetores e cuidadores de animais domésticos.
PPT	2023 (susp. 2025)	Programa de Proteção ao Trabalhador (evolução do PAT), repassando meio salário mínimo a microempreendedores.
Recomeçar Sem Violência	2023	Transferência de 1 salário mínimo por 12 meses para assegurar autonomia financeira a mulheres sob risco doméstico.
Auxílio Cuidar	2023	Repasse de 1.518 mumbucas para suporte e subsistência de

DOI: 10.51189/vii-coninters/90300

Programa	Ano de Criação	Finalidade e Desenho Operacional
		famílias de Pessoas com Deficiência (PcDs).

Fonte: Adaptado pelos autores com base em Zeidan (2025, p. 60-66).

Esse circuito fechado viabilizou a retroalimentação do fundo solidário: a taxa administrativa de 2% cobrada dos comerciantes pela circulação no E-dinheiro capitaliza o Fundo do Banco Mumbuca. Tais recursos são redistribuídos em linhas de microcrédito comunitário (Mumbucred, com taxas de 0% a 1% ao mês para investimentos produtivos de até 10 mil mumbucas; e Casa Melhor, com juros zero para melhorias habitacionais até 3 mil mumbucas). Adicionalmente, a criação da Incubadora Sementes de Negócios Solidários em 2022 buscou formalizar coletivos de produção e prestar suporte a MEIs.

Não obstante a robustez dos aportes orçamentários, alcançando, em 2024, a cifra de 118.760 beneficiários e R$ 41,1 milhões injetados mensalmente , a pesquisa evidencia a ausência de controle social transparente sobre os dados qualitativos da política. O poder público restringe o monitoramento a métricas de inputs (dispêndio fiscal) e outputs (total de cartões ou pessoas cadastradas).

Permanece opaco o desfecho sobre: (a) a taxa de longevidade e emancipação das cooperativas apoiadas pela Incubadora Sementes; (b) a remuneração média real auferida pelos cooperados; e (c) se os pequenos negócios subsistem organicamente sem a injeção artificial da demanda subsidiada pela prefeitura. Diante dessa lacuna, faz-se indispensável a estruturação do SIES de Maricá (Sistema de Informações da Economia Solidária), concebido como observatório público de dados abertos para permitir controle social e planejamento baseado em evidências, superando narrativas de propaganda institucional.

O retorno de Washington Quaquá à chefia do Poder Executivo em 2025 instaurou um ponto de inflexão de perfil regressivo. Sob a justificativa fiscal de "enxugar a máquina pública" e promover a reindustrialização do município ante o horizonte de esgotamento dos royalties, instaurou-se um discurso de desmonte direcionado contra o suposto "pensionismo" da seguridade social. A suspensão do PPT no início de 2025 ilustra o desvio da finalidade solidária para a alocação de fundos em projetos industriais fabris tradicionais (como montagem de fábricas de tratores e vidrarias).

Paralelamente, a reconfiguração institucional da pasta municipal — renomeada para Secretaria de Economia Solidária e Empreendedorismo Social — denota uma adaptação corruptiva do ideário de Paul Singer. Na prática, a cooperação coletiva e a autogestão dos meios de produção cedem lugar à apologia neoliberal da autoexploração, da "cultura do coaching", do fomento ao microempreendedor isolado (vendedores ambulantes, MEIs) e da legitimação da precarização via "pejotização".

Esse redirecionamento afasta Maricá de sua almejada aproximação com o modelo basco da Corporação Mondragón. Enquanto Mondragón estrutura-se organicamente na intercooperação, universidade corporativa, previdência mútua e plena propriedade dos meios de produção pelos trabalhadores, Maricá arrisca substituir a dependência monoextrativa do petróleo por uma industrialização heterônoma tradicional, pulverizando a soberania do trabalho.

4 CONCLUSÃO

A experiência maricaense revela um diagnóstico paradoxal: evidencia-se altíssima eficácia e sofisticação no uso da Moeda Social Mumbuca como tecnologia pública de garantia de renda mínima e incentivo ao comércio de proximidade, mas constata-se baixa efetividade na constituição de um modo de produção contra-hegemônico dotado de autossuficiência.

Ao incorporar a cartilha do empreendedorismo individual e capitular perante uma retórica de austeridade e criminalização das transferências sociais (estigmatizadas sob o termo "pensionismo"), a política pública local corre o risco de descaracterizar a essência da Economia Solidária, subsumindo-a à gestão precária da força de trabalho excedentária.

Para superar o risco de reversibilidade e resgatar o horizonte emancipatório preconizado por Paul Singer e pelas finanças solidárias, este estudo aponta dois encaminhamentos estratégicos inadiáveis:

1. **Institucionalização do Sistema de Informações da Economia Solidária (SIES Maricá):** como plataforma pública, transparente e contínua de controle social para monitoramento de impactos estruturais, faixas de renda e viabilidade dos coletivos.
2. **Reorientação do Fomento para Fábricas e Coletivos Autogeridos:** convergir o excedente dos recursos municipais para apoiar a criação de indústrias e cooperativas em larga escala pautadas na propriedade dos trabalhadores, a exemplo do arranjo industrial de Mondragón, assegurando que a industrialização maricaense promova a dignidade e a soberania do trabalho frente ao capital.

REFERÊNCIAS

BEHRING, E. R.; BOSCHETTI, I. **Política Social:** fundamentos e história. 9. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

CRUZ, A.; CARDOSO, A. A astúcia dos ferreiros contra a força do dragão – As lições (e as não-lições) da experiência de Mondragón para a economia solidária no Conesul. **Arquivo eletrônico**, 2002.

NETTO, J. P.; BRAZ, M. **Economia política:** uma introdução crítica. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2012.

NEVES, D. **Economia Solidária e Serviço Social no Brasil**. São Paulo: Outras Expressões; Expressão Popular, 2013.

SINGER, P. **Economia Solidária:** Introdução, História e Experiência Brasileira. São Paulo: Ed. Unesp; Fundação Perseu Abramo, 2022.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90300

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

ÉTICA E SEU DIRECIONAMENTO DENTRO DA EMPRESA

MARIA SILMARA PEREIRA MENEZES; CICERA ALVES TAVARES

Introdução: A ética relaciona-se com a moral e com os valores culturais, individuais e organizacionais que direcionam a conduta humana. No ambiente corporativo contemporâneo, a conduta ética passou a ser exigida como valor profissional indispensável, atuando como fator estratégico essencial para o crescimento sustentável, o fortalecimento da imagem corporativa e a garantia de credibilidade perante a sociedade. **Objetivo:** Expor a importância da conduta ética dentro das organizações para a imagem corporativa, tendo como base o código de ética e analisando sua aplicação na prática administrativa, bem como suas vantagens no relacionamento com colaboradores, fornecedores e clientes. **Metodologia:**Trata-se de uma pesquisa descritiva com abordagem qualitativa, fundamentada em revisão bibliográfica. Consultaram-se livros, artigos científicos e materiais acadêmicos sobre ética e gestão empresarial para contextualizar e fundamentar a temática abordada. **Resultados:** A análise teórica demonstra que a adoção de uma conduta ética melhora o clima e a cultura organizacional, retém talentos e fortalece as parcerias estratégicas de negócios. Constatou-se que a implementação de um código de ética estruturado funciona como um guia de governança indispensável, reduzindo custos decorrentes de condutas inadequadas e promovendo a responsabilidade social. As virtudes profissionais básicas, como zelo, honestidade, sigilo e competência, foram identificadas como pilares vitais para a sustentabilidade e o sucesso das organizações. **Conclusão:** Conclui-se que a ética é um elemento indispensável para a viabilidade e a vitalidade empresarial. A implementação do código de ética transcende a mera obrigação formal, constituindo-se em uma ferramenta ativa de gestão que assegura a integridade, a eficiência, a transparência e a perpetuidade do negócio a longo prazo no mercado competitivo.

Palavras-chave: **CÓDIGO DE ETICA; EMPRESAS; ÉTICA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90337

DESCARBONIZAÇÃO DAS CIDADES: UM MAPEAMENTO BIBLIOMÉTRICO DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA

UONIS RAASCH PAGEL

RESUMO

Este estudo teve como objetivo analisar a produção científica relacionada à descarbonização das cidades, identificando características da evolução da literatura, periódicos, autores e trabalhos de maior impacto. A análise da produção científica sobre o tema é relevante para identificar tendências, lacunas e oportunidades de pesquisa capazes de subsidiar políticas públicas e estratégias de mitigação das emissões de carbono. Foi realizada uma pesquisa bibliométrica, de abordagem quantitativa, nas bases Web of Science e Scopus, utilizando termos relacionados à descarbonização, redução e neutralidade de carbono, cidades, planejamento urbano, sustentabilidade, mudança climática, energias renováveis, transição energética e infraestrutura verde. A busca, realizada em janeiro de 2025, recuperou 4.609 publicações, provenientes de 1.484 fontes, no período de 1997 a 2025. A produção apresentou crescimento anual médio de 17,75%, idade média dos documentos de 4,59 anos e média de 19,38 citações por documento. A revista Sustainability destacou-se com 231 publicações, seguida pelo Journal of Cleaner Production, com 197. Li Y. foi o autor mais produtivo, com 99 publicações, seguido por Wang Y. e Zhang Y., ambos com 91. Entre os estudos mais citados, destacaram-se pesquisas sobre os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, cidades sustentáveis e de baixo carbono, energias renováveis, urbanização, emissões de CO_2 e políticas de transição. Os resultados evidenciam um campo de pesquisa em rápida expansão e de caráter interdisciplinar, com oportunidades para ampliar a integração entre planejamento urbano, transição energética, inovação tecnológica e políticas públicas.

Palavras-chave: redução e neutralidade de carbono; sustentabilidade; bibliometria.

1 INTRODUÇÃO

A descarbonização das cidades tem adquirido crescente relevância diante da necessidade de reduzir as emissões de gases de efeito estufa (GEEs) e promover modelos de desenvolvimento compatíveis com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). As cidades concentram parcela significativa da população, da infraestrutura, do consumo de energia e das atividades econômicas, tornando-se espaços estratégicos para a implementação de medidas voltadas à transição energética, mobilidade, eficiência, uso do solo, gestão de resíduos, inovação tecnológica e planejamento territorial.

A literatura sobre o tema apresenta caráter multidisciplinar e reúne diferentes abordagens, incluindo redução e neutralidade de carbono, sustentabilidade urbana, energias renováveis, infraestrutura verde, eficiência energética, mobilidade sustentável e políticas climáticas. Essa diversidade demonstra que a descarbonização das cidades não constitui um campo restrito a uma única área do conhecimento, mas envolve dimensões ambientais, econômicas, tecnológicas, sociais e territoriais. Nesse contexto, a análise bibliométrica constitui uma ferramenta relevante para sistematizar a produção científica e identificar padrões de crescimento, fontes de publicação, autores, trabalhos e redes de colaboração que estruturam esse campo de pesquisa.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90343

Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo mapear, por meio de análise bibliométrica, a produção científica sobre a descarbonização das cidades no contexto da transição energética sustentável nas últimas décadas, buscando delinear a evolução da produção, identificar a base intelectual do tema e suas principais frentes de pesquisa. Para tanto, o trabalho está organizado em quatro seções, incluindo esta introdução. A segunda seção detalha os materiais e métodos empregados, a terceira apresenta os resultados e a discussão, e a quarta expõe a conclusão.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa caracteriza-se, quanto à natureza, como aplicada; quanto à abordagem, como quantitativa; e, quanto aos objetivos, como descritiva e exploratória. Foi realizada uma pesquisa bibliométrica, tendo como unidade de análise os documentos científicos recuperados nas bases de dados Web of Science e Scopus. A busca foi realizada em 19 de janeiro de 2025 e teve como foco a produção científica relacionada à descarbonização das cidades e a conceitos associados à sustentabilidade e à transição para sistemas urbanos de baixo carbono.

As estratégias de busca foram estruturadas em três conjuntos de termos: (i) conceitos diretamente relacionados à descarbonização e à neutralidade de carbono; (ii) termos associados ao contexto urbano; e (iii) conceitos relacionados à sustentabilidade, às mudanças climáticas e à transição energética. As estratégias foram adaptadas aos campos de recuperação disponíveis em cada base de dados.

Na base Web of Science, foi utilizado o campo Topic (TS), que contempla título, resumo e palavras-chave dos documentos. A estratégia de busca empregada foi: TS=(("decarbonization" OR "carbon neutrality" OR "low-carbon" OR "carbon reduction") AND ("cities" OR "urban areas" OR "urban planning" OR "urbanization") AND ("sustainability" OR "sustainable cities" OR "green cities" OR "climate change" OR "renewable energy" OR "energy transition" OR "green infrastructure")).

Na base Scopus, empregou-se o campo TITLE-ABS-KEY, que corresponde a título, resumo e palavras-chave dos documentos, utilizando-se a seguinte estratégia de busca: TITLE-ABS-KEY(("decarbonization" OR "carbon neutrality" OR "low-carbon" OR "carbon reduction") AND ("cities" OR "urban areas" OR "urban planning" OR "urbanization") AND ("sustainability" OR "sustainable cities" OR "green cities" OR "climate change" OR "renewable energy" OR "energy transition" OR "green infrastructure")).

Foram considerados, na busca, os seguintes tipos de documentos: artigos científicos, revisões, capítulos de livros e trabalhos apresentados em conferências, publicados nos idiomas português, inglês, chinês, russo, francês, polonês, espanhol e tailandês.

Os registros recuperados foram analisados por meio do Bibliometrix®[1], considerando indicadores de produção e impacto científico. Foram examinados o período de publicação, número de documentos, fontes, crescimento anual, idade média dos documentos, média de citações, autores mais produtivos, colaboração internacional e tipos de documentos, além dos trabalhos de maior impacto.

Como limitações metodológicas, os resultados devem ser interpretados à luz das bases consultadas, das expressões utilizadas nas estratégias de busca e da data de coleta. O conjunto de documentos identificado representa, portanto, a produção recuperada sob os critérios adotados, não devendo ser considerado como a totalidade da literatura existente sobre o tema.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca realizada em 19 de janeiro de 2025 identificou 4.609 publicações, distribuídas entre 1.484 fontes, com registros publicados de 1997 a 2025. O crescimento anual médio de

[1]O Bibliometrix® constitui uma ferramenta amplamente consolidada para o mapeamento da produção científica (Aria; Cuccurullo, 2017), mostrando-se adequada aos objetivos deste estudo.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90343

17,75% evidencia uma expansão acelerada da produção científica. A idade média dos documentos, de 4,59 anos, reforça o caráter recente da base de conhecimento, enquanto a média de 19,38 citações por documento indica impacto acumulado relevante para uma área de pesquisa em rápida expansão. A Tabela 1 sintetiza os principais indicadores da produção científica analisada.

Tabela 1 – Síntese dos indicadores da produção científica[1]

Indicador	Resultado
Período das publicações	1997-2025
Número de publicações	4.609
Fontes	1.484
Crescimento anual médio	17,75%
Idade média dos documentos	4,59 anos
Média de citações por documento	19,38
Principal fonte	*Sustainability* (231 publicações)
Segunda principal fonte	*Journal of Cleaner Production* (197 publicações)
Autor mais produtivo	Li Y. (99 publicações)

Nota: [1]Atualizada em 19/01/2025. Fonte: Elaborada pelo autor (2026)

A composição das fontes confirma o caráter interdisciplinar do campo. Conforme visualiza-se na Figura 1, o periódico *Sustainability* concentrou 231 publicações, seguida pelo *Journal of Cleaner Production*, com 197. *Environmental Science and Pollution Research* registrou 118 publicações, *Sustainable Cities and Society*, 97, e *Energies*, 91. A presença de periódicos dedicados à sustentabilidade, produção limpa, ambiente, energia e estudos urbanos demonstra a articulação entre diferentes áreas na investigação da descarbonização.

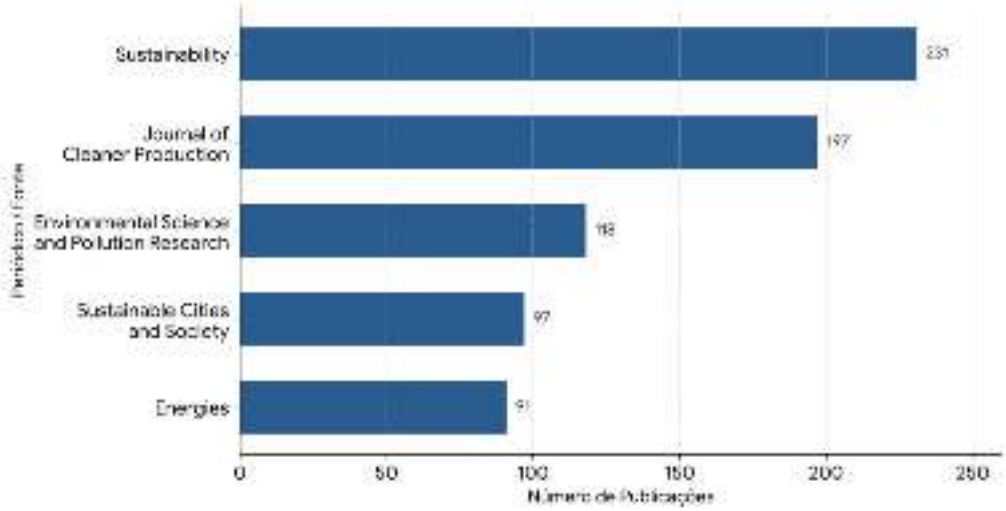


Figura 1 – Periódicos mais relevantes por volume de publicações
Fonte: Elaborada pelo autor (2026)

Entre os autores mais relevantes, Li Y. apresentou a maior produtividade, com 99 publicações e contribuição fracionada[2] de 21,64. Wang Y. e Zhang Y. registraram 91 publicações cada, com contribuições fracionadas de 21,48 e 19,28, respectivamente. Liu Y.

[2]A contribuição fracionada é uma métrica bibliométrica que divide o valor de cada artigo publicado (1) pelo seu número total de coautores (N). Enquanto o número bruto de publicações atribui ponto integral a todos os coautores, a contagem fracionada ($\sum \frac{1}{N}$) pondera o peso individual do autor na produção científica, permitindo avaliar seu impacto real e evitar distorções decorrentes de artigos em grandes redes de colaboração (Egghe; Rousseau; Van Hooydonk, 2000).

apresentou 74 publicações e contribuição fracionada de 17,73, enquanto Wang J. registrou 70 publicações e contribuição fracionada de 16,59 (Figura 2).

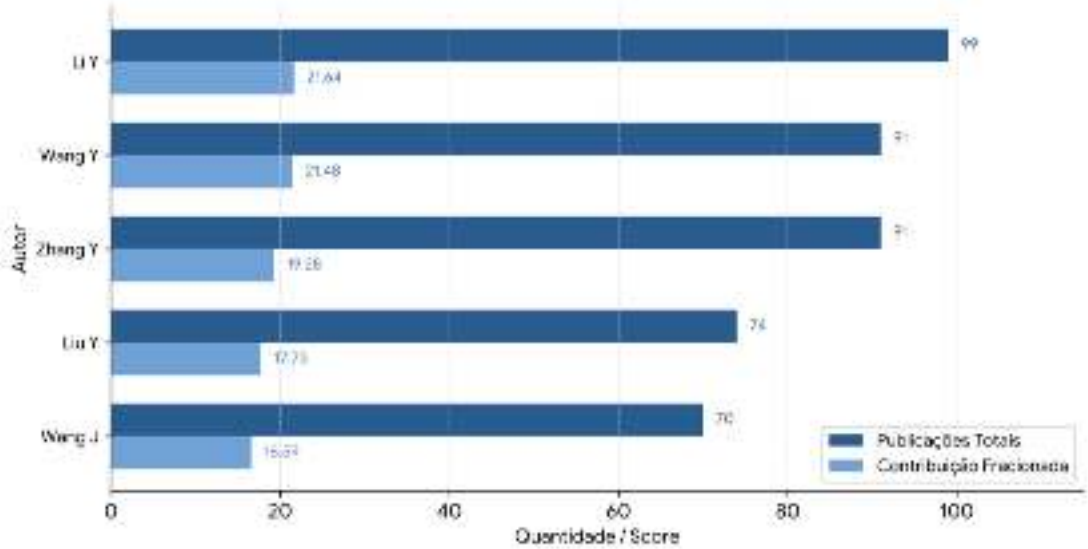


Figura 2 – Autores mais relevantes: publicação *versus* contribuição fracionada
Fonte: Elaborada pelo autor (2026)

Os dados apresentados no levantamento indicam a existência de núcleos consolidados de produção científica e de relevantes redes de colaboração entre pesquisadores. O percentual de coautorias internacionais foi de 16,92%, sinalizando participação internacional, embora o próprio levantamento aponte espaço para ampliação dessa cooperação. A Tabela 2 apresenta as características da colaboração científica e a distribuição dos tipos de documentos da produção analisada.

Tabela 2 – Características da colaboração e dos tipos de documentos

Indicador	**Resultado**
Total de autores	9.462
Média de coautores por documento	3,98
Coautorias internacionais	16,92%
Documentos de autoria única	593
Autores com publicação única	489
Artigos em periódicos	3.217 (69,8%)
Artigos em conferências	419 (9,1%)
Capítulos de livros	264 (5,7%)
Revisões	243 (5,3%)
Outros tipos	466 (10,1%)

Fonte: Elaborada pelo autor (2026)

Os trabalhos mais citados identificados no levantamento abrangem temas diversos relacionados à sustentabilidade, cidades de baixo carbono, energia, urbanização, emissões de CO_2 e políticas de transição. O trabalho de Sachs *et al.* (2019), intitulado "*Six Transformations to achieve the Sustainable Development Goals*", apresentou 974 citações, sendo o registro mais citado da relação apresentada. Na sequência, o estudo de Mohan *et al.* (2016) registrou 658 citações, e de Jong *et al.* (2015), 627. O Quadro 1 apresenta as dez publicações mais citadas, destacando seus temas principais, número de citações, média de citações por ano e respectivos DOI.

Quadro 1 – Publicações mais citadas identificadas na análise bibliométrica

Autor/ano	Tema principal	Citações	Citações por ano	DOI
Sachs *et al.* (2019)	Transformações para alcançar os ODS	974	139,14	10.1038/s41893-019-0352-9
Mohan *et al.* (2016)	Biorrefinaria de resíduos e bioeconomia circular	658	65,8	10.1016/j.biortech.2016.03.130
Jong *et al.* (2015)	Cidades sustentáveis, inteligentes, resilientes e de baixo carbono	627	57,0	10.1016/j.jclepro.2015.02.004
Nižetić *et al.* (2020)	IoT e futuro sustentável e inteligente	622	103,67	10.1016/j.jclepro.2020.122877
Chen *et al.* (2022)	Estratégias para uma sociedade neutra em carbono	538	134,5	10.1007/s10311-022-01435-8
Kammen; Sunter (2016)	Energia renovável integrada às cidades	419	41,9	10.1126/science.aad9302
Wang *et al.* (2016)	Crescimento econômico, energia e CO_2 na China	419	41,9	10.1016/j.scitotenv.2015.10.027
Wang *et al.* (2014)	Urbanização, energia e CO_2 na China	400	33,33	10.1016/j.apenergy.2014.09.059
Otto *et al.* (2020)	Dinâmicas sociais para estabilização climática da Terra até 2050	397	66,17	10.1073/pnas.1900577117
Tripathi *et al.* (2019)	Uso de resíduos de biomassa em produtos de baixo carbono	388	55,42	10.1038/s41612-019-0093-5

Fonte: Elaborado pelo autor (2026)

Entre os trabalhos diretamente relacionados ao contexto urbano das cidades, destaca-se o estudo de Jong *et al.* (2015), intitulado "*Sustainable–smart–resilient–low carbon–eco–knowledge cities: making sense of a multitude of concepts promoting sustainable urbanization*", que contabiliza 627 citações. Na mesma perspectiva, Kammen e Sunter (2016), em "*City-integrated renewable energy for urban sustainability*", abordam a integração de fontes renováveis ao espaço urbano, alcançando 419 citações. Voytenko *et al.* (2016), com 363 citações, evidenciam o papel dos *Urban Living Labs* como espaços colaborativos de experimentação, aprendizagem e inovação voltados à promoção da sustentabilidade e à transição para cidades de baixo carbono.

A literatura também reúne estudos quantitativos que relacionam urbanização, consumo energético e emissões de CO_2. Wang *et al.* (2014) analisaram essas relações no contexto chinês, alcançando 400 citações. Fang, Wang e Li (2015) investigaram a influência das formas urbanas sobre as emissões de CO_2 em 30 capitais provinciais chinesas, com 310 citações, enquanto Feng, Chen e Zhang (2013) empregaram a modelagem dinâmica de sistemas para avaliar o consumo energético urbano e as emissões de CO_2 em Pequim, contabilizando 348 citações. Complementarmente, Tripathi *et al.* (2019), com 388 citações, abordaram a valorização de resíduos de biomassa para a produção de materiais de baixo carbono, evidenciando alternativas voltadas à redução das emissões de CO_2 e do uso de recursos naturais.

Os resultados revelam que a produção científica sobre a descarbonização das cidades se estrutura em múltiplas frentes temáticas, abrangendo a relação entre urbanização, consumo de energia e emissões de CO_2; a transição energética, com ênfase nas energias renováveis, na inovação tecnológica e no armazenamento de hidrogênio; bem como questões relacionadas à resiliência energética urbana, à mobilidade sustentável, à infraestrutura, à economia circular, à eficiência das emissões, às cidades inteligentes e de baixo carbono, aos laboratórios urbanos e às políticas climáticas. Essa diversidade temática evidencia uma agenda de pesquisa multidimensional, que articula aspectos tecnológicos, ambientais, econômicos e de planejamento urbano, indicando que as estratégias de descarbonização das cidades dependem

não apenas do desenvolvimento e da adoção de soluções tecnológicas, mas também da integração de instrumentos, governança, políticas públicas e mudanças nos padrões de consumo.

4 CONCLUSÃO

A análise bibliométrica evidenciou forte expansão e diversificação da produção científica relacionada à descarbonização urbana. O levantamento realizado em 19 de janeiro de 2025 recuperou 4.609 publicações, provenientes de 1.484 fontes, no período de 1997 a 2025. A taxa média de crescimento anual de 17,75%, associada à idade média dos documentos de 4,59 anos, demonstra que se trata de um campo de pesquisa recente e em rápida expansão.

Entre os periódicos, *Sustainability* foi a principal fonte de publicação, com 231 registros, seguida pelo *Journal of Cleaner Production,* com 197. Li Y. apresentou a maior produtividade, com 99 publicações, enquanto Wang Y. e Zhang Y. registraram 91 cada. O conjunto dos autores mais produtivos e o percentual de coautorias internacionais de 16,92% indicam um campo marcado por colaboração científica.

Os trabalhos de maior impacto demonstram que a agenda científica ultrapassa a mensuração das emissões e incorpora temas como sustentabilidade, urbanização, energias renováveis, mobilidade, inovação, políticas climáticas e transição energética, reforçando o caráter interdisciplinar e multidimensional da temática. Conclui-se, portanto, que a produção científica sobre a descarbonização das cidades apresenta crescimento e progressiva diversificação temática, evidenciando a consolidação do campo de pesquisa e a ampliação do interesse acadêmico em torno dos desafios e das estratégias para a redução das emissões no contexto urbano.

Entre as limitações, destacam-se a utilização exclusiva das bases Web of Science e Scopus, que pode restringir a recuperação de estudos indexados em outras bases; a adoção de termos específicos nas estratégias de busca, que pode resultar na não identificação de publicações que utilizem terminologias distintas; e a coleta realizada em janeiro de 2025, que estabelece um recorte temporal sujeito à incorporação posterior de novos documentos. Além disso, indicadores bibliométricos, como número de citações e produtividade dos autores, podem sofrer alterações em razão da atualização contínua das bases de dados.

Como sugestões para pesquisas futuras, destacam-se a ampliação de estudos aplicados à integração entre inventários e modelos de emissões, a articulação entre planejamento territorial e transição energética, o desenvolvimento de soluções de baixo carbono e a avaliação da efetividade de políticas públicas direcionadas à descarbonização das cidades.

REFERÊNCIAS

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. Bibliometrix: an R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of Informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959-975, 2017. DOI: 10.1016/j.joi.2017.08.007.

CHEN, L.; MSIGWA, G.; YANG, M.; OSMAN, A. I.; FAWZY, S.; ROONEY, D. W.; YAP, P. S. Strategies to achieve a carbon neutral society: a review. **Environmental Chemistry Letters**, v. 20, p. 2277-2310, 2022. DOI: 10.1007/s10311-022-01435-8.

EGGHE, L.; ROUSSEAU, R.; VAN HOOYDONK, G. Methods for accrediting publications to authors or countries: consequences for evaluation studies. **Journal of the American Society for Information Science**, v. 51, n. 2, p. 145-157, 2000. DOI: 10.1002/(SICI)1097-4571(2000)51:2<145::AID-ASI6>3.0.CO; 2-9.

FANG, C.; WANG, S.; LI, G. Changing urban forms and carbon dioxide emissions in China: A case study of 30 provincial capital cities. **Applied Energy**, v. 158, p. 519-531, 2015. DOI: 10.1016/j.apenergy.2015.08.095.

FENG, Y. Y.; CHEN, S. Q.; ZHANG, L. X. System dynamics modeling for urban energy consumption and CO_2 emissions: A case study of Beijing, China. **Ecological Modelling**, v. 252, p. 44-52, 2013. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2012.09.008.

JONG, M.; JOSS, S.; SCHRAVEN, D.; ZHAN, C.; WEIJNEN, M. Sustainable–smart–resilient–low carbon–eco–knowledge cities; making sense of a multitude of concepts promoting sustainable urbanization. **Journal of Cleaner Production**, v. 109, p. 25-38, 2015. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.02.004.

KAMMEN, D. M.; SUNTER, D. A. City-integrated renewable energy for urban sustainability. **Science**, v. 352, n. 6288, p. 922-928, 2016. DOI: 10.1126/science.aad9302.

MOHAN, S. V.; NIKHIL, G. N.; CHIRANJEEVI, P.; REDDY, C. N.; ROHIT, M. V.; KUMAR, A. N.; SARKAR, O. Waste biorefinery models towards sustainable circular bioeconomy: critical review and future perspectives. **Bioresource Technology**, v. 215, p. 2-12, 2016. DOI: 10.1016/j.biortech.2016.03.130.

NIŽETIĆ, S.; ŠOLIĆ, P.; GONZÁLEZ-DE-ARTAZA, D. L.; PATRONO, L. Internet of Things (IoT): Opportunities, issues and challenges towards a smart and sustainable future. **Journal of Cleaner Production**, v. 274, 122877, 2020. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.122877.

OTTO, I. M.; DONGES, J. F.; CREMADES, R.; BHOWMIK, A.; HEWITT, R. J.; LUCHT, W.; ROCKSTRÖM, J.; ALLERBERGER, F.; McCAFFREY, M.; DOE, S. S. P.; LENFERNA, A.; MORÁN, N.; VAN VUUREN, D. P.; SCHELLNHUBER, H. J. Social tipping dynamics for stabilizing Earth's climate by 2050. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 117, n. 5, p. 2354-2365, 2020. DOI: 10.1073/pnas.1900577117.

SACHS, J. D.; SCHMIDT-TRAUB, G.; MAZZUCATO, M.; MESSNER, D.; NAKICENOVIC, N.; ROCKSTRÖM, J. Six Transformations to achieve the Sustainable Development Goals. **Nature Sustainability**, v. 2, n. 9, p. 805-814, 2019. DOI: 10.1038/s41893-019-0352-9.

TRIPATHI, N.; HILLS, C. D.; SINGH, R. S.; ATKINSON, C. J. Biomass waste utilisation in low-carbon products: harnessing a major potential resource. **npj Climate and Atmospheric Science**, v. 2, n. 35, 2019. DOI: 10.1038/s41612-019-0093-5.

VOYTENKO, Y.; MCCORMICK, K.; EVANS, J.; SCHLIWA, G. Urban living labs for sustainability and low carbon cities in Europe: towards a research agenda. **Journal of Cleaner Production**, v. 123, p. 45-54, 2016. DOI: 10.1016/j.jclepro.2015.08.053.

WANG, S.; FANG, C.; GUAN, X.; PANG, B.; MA, H. Urbanisation, energy consumption, and carbon dioxide emissions in China: a panel data analysis of China's provinces. **Applied Energy**, v. 136, p. 738-749, 2014. DOI: 10.1016/j.apenergy.2014.09.059.

WANG, S.; LI, Q.; FANG, C.; ZHOU, C. The relationship between economic growth, energy consumption, and CO_2 emissions: empirical evidence from China. **Science of the Total Environment**, v. 542, p. 360-371, 2016. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.10.027.

ESTRATÉGIAS DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE: A RECICLAGEM DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL COMO INSTRUMENTO DE MITIGAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS

LETÍCIA RODRIGUES FRAGOSO

RESUMO

A construção civil desempenha papel central no desenvolvimento econômico e social do Brasil, mas também se destaca como um dos setores de maior consumo de recursos naturais e geração de resíduos sólidos, sendo os resíduos de construção e demolição (RCD) responsáveis por parcela expressiva dos resíduos urbanos produzidos no país. A destinação inadequada desses materiais intensifica a extração de agregados naturais e amplia a pressão sobre os ecossistemas, ao passo que sua reciclagem se insere no debate sobre economia circular ao propor a reinserção dos resíduos nos ciclos produtivos. Essa abordagem dialoga diretamente com os pressupostos da Biologia da Conservação, ao considerar a relação entre atividades humanas, uso do território e impactos indiretos sobre a biodiversidade, sobretudo em áreas urbanas e periurbanas. Diante desse cenário, o presente projeto tem como objetivo analisar como a reciclagem de resíduos de construção e demolição pode atuar como estratégia indireta de mitigação de impactos ambientais e de conservação da biodiversidade em contextos urbanos e periurbanos. A pesquisa adota abordagem metodológica mista, estruturada em duas fases complementares: uma Revisão Sistemática de Literatura, orientada pelo protocolo PRISMA e conduzida em bases como Scopus e Web of Science, voltada à sistematização do conhecimento científico sobre construção civil, RCD, economia circular e Biologia da Conservação; e um Estudo de Caso, orientado por Yin (2018), realizado junto a empresas do setor da construção civil localizadas na região de influência do Campus Lagoa do Sino (UFSCar), com coleta de dados por análise documental, entrevistas semiestruturadas e observação direta. No âmbito do Estudo de Caso, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é empregada como ferramenta de apoio à análise, permitindo quantificar e comparar impactos ambientais associados a diferentes cenários de gestão dos resíduos. Espera-se, como resultado, sistematizar o estado da arte sobre o tema e produzir um diagnóstico das práticas de gestão de RCD adotadas pelas empresas estudadas, evidenciando em que medida a reciclagem desses resíduos contribui para a redução da pressão sobre os recursos naturais, dialogando com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11, 12 e 15 e subsidiando discussões sobre conservação da biodiversidade em paisagens antropizadas.

Palavras-chave: Economia circular; Avaliação do ciclo de vida; Sustentabilidade urbana.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil desempenha papel central no desenvolvimento econômico e social do Brasil, sendo frequentemente utilizada como um dos principais indicadores do crescimento econômico nacional (CBIC, 2018). Em 2024, o setor movimentou aproximadamente R$ 359,5 bilhões na economia brasileira, correspondendo a 4,3% do Produto Interno Bruto (PIB) do período (IBGE, 2025). Essa magnitude, contudo, está associada a impactos ambientais significativos: estima-se a produção anual de cerca de 48 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição (RCD) no país, volume equivalente a aproximadamente 60% dos

DOI: 10.51189/vii-coninters/90349

resíduos sólidos urbanos gerados nacionalmente, o que evidencia o elevado potencial de impactos negativos decorrentes do descarte inadequado desses materiais (Bettini, 2024).

Grande parte dos RCD é proveniente de estruturas de concreto que atingem diariamente o fim de sua vida útil, materiais que englobam concreto, argamassa, tijolos, blocos cerâmicos, solos de escavação, metais, madeira, vidro, plásticos e gesso (CONAMA, 2002). Quando não recebem destinação adequada, esses resíduos ampliam a demanda por novos recursos naturais e intensificam a pressão sobre os ecossistemas, ao passo que sua reciclagem representa alternativa relevante de conservação ambiental e de redução de custos para a indústria da construção civil. Pesquisas demonstram que materiais como concreto, argamassa e resíduos cerâmicos podem ser reciclados e reincorporados à cadeia produtiva, com desempenho técnico satisfatório e custo inferior ao dos materiais convencionais (John *et al.*, 2013; Batista, 2009).

Nesse contexto, a economia circular consolida-se como um modelo de produção e consumo orientado à manutenção de produtos, materiais e recursos em uso pelo maior tempo possível, em contraste com o modelo linear tradicional de extrair, produzir, consumir e descartar, propondo a reinserção dos materiais nos ciclos produtivos por meio de reutilização, reciclagem, remanufatura e recuperação (Macarthur *et al.*, 2013; Geissdoerfer *et al.*, 2017). A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) destaca-se como ferramenta fundamental nesse processo, ao permitir avaliar os impactos ambientais associados a um produto ou material desde a extração dos recursos naturais até sua destinação final (ABNT, 2009).

Essa discussão articula-se diretamente com os pressupostos da Biologia da Conservação, campo científico voltado à compreensão, prevenção e mitigação das ameaças à biodiversidade, caracterizada como uma ciência orientada para a crise diante da acelerada perda de biodiversidade observada nas últimas décadas, amplamente associada às atividades humanas (Primack, 2014). Entre os principais fatores desse processo destacam-se a conversão e fragmentação de habitats, a poluição de ambientes terrestres e aquáticos e a superexploração dos recursos naturais, pressões intensificadas em áreas urbanas e periurbanas (MEA, 2005). A construção civil assume papel central nesse cenário, uma vez que figura entre os maiores consumidores de recursos naturais e geradores de resíduos sólidos, e a extração de matérias-primas como areia, brita e rochas provoca supressão de vegetação nativa, assoreamento de corpos hídricos e redução da biodiversidade local.

É nesse cenário que se insere o presente projeto, na interface entre Biologia da Conservação, sustentabilidade urbana e gestão ambiental. Assim, esta pesquisa tem como objetivo geral analisar como a reciclagem de resíduos de construção e demolição pode atuar como estratégia indireta de mitigação de impactos ambientais e de conservação da biodiversidade em contextos urbanos e periurbanos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa adota uma abordagem metodológica mista, combinando métodos qualitativos e quantitativos, organizada em duas fases principais: a Revisão Sistemática de Literatura (RSL), voltada à fundamentação teórica e ao mapeamento do estado da arte, e o Estudo de Caso, destinado à aplicação dos conceitos da ACV em um contexto real de gestão e reciclagem de RCD. O objeto de estudo corresponde à gestão de resíduos de construção e demolição em empresas do setor da construção civil localizadas na região de influência do Campus Lagoa do Sino (UFSCar).

A RSL será orientada pelo protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), com buscas em bases de dados como Scopus e Web of Science, por sua abrangência nas áreas de sustentabilidade, gestão ambiental, construção civil e conservação. Serão definidos critérios de inclusão e exclusão para a seleção de artigos científicos, anais de congressos e livros dos últimos dez anos, a partir de termos-chave como "resíduos de construção e demolição (RCD)", "reciclagem na construção civil", "economia

DOI: 10.51189/vii-coninters/90349

circular", "avaliação de ciclo de vida (ACV)", "impactos ambientais" e "conservação da biodiversidade".

A análise dos trabalhos selecionados na RSL será conduzida em duas etapas complementares: uma análise bibliométrica, com apoio de softwares como o VOSviewer, para identificar tendências de publicação, principais autores, periódicos e a evolução temporal da produção científica; e uma análise de conteúdo qualitativa, baseada na técnica de Análise Temática, voltada a identificar abordagens metodológicas, resultados recorrentes, limitações e contribuições dos estudos para a compreensão dos impactos ambientais da construção civil e do papel da reciclagem de RCD.

A segunda fase da pesquisa consiste na realização de um Estudo de Caso, conforme proposto por Yin (2018), com o objetivo de analisar, em contexto real, as práticas de gestão de RCD adotadas pelas empresas selecionadas e suas implicações ambientais, orientado pelos princípios da economia circular. No âmbito dessa etapa, a ACV será empregada para quantificar e comparar os impactos ambientais associados a diferentes cenários de gestão dos resíduos, especialmente entre o uso de agregados naturais e de agregados reciclados. A coleta de dados será realizada por meio de análise documental de relatórios e planos de gerenciamento de RCD, entrevistas semiestruturadas com gestores, técnicos e responsáveis técnicos ou ambientais, e observação direta das práticas de geração, segregação, armazenamento, coleta, tratamento e destinação dos resíduos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por se tratar de pesquisa em desenvolvimento, atualmente nas etapas de revisão sistemática de literatura e definição do estudo de caso, os resultados apresentados a seguir correspondem aos resultados esperados a partir dos objetivos propostos, discutidos à luz do referencial teórico adotado. Espera-se, na fase da RSL, sistematizar o estado da arte sobre construção civil, RCD, economia circular e Biologia da Conservação, identificando lacunas de pesquisa e consolidando as categorias analíticas que subsidiarão a etapa aplicada do Estudo de Caso.

No âmbito do Estudo de Caso, espera-se produzir um diagnóstico das práticas de gestão de RCD adotadas pelas empresas da região de influência do Campus Lagoa do Sino, evidenciando em que medida essas práticas incorporam princípios de economia circular. Essa expectativa está fundamentada em evidências da literatura: estudos indicam que agregados reciclados podem ser reinseridos nas cadeias produtivas, especialmente na produção de concretos, sem prejuízos significativos às propriedades físicas e mecânicas dos materiais (Santos; Gomes; Oliveira, 2019; Zamora-Castro *et al.*, 2021), o que reforça o potencial da reciclagem de RCD como alternativa técnica e ambientalmente viável.

Espera-se, ainda, que a aplicação da ACV permita quantificar e comparar os impactos ambientais associados a cenários de uso de agregados naturais e reciclados, fortalecendo a base empírica para discussões conservacionistas e dialogando diretamente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), 12 (Consumo e Produção Responsáveis) e, de forma indireta, 15 (Vida Terrestre), ao reduzir a exploração de ecossistemas naturais e favorecer a conservação da biodiversidade.

Ao mesmo tempo, a literatura indica que a incorporação da economia circular ao setor da construção civil enfrenta barreiras técnicas, econômicas e institucionais, relacionadas a custos, normativas e cultura organizacional das empresas (Cruz Rios; Grau; Bilec, 2021). Por essa razão, os resultados esperados não devem ser interpretados como confirmação prévia de que todas as empresas estudadas adotam práticas alinhadas à economia circular, mas como um diagnóstico que também poderá revelar desafios e limitações à incorporação dessas práticas na região de influência do Campus Lagoa do Sino.

4 CONCLUSÃO

Espera-se que esta pesquisa, ainda em desenvolvimento, contribua para demonstrar como a reciclagem de resíduos de construção e demolição pode atuar como estratégia indireta de mitigação de impactos ambientais e de conservação da biodiversidade em contextos urbanos e periurbanos, articulando a Biologia da Conservação aos princípios da economia circular e da Avaliação do Ciclo de Vida. Do ponto de vista científico, o estudo tende a contribuir para o reconhecimento do papel do ser humano como agente central na transformação e no manejo de paisagens antropizadas, fortalecendo a base empírica para discussões conservacionistas a partir de práticas produtivas concretas. Como limitação, destaca-se que os resultados aqui apresentados são projeções fundamentadas no referencial teórico e no desenho metodológico da pesquisa, ainda sujeitas às informações que serão efetivamente produzidas na Revisão Sistemática de Literatura e no Estudo de Caso. Como perspectiva futura, prevê-se que o diagnóstico das práticas de gestão de RCD possa subsidiar políticas públicas, o planejamento territorial e ações de educação ambiental, especialmente no contexto regional de influência do Campus Lagoa do Sino.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14040: Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura. Rio de Janeiro, 2009.

BATISTA, Cristiano G. Influência na resistência à compressão de concretos com agregados reciclados de concreto em substituição ao agregado natural. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2009.

BETTINI. Brasil produz 48 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição. Movimento Circular, 18 jan. 2024. Disponível em: https://movimentocircular.io/pt/blog/brasil-produz-48-milhoes-de-toneladas-de-residuos-de-construcao-e-demolicao. Acesso em: 18 dez. 2025.

CBIC. CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. A importância da construção civil para o desenvolvimento econômico e social. Brasília: CBIC, 2018. Disponível em: https://cbic.org.br. Acesso em: 18 dez. 2025.

CONAMA. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 17 jul. 2002. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=305. Acesso em: 18 dez. 2025.

CRUZ RIOS, Francisco; GRAU, David; BILEC, Melissa M. Investigating barriers and facilitators to circular economy in the US construction industry. Journal of Cleaner Production, Amsterdam, v. 318, p. 128561, 2021.

GEISSDOERFER, Martin *et al.* The circular economy: a new sustainability paradigm?. Journal of Cleaner Production, Amsterdam, v. 143, p. 757-768, 2017.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Painel de Indicadores. Rio de Janeiro, 2025. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/indicadores#variacao-do-pib. Acesso em: 18 dez. 2025.

JOHN, Vanderley M.; SATO, N. M. N.; AGOPYAN, Vahan; SJÖSTRÖM, C. Durabilidade e sustentabilidade: desafios para a construção civil brasileira. São Paulo: Universidade de São Paulo; Gävle: University of Gävle, 2013.

MACARTHUR, Ellen *et al.* Towards the circular economy. Journal of Industrial Ecology, Hoboken, v. 2, n. 1, p. 23-44, 2013.

MEA. MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. Ecosystems and human well-being: synthesis. Washington: Island Press, 2005.

PRIMACK, Richard B. Essentials of conservation biology. 6. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2014.

SANTOS, G. C.; GOMES, I. G.; OLIVEIRA, R. L. Análise do concreto produzido com agregado miúdo reciclado de resíduos de construção e demolição. Sorocaba: Universidade de Sorocaba, 2019.

YIN, Robert K. Case study research and applications: design and methods. 6. ed. Thousand Oaks: SAGE Publications, 2018.

ZAMORA-CASTRO, S. A. *et al.* Sustainable development of concrete through aggregates and innovative materials: a review. Applied Sciences, Basel, v. 11, n. 2, p. 629, 2021.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90349

ASSISTÊNCIA TÉCNICA EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL EM TERRITÓRIO RURAL: INTERFACES ENTRE HABITAÇÃO, CONSERVAÇÃO SOCIOAMBIENTAL E CONHECIMENTOS LOCAIS NO PDS LUIZ DAVID DE MACEDO

LETÍCIA RODRIGUES FRAGOSO

RESUMO

A Assistência Técnica em Habitação de Interesse Social (ATHIS), instituída pela Lei Federal nº 11.888/2008, assegura às famílias de baixa renda o direito à assistência técnica pública e gratuita de arquitetos, urbanistas e engenheiros para o projeto e a construção de sua moradia, mas sua efetivação no meio rural permanece incipiente, sobretudo em territórios ambientalmente diferenciados, nos quais a habitação está diretamente relacionada à conservação de rios, nascentes e biodiversidade, bem como aos conhecimentos práticos acumulados pelos próprios moradores ao longo do tempo. Diante desse cenário, esta pesquisa tem como objetivo analisar as condições habitacionais e socioambientais do Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS) Luiz David de Macedo, localizado no município de Apiaí (SP), na porção paulista do Vale do Ribeira, e suas interfaces com os princípios da ATHIS, considerando as relações entre habitação, território, recursos naturais e conhecimentos locais, com vistas à elaboração de diretrizes para uma possível atuação futura de ATHIS territorializada. Trata-se de um estudo de abordagem metodológica mista, de caráter exploratório, descritivo e analítico, estruturado como estudo de caso e organizado em cinco etapas complementares: revisão de literatura, caracterização territorial a partir de dados secundários, levantamento de dados primários em campo, análise integrada e triangulação das informações, e elaboração de diretrizes. O levantamento de campo combinará entrevistas semiestruturadas com 26 famílias selecionadas entre as 72 residentes no assentamento, distribuídas em suas 13 ilhas, Diagnóstico Rural Participativo e observação direta das condições habitacionais e ambientais, permitindo confrontar dados oficiais, relatos dos moradores e observações de campo. Como resultado, espera-se produzir um diagnóstico consolidado das condições habitacionais e ambientais do PDS, evidenciando convergências, divergências e lacunas entre o que é observado tecnicamente e o que é vivido cotidianamente pelas famílias, além de um conjunto de diretrizes para uma possível atuação futura de ATHIS que concilie a melhoria das condições de moradia, o direito à moradia digna, a conservação socioambiental do território e a valorização dos saberes e das práticas das famílias assentadas. Conclui-se que a pesquisa, ainda em desenvolvimento, tende a contribuir tanto para o debate acadêmico sobre a territorialização da ATHIS em áreas rurais ambientalmente diferenciadas quanto para a própria comunidade do PDS, à qual os resultados serão devolvidos por meio de estratégias de disseminação acessíveis.

Palavras-chave: Sistemas socioecológicos; Diagnóstico participativo; Vale do Ribeira.

1 INTRODUÇÃO

A Assistência Técnica em Habitação de Interesse Social (ATHIS), instituída pela Lei Federal nº 11.888/2008, assegura às famílias de baixa renda, residentes em áreas urbanas ou rurais, o direito à assistência técnica pública e gratuita de arquitetos, urbanistas e engenheiros

DOI: 10.51189/vii-coninters/90350

para o projeto e a construção de sua moradia (Brasil, 2008). Mais do que um instrumento legal, a ATHIS reconhece que projetar e construir uma casa exige conhecimento técnico ao qual grande parte das famílias brasileiras de baixa renda não tem acesso, e que a ausência desse acesso implica riscos concretos para quem passa a habitar moradias mal ventiladas, úmidas ou estruturalmente inseguras (Cardoso; Lopes, 2022).

Passadas quase duas décadas de sua promulgação, contudo, a efetivação da ATHIS permanece heterogênea e incipiente em grande parte do território nacional, sendo essa lacuna ainda mais acentuada no meio rural, onde a dispersão geográfica das famílias, a menor presença do poder público e a escassez de profissionais dificultam a implementação de programas de melhorias habitacionais (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2023; Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil, 2023). No meio rural, os problemas de habitabilidade articulam-se a condições específicas de saneamento, abastecimento de água e destinação de resíduos, frequentemente resolvidas de forma autônoma pelas famílias, à revelia de qualquer orientação técnica (Leite; Scalize; Hora, 2022).

Essa perspectiva aproxima a habitação rural da linha de pesquisa em Conservação e Sustentabilidade que fundamenta este projeto. Do ponto de vista da Biologia da Conservação, um sistema socioecológico é definido pela interdependência entre componentes biofísicos e sociais, cuja manutenção depende diretamente das práticas cotidianas de uso do solo e da água (Ostrom, 2005; Primack, 2012; Berkes, 2012). No caso do PDS Luiz David de Macedo, situado em remanescente contínuo de Mata Atlântica do Vale do Ribeira, essa relação não é uma abstração teórica: decisões domésticas aparentemente privadas — a distância da casa em relação ao rio ou à nascente mais próxima, o destino do esgoto doméstico, os materiais usados na construção — operam como vetores de conservação ou de degradação dos rios, das nascentes e da biodiversidade do território (Brondízio *et al.*, 2021).

Essa relação entre moradia e conservação, contudo, não se resolve apenas com normas técnicas impostas de fora para dentro. Populações rurais desenvolvem, ao longo de gerações, saberes práticos sobre manejo do solo, uso de recursos florestais e técnicas construtivas adaptadas às condições ambientais locais, conhecimento que frequentemente antecede e complementa o saber técnico-científico formal (Joa; Winkel; Primmer, 2018). Estudos sobre soluções construtivas aplicáveis a habitações rurais autoconstruídas no Brasil reforçam que a avaliação das condições habitacionais não deve se restringir a aspectos físicos da edificação, devendo considerar também condições econômicas, disponibilidade de materiais e possibilidades de autoconstrução de cada território (Viñolas *et al.*, 2025).

É nesse contexto que se insere o Projeto de Desenvolvimento Sustentável Luiz David de Macedo, no município de Apiaí (SP), território rural ambientalmente diferenciado e sem experiência prévia de ATHIS implementada, o que direciona a investigação para uma etapa anterior à implementação de uma política de assistência técnica: o diagnóstico das condições existentes. Assim, esta pesquisa tem como objetivo geral analisar as condições habitacionais e socioambientais do PDS Luiz David de Macedo e suas interfaces com os princípios da ATHIS, considerando as relações entre habitação, território, recursos naturais e conhecimentos locais, com vistas à elaboração de diretrizes para uma possível atuação futura de ATHIS territorializada.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa está sendo desenvolvida a partir de uma abordagem metodológica mista, combinando procedimentos quantitativos e qualitativos, de caráter exploratório, descritivo e analítico, estruturada como estudo de caso do PDS Luiz David de Macedo, localizado no município de Apiaí (SP), na porção paulista do Vale do Ribeira. A adoção da abordagem mista justifica-se pela natureza do problema investigado, que envolve simultaneamente

características mensuráveis do território e aspectos relacionados às percepções, aos conhecimentos e às práticas dos moradores.

O estudo está organizado em cinco etapas complementares: revisão de literatura e construção do referencial teórico; caracterização territorial e levantamento de dados secundários; levantamento de dados primários em campo; análise integrada e triangulação das informações; e elaboração de diretrizes para uma possível atuação futura de ATHIS territorializada. A caracterização inicial do território considera dados secundários de instituições como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), órgãos ambientais, a Prefeitura Municipal de Apiaí e o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).

O levantamento de dados primários é realizado por meio de entrevistas semiestruturadas, Diagnóstico Rural Participativo (DRP) e observação direta das condições habitacionais e ambientais, permitindo a triangulação entre informações oficiais, observações de campo e conhecimentos produzidos pelos próprios moradores. O universo da pesquisa é constituído pelas 72 famílias residentes no PDS, distribuídas em 13 ilhas; a amostra é intencional, com seleção de duas famílias por ilha, totalizando 26 famílias entrevistadas, o que garante representação de 100% das ilhas do assentamento.

Os dados quantitativos são organizados em planilhas eletrônicas e submetidos a estatística descritiva; informações espacializadas poderão ser tratadas em ambiente de geoprocessamento. As informações qualitativas provenientes das entrevistas, do DRP e das observações são sistematizadas por meio de categorias temáticas — condições habitacionais, infraestrutura e saneamento, uso dos recursos naturais, práticas construtivas, uso e ocupação do território, percepções ambientais, conhecimentos locais, demandas habitacionais, potencialidades e limitações, e possibilidades de territorialização da ATHIS — posteriormente trianguladas com os dados secundários e a revisão bibliográfica.

Por envolver participação direta de moradores, a pesquisa observa os princípios éticos aplicáveis a pesquisas com seres humanos, em consonância com as Resoluções nº 466/2012 e nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, mediante Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e está submetida à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Campus Lagoa do Sino.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por se tratar de pesquisa em desenvolvimento, atualmente na etapa de revisão de literatura e planejamento da caracterização territorial, os resultados apresentados a seguir correspondem aos resultados esperados a partir dos objetivos propostos, discutidos à luz do referencial teórico adotado. Espera-se produzir um diagnóstico consolidado das condições habitacionais e socioambientais do PDS Luiz David de Macedo, articulando dados secundários e fontes oficiais às percepções, aos conhecimentos e às práticas relatadas pelos moradores. Esse diagnóstico deverá evidenciar convergências, divergências e lacunas entre o que é observado tecnicamente e o que é vivido cotidianamente pelas famílias, permitindo identificar com maior precisão as demandas de intervenção em habitação, saneamento, abastecimento de água, destinação de resíduos e manejo do território.

Essa expectativa está fundamentada em experiências relatadas na literatura. Scotton, Miron e Lersch (2021), ao analisarem uma experiência de assistência técnica voltada à promoção de habitat saudável, identificaram contribuições relacionadas às condições de habitabilidade e destacaram a participação da população no processo, o que reforça a possibilidade de compreender a assistência técnica como processo que ultrapassa a dimensão exclusivamente construtiva. De modo semelhante, espera-se que a articulação entre dados secundários e informações produzidas diretamente com os moradores do PDS revele

especificidades territoriais não captadas por indicadores oficiais, tal como já apontado por estudos sobre habitação e habitabilidade rurais no Brasil (Leite; Scalize; Hora, 2022).

A partir do diagnóstico, espera-se produzir uma análise sobre em que medida os princípios e instrumentos da ATHIS podem ser territorializados no contexto de um assentamento ambientalmente diferenciado como o PDS, identificando potencialidades, limitações e possíveis conflitos entre assistência técnica habitacional, conservação socioambiental e conhecimentos locais (Brasil, 2008; Cardoso; Lopes, 2022). Essa discussão dialoga diretamente com a literatura sobre sistemas socioecológicos, segundo a qual a gestão sustentável de recursos naturais compartilhados depende menos de normas impostas externamente e mais das regras, práticas e arranjos que as próprias comunidades constroem para o uso cotidiano desses recursos (Ostrom, 2005).

Nesse sentido, os resultados esperados não devem ser interpretados como validação prévia de que a implementação de ATHIS produzirá, automaticamente, resultados de conservação socioambiental, tampouco como desqualificação das práticas já adotadas pelos moradores. A literatura sobre conhecimento ecológico local adverte que soluções tecnicamente corretas do ponto de vista normativo podem se mostrar inadequadas na prática quando desconsideram os saberes acumulados pelas famílias sobre o próprio território em que vivem (Joa; Winkel; Primmer, 2018). Por essa razão, o diagnóstico em elaboração busca compreender como os moradores já utilizam, transformam e percebem seus espaços de vida, antes de propor qualquer diretriz de intervenção.

4 CONCLUSÃO

Espera-se que esta pesquisa, ainda em desenvolvimento, resulte em um conjunto de diretrizes para uma possível atuação futura de ATHIS no PDS Luiz David de Macedo, compatíveis tanto com o direito à moradia digna quanto com a conservação dos rios, das nascentes e da biodiversidade do território. Do ponto de vista acadêmico, o estudo tende a contribuir para o debate sobre a territorialização da ATHIS em áreas rurais ambientalmente diferenciadas e para a discussão, no campo da Conservação e Sustentabilidade, sobre a integração entre populações humanas, seus modos de habitar e os sistemas socioecológicos em que estão inseridas. Como limitação, destaca-se que os resultados aqui apresentados são projeções fundamentadas no referencial teórico e no desenho metodológico da pesquisa, ainda sujeitas às informações que serão efetivamente produzidas em campo. Como perspectiva futura, prevê-se a devolução dos resultados à própria comunidade do PDS Luiz David de Macedo por meio de cartilha, oficina de devolução e outras estratégias de disseminação acessíveis, de modo que o diagnóstico e as diretrizes propostas possam subsidiar futuras ações de assistência técnica, melhorias habitacionais e conservação socioambiental do território.

REFERÊNCIAS

BERKES, Fikret. Sacred ecology. 3. ed. New York: Routledge, 2012. 392 p.

BRASIL. Lei nº 11.888, de 24 de dezembro de 2008. Assegura às famílias de baixa renda assistência técnica pública e gratuita para o projeto e a construção de habitação de interesse social e altera a Lei nº 11.124, de 16 de junho de 2005. Brasília, DF: Presidência da República, 2008. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/l11888.htm. Acesso em: 1 set. 2026.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Brasília, DF: Conselho Nacional de Saúde, 2012. Disponível em:

https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/atos-normativos/resolucoes/2012/resolucao-no-466.pdf/view. Acesso em: 1 set. 2026.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Brasília, DF: Conselho Nacional de Saúde, 2016. Disponível em: https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/atos-normativos/resolucoes/2016/resolucao-no-510.pdf/view. Acesso em: 1 set. 2026.

BRONDÍZIO, Eduardo S. *et al.* Locally based, regionally manifested, and globally relevant: indigenous and local knowledge, values, and practices for nature. Annual Review of Environment and Resources, v. 46, p. 481-509, 2021. DOI: https://doi.org/10.1146/annurev-environ-012220-012127.

CARDOSO, Fernanda Simon; LOPES, João Marcos de Almeida. Assessoria e assistência técnica para habitação de interesse social: do discurso à construção da prática profissional. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais, v. 24, n. 1, 2022. DOI: https://doi.org/10.22296/2317-1529.rbeur.202210pt.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL (CAU/BR). Boas práticas do CAU em ATHIS: relatório da Semana de Habitação 2023. Brasília, DF: CAU/BR, 2023.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). Dimensão das inadequações habitacionais, custos, impactos e relações com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: subsídios para um programa nacional de melhorias habitacionais. Brasília, DF: IPEA, 2023. (Dirur: Nota Técnica, n. 40). DOI: https://doi.org/10.38116/ntdirur40-port.

JOA, Bettina; WINKEL, Georg; PRIMMER, Eeva. The unknown known: a review of local ecological knowledge in relation to forest biodiversity conservation. Land Use Policy, v. 79, p. 520-530, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.09.001.

LEITE, Liziana de Sousa; SCALIZE, Paulo Sérgio; HORA, Karla Emmanuela Ribeiro. Habitação e habitabilidade rurais. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 13, n. 5, p. 195-207, 2022. DOI: https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2022.005.0015.

OSTROM, Elinor. Understanding institutional diversity. Princeton: Princeton University Press, 2005.

PRIMACK, Richard B. A primer of conservation biology. 5. ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2012.

SCOTTON, Josiane Andréia; MIRON, Luciana Inês Gomes; LERSCH, Inês Martina. Assistência técnica em habitação de interesse social para promoção do habitat saudável. Gestão & Tecnologia de Projetos, São Carlos, v. 16, n. 4, p. 85-100, 2021. DOI: https://doi.org/10.11606/gtp.v16i4.178679.

VIÑOLAS, Bernat; CASANOVAS-RUBIO, Maria del Mar; PONS-VALLADARES, Oriol; JOSA, Irene; ARMENGOU, Jaume; DE LA FUENTE, Albert. Sustainability of wall construction techniques for self-built rural housing: a case study from Brazil. Cleaner Environmental Systems, v. 19, 100348, 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cesys.2025.100348.

COMUNICAÇÃO DIGITAL COMO FERRAMENTA DE DIVULGAÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA NO AGRONEGÓCIO: RELATO DE EXPERIÊNCIA DO QUADRO "30 DIAS, 30 FATOS SOBRE O AGRO"

VIVIAN NATALIA KAUFERT

RESUMO

As mídias sociais ampliaram as possibilidades de circulação de informações técnico-científicas, criando novos espaços para aproximar conhecimentos produzidos em ambientes acadêmicos e técnicos de diferentes públicos. No agronegócio, esses canais podem complementar outras formas de divulgação ao permitir a apresentação de temas das Ciências Agrárias em formatos audiovisuais de rápida circulação. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo relatar a experiência de desenvolvimento e veiculação do quadro "30 dias, 30 fatos sobre o agro" no Instagram, caracterizando o alcance e a interação do público com os conteúdos publicados. A série foi veiculada entre setembro e dezembro de 2025 e composta por 30 vídeos curtos, com duração aproximada de até 90 segundos, abordando diferentes temas relacionados ao agronegócio. Os roteiros foram planejados previamente e elaborados a partir de conhecimentos técnicos associados à consulta de artigos científicos, fontes institucionais e, em determinados temas, profissionais especializados. Os vídeos utilizaram linguagem acessível, legendas, imagens de apoio e ambientes relacionados aos assuntos apresentados. Para a análise da experiência, foram consideradas as métricas acumuladas disponibilizadas pelo Instagram até 6 de setembro de 2026, incluindo visualizações, alcance, curtidas, comentários, repostagens, compartilhamentos e salvamentos. Uma das publicações não estava disponível no momento da coleta, resultando na análise de 29 conteúdos. As publicações totalizaram 130.995 visualizações, com média de 4.517 por vídeo, e a soma dos alcances individuais correspondeu a 87.085 contas, com média de 3.003 por publicação. Foram contabilizadas ainda 5.343 curtidas, 216 comentários, 141 repostagens, 400 compartilhamentos e 263 salvamentos. O conteúdo de maior circulação apresentou 10.975 visualizações, enquanto os maiores números de compartilhamentos (43) e salvamentos (28) ocorreram em outra publicação. Além disso, um conteúdo com 3.242 visualizações, valor inferior à média da série, apresentou 42 compartilhamentos, o segundo maior resultado para esse indicador. Conclui-se que o desempenho dos conteúdos técnico-científicos não deve ser avaliado apenas pelo número de visualizações, uma vez que diferentes métricas evidenciam formas distintas de interação. A experiência indica que vídeos curtos, planejados e tecnicamente fundamentados apresentam potencial como estratégia complementar para ampliar a circulação de informações técnico-científicas relacionadas ao agronegócio nas mídias sociais.

Palavras-chave: Extensão rural; Mídias sociais; Popularização da ciência.

1 INTRODUÇÃO

A divulgação científica desempenha papel importante na aproximação entre o conhecimento produzido em ambientes acadêmicos e técnicos e diferentes segmentos da sociedade. Mais do que disponibilizar informações, esse processo envolve a adaptação da linguagem e dos meios utilizados para tornar conteúdos especializados compreensíveis e acessíveis a públicos não especializados. Com a ampliação do uso das tecnologias digitais, as

DOI: 10.51189/vii-coninters/90351

formas de divulgação da ciência também passaram por transformações, incorporando ambientes capazes de favorecer maior alcance e interação entre produtores de conteúdo e público (Mendes; Maricato, 2020).

Nesse contexto, as mídias sociais passaram a constituir espaços relevantes para a circulação de informações técnico-científicas, permitindo associar recursos audiovisuais, diferentes estratégias de linguagem e interação direta com os usuários. Entre essas plataformas, o Instagram vem sendo utilizado em iniciativas de divulgação científica direcionadas tanto à comunidade acadêmica quanto ao público não especializado. Além da publicação dos conteúdos, as métricas disponibilizadas pela própria plataforma possibilitam acompanhar indicadores como alcance, curtidas e compartilhamentos, permitindo caracterizar a resposta do público às informações divulgadas. Em relato de experiência sobre divulgação científica em Ictiologia, Nascimento *et al.* (2024) demonstraram o potencial do Instagram para disseminar conteúdos científicos e observaram diferenças no engajamento de acordo com as características das publicações.

No âmbito das Ciências Agrárias, a utilização das mídias sociais amplia as possibilidades de circulação de informações relacionadas à produção agropecuária, manejo, tecnologias e demais conhecimentos associados ao meio rural. Tradicionalmente, a difusão de informações agrícolas ocorre por diferentes meios de comunicação e por ações de extensão; entretanto, as plataformas digitais passaram a complementar essas formas de compartilhamento do conhecimento. Entre as potencialidades atribuídas às mídias sociais no setor agrícola estão a capacidade de alcançar grandes áreas geográficas em curto período, ampliar redes de interação e facilitar o acesso e a disseminação de informações entre diferentes atores envolvidos no setor (Ramavhale; Zwane; Belete, 2024).

Ao mesmo tempo em que ampliam o acesso à informação, os ambientes digitais também favorecem a circulação rápida de conteúdos de diferentes origens e níveis de confiabilidade. No setor agroalimentar, informações falsas, enganosas ou descontextualizadas veiculadas em mídias sociais constituem um desafio para a comunicação baseada em evidências, especialmente diante da velocidade e da amplitude com que esses conteúdos podem circular (Chowdhury *et al.,* 2023). Nesse cenário, ampliar a presença de informações tecnicamente fundamentadas e apresentadas em linguagem acessível representa uma possibilidade de aproximar o conhecimento científico da sociedade e contribuir para a circulação de informações qualificadas sobre o setor agropecuário.

Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo relatar a experiência de desenvolvimento e veiculação do quadro “30 dias, 30 fatos sobre o agro” no Instagram, caracterizando o alcance e a interação do público com conteúdos técnico-científicos relacionados ao agronegócio a partir dos indicadores disponibilizados pela plataforma.

2 RELATO DE CASO/ EXPERIÊNCIA

O quadro “30 dias, 30 fatos sobre o agro” foi desenvolvido como uma iniciativa de comunicação técnico-científica voltada à divulgação de fatos e informações relacionados ao agronegócio, com ênfase no contexto brasileiro. A série foi veiculada entre 15 de setembro e 30 de dezembro de 2025 no perfil @viviankaufert, sendo os conteúdos também publicados no TikTok e no YouTube Shorts. Para fins deste relato de experiência, foram considerados exclusivamente os resultados obtidos no Instagram, plataforma utilizada como principal canal de divulgação da série e que disponibilizou os indicadores empregados na análise.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90351

A iniciativa foi desenvolvida pela autora durante o curso de Mestrado em Biotecnologia, possuindo formação prévia como técnica em Agropecuária, engenheira agrônoma e tecnóloga em marketing. A proposta consistiu em abordar fatos e informações relacionados ao agronegócio que, muitas vezes, são pouco discutidos fora dos meios técnicos, buscando ampliar a circulação de conhecimentos sobre diferentes aspectos do setor e contribuir para a valorização do agronegócio, especialmente o brasileiro. Para isso, buscou-se associar a fundamentação técnica dos conteúdos a uma linguagem acessível e adequada às características das mídias sociais.

Os temas e roteiros foram definidos previamente às gravações, permitindo o planejamento e a organização da série. Na seleção das pautas, buscou-se diversificar os assuntos abordados dentro do agronegócio, contemplando temas relacionados a solos, culturas agrícolas, fitossanidade, produção animal, tecnologias e características da produção agropecuária brasileira. A elaboração dos conteúdos partiu de conhecimentos e experiências da autora, associados à consulta de artigos científicos e fontes institucionais, especialmente materiais disponibilizados pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) e pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Em determinados assuntos, também foram realizadas consultas a docentes da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Setor Palotina, para conferência técnica dos roteiros antes das gravações.

Os conteúdos foram produzidos no formato de vídeos curtos, com duração aproximada de até 90 segundos, nos quais a autora realizava a apresentação oral das informações. Todos os vídeos foram legendados e utilizaram imagens e recursos visuais relacionados aos assuntos abordados. Os locais de gravação variaram conforme a temática, buscando estabelecer relação entre o ambiente apresentado e a informação transmitida. Dessa forma, conteúdos relacionados à bovinocultura, por exemplo, foram gravados em áreas de pastagem com a presença de bovinos, enquanto o conteúdo referente ao lúpulo foi registrado em área de cultivo da espécie. Nenhuma outra pessoa participou diretamente da apresentação dos vídeos, entretanto, algumas publicações utilizaram o recurso de colaboração (collab) do Instagram com perfis e grupos vinculados aos assuntos apresentados, como o Grupo LUPA, o Campo Agrostológico, ambos relacionados à UFPR – Setor Palotina, e o perfil Campo & Negócios, em uma das publicações.

Para caracterizar o desempenho das publicações no Instagram, foram consideradas as métricas de visualizações, alcance, curtidas, comentários, repostagens, compartilhamentos e salvamentos. Indicadores disponibilizados pela própria plataforma têm sido utilizados em experiências de divulgação científica para caracterizar o alcance e as formas de interação do público com os conteúdos publicados (Nascimento *et al*., 2024). Os dados foram coletados em 6 de setembro de 2026 e correspondem aos valores acumulados disponibilizados pela plataforma até a data da consulta.

A série foi composta originalmente por 30 conteúdos. Entretanto, no momento da coleta dos dados, a publicação correspondente ao sétimo conteúdo não estava mais disponível no perfil, impossibilitando a recuperação de seus indicadores. Dessa forma, foram consideradas 29 publicações para a análise descritiva das métricas, mantendo-se a ausência do sétimo conteúdo para preservar a sequência original do quadro.

3 DISCUSSÃO

A análise das 29 publicações disponíveis do quadro “30 dias, 30 fatos sobre o agro” demonstrou variação no alcance e na interação do público entre os diferentes conteúdos. Em conjunto, as publicações contabilizaram 130.995 visualizações, com média de 4.517 por vídeo, e a soma dos alcances individuais correspondeu a 87.085 contas alcançadas, com média de 3.003 por publicação. Foram registradas ainda 5.343 curtidas, 216 comentários, 141 repostagens, 400 compartilhamentos e 263 salvamentos. Esses resultados evidenciam a circulação dos conteúdos técnico-científicos relacionados ao agronegócio no ambiente digital,

DOI: 10.51189/vii-coninters/90351

embora as diferenças observadas entre as publicações indiquem que o desempenho da série não ocorreu de maneira uniforme. Em experiência de divulgação científica no Instagram, Nascimento *et al.* (2024) também observaram variações no engajamento entre conteúdos e destacaram a utilização das métricas da plataforma como ferramenta para avaliar a resposta do público às publicações.

Entre os conteúdos analisados, o maior número de visualizações foi observado na publicação "O agro brasileiro alimenta mais de 800 milhões de pessoas no mundo", com 10.975 visualizações e alcance de 7.644 contas. Na sequência, destacaram-se os conteúdos sobre sericicultura, com 8.593 visualizações; mosca-branca, com 7.380; produção e exportação brasileira de soja, com 6.759; e interferência da buva na produtividade da soja, com 6.639 visualizações (Tabela 1). A inclusão das métricas de interação na comparação mostra, entretanto, que a ordem de destaque se modifica conforme o indicador considerado. O conteúdo sobre sericicultura, por exemplo, apresentou o maior número de curtidas entre essas publicações (406), enquanto o conteúdo sobre mosca-branca apresentou os maiores números de compartilhamentos (43) e salvamentos (28). A presença de assuntos distintos entre as publicações de maior circulação sugere que o interesse do público não esteve concentrado em uma única temática, abrangendo informações sobre produção agropecuária brasileira, fitossanidade e temas menos frequentemente abordados, como a sericicultura.

Tabela 1 – Publicações do quadro "30 dias, 30 fatos sobre o agro" com maior número de visualizações no Instagram

Conteúdo	Visualizações	Alcance	Curtidas	Compartilhamentos	Salvamentos
O agro brasileiro alimenta mais de 800 milhões de pessoas no mundo	10975	7644	286	9	7
A seda começa em uma folha de amoreira	8593	5503	406	31	22
Mosca-Branca	7380	4635	379	43	28
Produção e exportação de soja	6759	5141	336	24	8
Interferência da buva na produção de soja	6639	4704	347	33	27

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados do Instagram Insights (2026).

A comparação conjunta entre visualizações, curtidas, compartilhamentos e salvamentos evidencia que maior circulação não correspondeu necessariamente aos maiores níveis de interação. A publicação sobre o agronegócio brasileiro e a alimentação mundial, apesar de apresentar o maior número de visualizações (10.975), registrou 286 curtidas, nove compartilhamentos e sete salvamentos. O conteúdo sobre sericicultura, com número inferior de visualizações (8.593), obteve o maior número de curtidas entre as publicações analisadas na Tabela 1 (406), além de 31 compartilhamentos e 22 salvamentos. Já a publicação sobre mosca-branca, terceira em visualizações (7.380), apresentou 379 curtidas e os maiores valores de compartilhamentos (43) e salvamentos (28). Esse comportamento demonstra a importância de considerar diferentes métricas na avaliação da comunicação científica em mídias sociais, uma vez que cada indicador representa uma forma distinta de interação do usuário com a publicação.

Estudos sobre divulgação científica em plataformas digitais também têm empregado diferentes indicadores para compreender a resposta do público aos conteúdos, em vez de restringir sua avaliação exclusivamente ao número de visualizações (Habibi; Salim, 2021).

Esses resultados reforçam a necessidade de considerar diferentes métricas na avaliação de conteúdos científicos em mídias sociais. Habibi e Salim (2021) analisaram a interação com conteúdos científicos considerando indicadores como visualizações, curtidas, comentários, compartilhamentos e salvamentos e observaram diferenças entre as respostas dos usuários conforme as características dos conteúdos. De forma semelhante, Li *et al. (*2026), ao analisarem 4.422 vídeos curtos de divulgação científica, consideraram conjuntamente curtidas, comentários, favoritos e compartilhamentos na construção de um índice de efetividade da disseminação. Dessa forma, os resultados do presente relato corroboram a importância de não restringir a avaliação do desempenho de conteúdos técnico-científicos a uma única métrica.

Outro aspecto observado foi o desempenho de conteúdos que apresentaram informações específicas ou potencialmente pouco conhecidas pelo público. Entre as publicações de maior circulação e interação estiveram temas como a relação entre a folha de amoreira e a produção de seda, a classificação da mosca-branca e a redução potencial da produtividade da soja pela interferência da buva. Os resultados sugerem que a associação entre informação técnica e fatos capazes de despertar curiosidade pode constituir uma característica relevante para a comunicação das Ciências Agrárias em vídeos curtos. Entretanto, não é possível atribuir o desempenho observado exclusivamente ao tema ou à curiosidade despertada pela informação. Habibi e Salim (2021) verificaram diferenças no engajamento conforme a forma de apresentação de conteúdos científicos. Li *et al.* (2026), por sua vez, identificaram associações entre características dos vídeos, incluindo duração, qualidade visual e presença de legendas, e a efetividade de sua disseminação. Assim, além do assunto abordado, características relacionadas à produção e à apresentação dos vídeos podem estar associadas à resposta observada nas plataformas digitais.

Essa questão é particularmente relevante para a experiência relatada, uma vez que os vídeos combinaram apresentação oral, legendas, imagens de apoio e gravações realizadas, quando possível, em ambientes relacionados ao tema apresentado. Embora os dados disponíveis não permitam isolar o efeito de cada recurso sobre as métricas obtidas, a estratégia demonstra uma adaptação do conteúdo técnico-científico às características da comunicação audiovisual em mídias sociais. Li *et al.* (2026) observaram associações entre características visuais e textuais dos vídeos e sua efetividade de disseminação, reforçando a importância de considerar não apenas a informação científica transmitida, mas também sua apresentação no ambiente digital.

No âmbito das Ciências Agrárias, a utilização desses recursos digitais apresenta ainda a possibilidade de ampliar os canais pelos quais informações técnicas circulam entre diferentes públicos. Ramavhale, Zwane e Belete (2024) discutem benefícios das mídias sociais para a disseminação de informações agrícolas, entre eles o alcance geográfico, a formação de redes e a possibilidade de atualização e compartilhamento de informações. Nesse sentido, iniciativas de comunicação digital não necessariamente substituem as formas tradicionais de extensão e divulgação técnico-científica, mas podem atuar de maneira complementar, ampliando as possibilidades de circulação de informações relacionadas ao setor agropecuário.

Outro aspecto relevante da experiência foi a preocupação com a fundamentação técnica dos conteúdos, por meio da consulta a artigos científicos, materiais de instituições oficiais e, em determinadas situações, especialistas da área. Essa prática ganha importância diante da circulação simultânea de informações com diferentes níveis de confiabilidade nos ambientes digitais. Chowdhury *et al*. (2023), em revisão sistemática sobre desinformação no setor agroalimentar, discutem a ocorrência e a disseminação de informações falsas ou enganosas em mídias sociais e ambientes online, bem como seus possíveis impactos no setor. Nesse contexto,

a produção de conteúdos fundamentados em fontes técnico-científicas pode contribuir para ampliar a disponibilidade de informações qualificadas sobre o agronegócio no ambiente digital. Entretanto, os dados deste relato não permitem afirmar que a série tenha reduzido a desinformação ou alterado conhecimentos e percepções dos usuários, uma vez que essas dimensões não foram avaliadas.

Apesar dos resultados obtidos, algumas limitações devem ser consideradas. As métricas analisadas caracterizam a circulação e determinadas formas de interação com os conteúdos, mas não permitem avaliar compreensão, aprendizagem ou mudança de percepção dos usuários. Além disso, algumas publicações utilizaram o recurso collab, o que pode ter ampliado sua exposição para públicos vinculados a outros perfis, e não houve controle experimental de fatores como horário de publicação, tema, contexto da gravação ou outras variáveis capazes de influenciar o desempenho. Os dados foram coletados em 6 de setembro de 2026 e representam valores acumulados até essa data, não correspondendo a um intervalo padronizado de acompanhamento após cada publicação. Soma-se a isso a indisponibilidade dos indicadores de uma das 30 publicações, resultando em 29 conteúdos analisados. Essas condições limitam comparações causais entre os vídeos e indicam que os resultados devem ser interpretados de forma descritiva.

De maneira geral, a experiência demonstra que vídeos curtos, planejados e fundamentados em fontes técnico-científicas apresentam potencial como estratégia complementar para a divulgação de conhecimentos relacionados ao agronegócio. As diferenças observadas entre visualizações, curtidas, compartilhamentos e salvamentos evidenciam que o desempenho das publicações possui diferentes dimensões e não deve ser interpretado a partir de um único indicador. Ao mesmo tempo, os resultados reforçam a importância de associar rigor técnico, adequação da linguagem e características próprias da comunicação digital na produção de conteúdos destinados à divulgação das Ciências Agrárias.

4 CONCLUSÃO

A experiência com o quadro “30 dias, 30 fatos sobre o agro” demonstrou que as mídias sociais apresentam potencial como canal complementar para a divulgação técnico-científica relacionada ao agronegócio. Os 29 conteúdos analisados alcançaram diferentes níveis de circulação e interação, evidenciando que o desempenho das publicações não pode ser caracterizado apenas pelo número de visualizações. Curtidas, compartilhamentos e salvamentos apresentaram comportamentos distintos entre os vídeos, inclusive com conteúdos de menor alcance registrando elevada interação.

A diversidade temática da série permitiu abordar diferentes áreas das Ciências Agrárias em vídeos curtos, associando fundamentação técnica, linguagem acessível e recursos próprios da comunicação digital. A experiência indica, portanto, que esse formato pode ampliar as possibilidades de circulação de informações técnico-científicas para além dos espaços acadêmicos e técnicos tradicionais.

Entretanto, os indicadores disponibilizados pelo Instagram permitem avaliar alcance e interação, mas não demonstram se os usuários compreenderam as informações apresentadas ou se houve aprendizagem ou mudança de percepção sobre o agronegócio. Além disso, diferenças no período de exposição das publicações, uso do recurso collab e ausência de controle sobre fatores relacionados à publicação limitam a comparação direta entre os conteúdos.

Como perspectiva, estudos futuros podem acompanhar as métricas em períodos padronizados após a publicação, comparar diferentes formatos, temas e estratégias de apresentação e incorporar instrumentos capazes de avaliar a percepção e a compreensão do público. Dessa forma, será possível avançar da caracterização do alcance e da interação para a avaliação da efetividade das mídias sociais como ferramenta de divulgação técnico-científica nas Ciências Agrárias.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90351

REFERÊNCIAS

CHOWDHURY, A.; KABIR, K. H.; ABDULAI, A.-R.; ALAM, M. F. Systematic review of misinformation in social and online media for the development of an analytical framework for agri-food sector. **Sustainability**, v. 15, n. 6, art. 4753, 2023. DOI: 10.3390/su15064753.

HABIBI, S. A.; SALIM, L. Static vs. dynamic methods of delivery for science communication: a critical analysis of user engagement with science on social media. **PLOS ONE**, v. 16, n. 3, e0248507, 2021. DOI: 10.1371/journal.pone.0248507.

LI, S.; ZHAO, S.; WANG, X.; HUANG, Z.; LIU, X. A study on the dissemination effectiveness and influencing factors of short videos in scientific journals: an empirical analysis based on the ELM model. **PLOS ONE**, v. 21, n. 1, e0341716, 2026. DOI: 10.1371/journal.pone.0341716.

MENDES, M. M.; MARICATO, J. M. Das apresentações públicas às redes sociais: apontamentos sobre divulgação científica na mídia brasileira. **Comunicação & Informação**, Goiânia, v. 23, p. 1-16, 2020. DOI: 10.5216/ci.v23i.49959.

NASCIMENTO, K. L.; SANTOS, R.; CASAL-RIBEIRO, M.; BRITO, M. F. G. Utilização da Rede Social Instagram para divulgação científica em Ictiologia: relato de experiência. **Revista Brasileira de Extensão Universitária,** v. 15, n. 3, p. 395-405, 2024. DOI: 10.29327/2303474.15.3-14.

RAMAVHALE, P. M.; ZWANE, E. M.; BELETE, A. The benefits of social media platforms used in agriculture for information dissemination. **South African Journal of Agricultural Extension**, v. 52, n. 2, p. 77-90, 2024. DOI: 10.17159/2413-3221/2024/v52n2a15342.

SANEAMENTO DESCENTRALIZADO NA AMAZÔNIA: USO DE CARVÃO ATIVADO DE CAROÇO DE AÇAÍ NO TRATAMENTO DE ÁGUA

MARIA CLARA PINHEIRO SANTOS; ADEMIR VICTOR GOMES DA COSTA; JAMILLY ELOISE COUTO BERNARDO; TEREZA CRISTINA SOUZA DE OLIVEIRA

RESUMO

O acesso à água de qualidade permanece como um desafio socioambiental para comunidades amazônicas, especialmente em localidades caracterizadas por isolamento geográfico e limitações de infraestrutura de saneamento. Nesse contexto, soluções descentralizadas, de baixo custo e adaptadas às condições locais podem contribuir para ampliar a segurança hídrica e valorizar recursos regionais. Este estudo teve como objetivo desenvolver e avaliar o Sistema de Tratamento de Água com Carvão Ativado (STAC), utilizando material adsorvente produzido a partir de caroços de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), com aplicação voltada a comunidades amazônicas. O carvão foi obtido por carbonização artesanal, trituração, peneiramento e ativação química com cloreto de zinco, sendo posteriormente caracterizado por espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier, difração de raios X e microscopia eletrônica de varredura. O sistema filtrante foi constituído por camadas de cascalho, areia grossa, areia fina e carvão ativado, operando por fluxo gravitacional. A eficiência foi avaliada por meio dos parâmetros turbidez, ferro total, coliformes totais e *Escherichia coli*, antes e após a filtração. A caracterização indicou estrutura carbonosa predominantemente amorfa, presença de grupos funcionais superficiais e aumento da porosidade após a ativação. O tratamento promoveu redução de 88% da turbidez e diminuição expressiva da concentração de ferro total, além da não detecção de coliformes totais e *E. coli* após a filtração. A tecnologia também foi aplicada em oficinas participativas com comunidades amazônicas, evidenciando potencial de replicação, educação ambiental e apropriação comunitária. Conclui-se que o STAC apresenta potencial como solução descentralizada associada à valorização de resíduos agroextrativistas, embora sejam necessários estudos adicionais sobre vida útil do adsorvente, estabilidade do desempenho e operação em diferentes condições de qualidade da água.

Palavras-chave: Bioeconomia; Segurança hídrica; Tecnologia social.

1 INTRODUÇÃO

O acesso seguro à água permanece um desafio para populações rurais e tradicionais da Amazônia, especialmente em áreas caracterizadas por isolamento geográfico, infraestrutura limitada e forte dependência dos sistemas fluviais. Eventos hidrológicos extremos intensificam essa vulnerabilidade, uma vez que alterações nos níveis dos rios afetam simultaneamente o transporte, o abastecimento de água, o acesso à saúde e outras atividades essenciais. Em estudo realizado no Baixo Amazonas, Cortes et al. (2026) identificaram que os impactos da seca de 2023 ocorreram de forma multidimensional nas comunidades locais, destacando a disponibilidade inadequada de água potável entre os principais fatores associados à vulnerabilidade socioambiental. Os autores apontam, entre as estratégias de adaptação, a implementação de soluções descentralizadas de água e saneamento. Nesse contexto, sistemas descentralizados de tratamento apresentam-se como alternativas relevantes para populações

DOI: 10.51189/vii-coninters/90359

localizadas fora das redes convencionais de abastecimento. Sistemas de tratamento no ponto de uso podem reduzir limitações relacionadas aos elevados custos de implantação de infraestruturas centralizadas, às dificuldades de acesso territorial e à necessidade de manutenção especializada, características frequentemente observadas em regiões rurais e remotas (Sombei; Mecha; Chollom, 2025). Na Amazônia, Sánchez Torres et al. (2025) desenvolveram um sistema autônomo destinado especificamente a comunidades isoladas, como populações ribeirinhas, indígenas e quilombolas, reforçando a importância de tecnologias adaptadas às condições operacionais e territoriais dessas localidades.

Paralelamente ao desafio relacionado à qualidade da água, a expansão da cadeia produtiva do açaí resulta na geração de grandes volumes de resíduos lignocelulósicos. O caroço representa aproximadamente 85% da massa do fruto e sua disposição inadequada pode ocasionar impactos ambientais, tornando necessária a busca por alternativas de valorização desse subproduto. Gomes et al. (2026) destacam que os caroços de açaí apresentam potencial para diferentes aplicações industriais, incluindo sua transformação em materiais carbonáceos destinados à remediação ambiental e ao tratamento de águas e efluentes. Dessa forma, a utilização desse resíduo como precursor de adsorventes pode integrar princípios de economia circular, valorização da biodiversidade e desenvolvimento de tecnologias ambientais

Estudos recentes demonstram a viabilidade técnica da conversão de resíduos de açaí em materiais adsorventes. Dos Santos et al. (2025) produziram hidrocarvão a partir de sementes residuais de *Euterpe precatoria* e observaram remoção superior a 96% de Cr(VI) em condições experimentais otimizadas. Posteriormente, dos Santos et al. (2026) avaliaram hidrochars produzidos a partir de resíduos de açaí e curauá e verificaram elevada capacidade de remoção de azul de metileno, evidenciando o potencial de resíduos da biodiversidade amazônica como precursores de materiais funcionais para tratamento de águas.

Apesar dos avanços relacionados ao desenvolvimento de adsorventes derivados de biomassas amazônicas, ainda são necessários estudos que integrem esses materiais a sistemas simplificados e descentralizados de tratamento, especialmente considerando sua aplicação em contextos comunitários amazônicos. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo desenvolver e avaliar um sistema simplificado de tratamento de água utilizando carvão ativado produzido a partir do caroço de açaí, analisando seu desempenho na melhoria de parâmetros físico-químicos e microbiológicos e discutindo seu potencial de aplicação como tecnologia social.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em caráter experimental, envolvendo a produção do carvão ativado de caroço de açaí, a construção do Sistema de Tratamento de Água com Carvão Ativado (STAC), a caracterização do material adsorvente e a avaliação da eficiência do sistema na melhoria da qualidade da água. O protótipo foi concebido como uma tecnologia de baixo custo e fácil replicação, utilizando recipientes plásticos e materiais filtrantes acessíveis, organizados em camadas de cascalho, areia grossa, areia fina e carvão ativado de caroço de açaí.

O carvão ativado foi produzido a partir de caroços de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) provenientes do pós-beneficiamento. Inicialmente, os caroços foram lavados, secos ao ar livre e submetidos à carbonização artesanal até completa torrefação, com temperaturas estimadas entre 400 e 700 °C. Posteriormente, o material foi triturado e peneirado, obtendo-se partículas entre 0,4 e 0,6 mm. A ativação química foi realizada com cloreto de zinco ($ZnCl_2$), na proporção de 25 g do agente ativante para 50 g de carvão, correspondente à razão mássica $ZnCl_2$/carvão de 0,5:1. O material impregnado foi aquecido por aproximadamente 20 minutos, lavado sucessivamente até atingir pH próximo à neutralidade e seco à temperatura ambiente.

A caracterização do carvão foi realizada antes da ativação, após a ativação e após sua utilização no sistema. Foram empregadas as técnicas de espectroscopia de infravermelho com

transformada de Fourier (FTIR), difração de raios X (DRX) e microscopia eletrônica de varredura (MEV), com o objetivo de avaliar os grupos funcionais superficiais, a organização estrutural e as características morfológicas do material. Para avaliação da eficiência do STAC, foram realizados ensaios utilizando água coletada no rio Negro, em Manaus (AM), e solução contendo ferro dissolvido. Aproximadamente 5 L de água foram submetidos à filtração por fluxo gravitacional contínuo, com tempo médio de 25 minutos. Os parâmetros turbidez, ferro total, coliformes totais e *Escherichia coli* foram avaliados antes e após o tratamento. A eficiência de remoção foi determinada pela relação:

$$ER\ (\%) = \frac{Ci - Cf}{Ci}\ x\ 100$$

em que $C_i$corresponde à concentração inicial e C_fà concentração após o tratamento. Os resultados foram comparados aos critérios aplicáveis de qualidade da água estabelecidos pela legislação brasileira. Além da etapa experimental, a aplicabilidade social da tecnologia foi avaliada por meio de oficinas participativas realizadas em comunidades amazônicas entre 2023 e 2025. As atividades envolveram demonstração da produção do carvão, orientações sobre qualidade da água e saúde e montagem dos sistemas pelos próprios participantes. A experiência mais recente ocorreu na Aldeia Recanto Yupirungá, do povo Karapanã, localizada às margens do rio Tarumã-Açu, em Manaus (AM).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização do carvão ativado evidenciou modificações estruturais e superficiais decorrentes do processo de ativação química. Nos espectros de FTIR, o carvão in natura apresentou bandas associadas a grupos O–H e estruturas aromáticas, enquanto, após a ativação com $ZnCl_2$, observou-se redução da intensidade da banda O–H e maior definição de grupos carbonílicos e oxigenados. Após a utilização do material no sistema de tratamento, foram observadas alterações compatíveis com a interação do adsorvente com espécies presentes na água, sugerindo a participação dos grupos funcionais superficiais no processo de adsorção. A análise por DRX revelou predominância de estrutura carbonosa amorfa, enquanto as micrografias de MEV demonstraram aumento expressivo da porosidade após a ativação, com formação de cavidades e canais superficiais. Após o uso, verificou-se obstrução parcial desses poros, indicando ocupação progressiva dos sítios ativos (Figura 1). Esses resultados corroboram estudos anteriores que relacionam a ativação química de biomassas lignocelulósicas ao desenvolvimento de estruturas porosas e grupos superficiais favoráveis à adsorção (Bentes, 2017; Queiroz et al., 2020; Lopes, 2025).

DOI: 10.51189/vii-coninters/90359

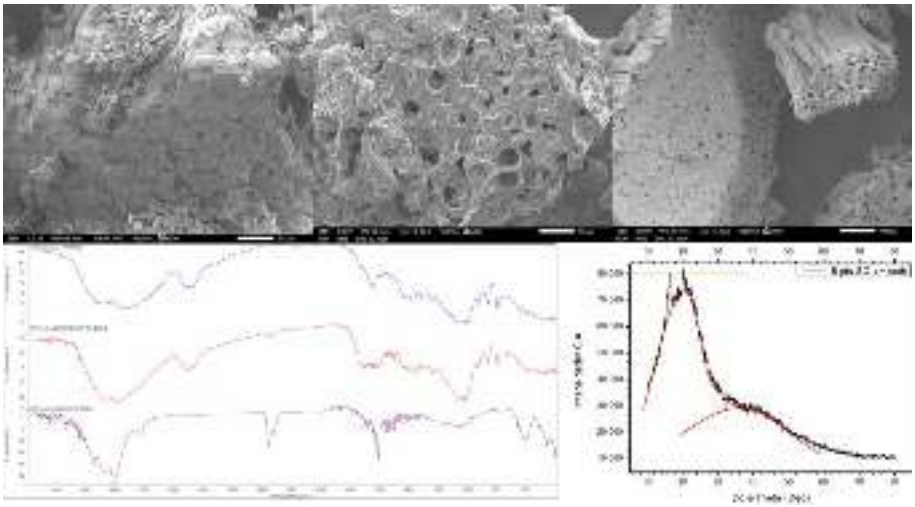


Figura 1 – Compilado de análises MEV, FTIR e DRX. (Autor, 2025)

A eficiência do STAC na melhoria da qualidade da água foi avaliada por meio dos parâmetros ferro total, turbidez, coliformes totais e *Escherichia coli*. A turbidez foi reduzida de 33,91 ± 0,04 NTU para 4,12 ± 0,03 NTU, correspondendo a uma eficiência de aproximadamente 88%. Para o ferro total, a concentração inicial de 5,00 mg L^{-1} foi reduzida para 0,18 ± 0,006 mg L^{-1}. Além disso, coliformes totais e *E. coli*, inicialmente presentes, não foram detectados após a filtração, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros de qualidade da água antes e após o tratamento no STAC

Parâmetro	**Antes da filtração**	**Após a filtração**	**Eficiência**
Ferro total (mg L^{-1})	5,00	0,18 ± 0,006	96,4%
Turbidez (NTU)	33,91 ± 0,04	4,12 ± 0,03	88%
Coliformes totais	Presente	Ausente	Não detectado após filtração
Escherichia coli	Presente	Ausente	Não detectado após filtração

Fonte: Autores (2025).

A redução da turbidez pode ser atribuída principalmente à ação conjunta das diferentes camadas do sistema. O cascalho e as frações de areia atuam predominantemente na retenção física de partículas, enquanto o carvão ativado amplia a capacidade do sistema por meio de mecanismos de adsorção. A estrutura porosa observada por MEV e a presença de grupos funcionais identificados por FTIR sustentam essa interpretação, uma vez que tais características aumentam os sítios disponíveis para interação entre o adsorvente e espécies presentes na água.

Além do desempenho técnico, a aplicação comunitária demonstrou a possibilidade de transferência e apropriação da tecnologia. Entre 2023 e 2025 foram realizadas cinco oficinas em comunidades do Amazonas, sendo a experiência mais recente desenvolvida na Aldeia Recanto Yupirungá, do povo Karapanã. Nessa atividade, dez participantes, sendo nove mulheres, confeccionaram seis sistemas de tratamento e participaram de ações educativas relacionadas à qualidade da água, saúde e preservação ambiental.

4 CONCLUSÃO

O desenvolvimento do Sistema de Tratamento de Água com Carvão Ativado (STAC) demonstrou o potencial do uso do caroço de açaí como matéria-prima para produção de adsorvente aplicado ao tratamento descentralizado de água. O sistema apresentou redução

DOI: 10.51189/vii-coninters/90359

expressiva da turbidez e do ferro total, além da não detecção de coliformes totais e *Escherichia coli* nas amostras após a filtração.

A caracterização do carvão indicou estrutura predominantemente amorfa, presença de grupos funcionais superficiais e aumento da porosidade após a ativação química, características compatíveis com sua atuação como material adsorvente. A aplicação do sistema em oficinas participativas também evidenciou seu potencial de replicação em contextos comunitários amazônicos, associando tratamento de água, educação ambiental e valorização de um resíduo agroextrativista regional.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 22. ed. Washington, DC: APHA, 2012.

BANSAL, **R. C.; GOYAL, M**. *Activated carbon adsorption*. Boca Raton: CRC Press, 2005.

BENTES, J. L. S. *Caracterização e aplicação de carvões ativados de caroço de açaí e tucumã para adsorção de contaminantes em água*. 2017. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

BOUCHELTA, C.; MEDJRAM, M. S.; BERTRAND, O.; BELLAT, J. P. Preparation and characterization of active carbon from date stones by physical activation with steam. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, Amsterdam, v. 82, n. 1, p. 70-77, 2008.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 7 maio 2021.

CORTES, J. P. S. de et al. Multidimensional drought impacts in the lower Amazon: local perspectives on social-ecological vulnerability. *Regional Environmental Change*, v. 26, 2026. O estudo discute impactos da seca sobre acesso à água e aponta soluções descentralizadas de água e saneamento como estratégias de adaptação.

DAGNINO, R. *Tecnologia social: ferramenta para construir outra sociedade*. Campinas: Komedi, 2009.

FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). *Manual de saneamento*. 5. ed. Brasília: FUNASA, 2020.

GOMES, K. S.; PACCO-HUAMANI, M. C.; MORAIS, M. G.; SANTOS, T. D.; COSTA, J. A. V. Açaí Seeds for a Greener Future: Transforming Agro-Waste into Industrial Value. *Foods*, v. 15, 2026. A revisão destaca o potencial do caroço de açaí para valorização industrial, biochar e adsorventes para tratamento de água e efluentes.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Demográfico 2022: resultados preliminares*. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA SOCIAL (ITS). *Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento*. São Paulo: ITS, 2004.

INSTITUTO TRATA BRASIL. *Ranking do Saneamento 2025*. São Paulo: Instituto Trata Brasil, 2025.

JESUS, A. C. M. et al. Desigualdades territoriais no acesso à água potável no Brasil: uma análise das regiões Norte e Nordeste. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*, v. 25, n. 2, p. 45-62, 2023.

LOPES, H. G. *Estudo do carvão ativo do caroço do açaí (Euterpe oleracea) como agente de tratamento em águas superficiais na captura de compostos nitrogenados*. 2025. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química Industrial) – Universidade Federal do Amazonas, Itacoatiara, 2025.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Resolução A/RES/64/292: o direito humano à água e ao saneamento. Nova York: ONU, 2010.

ONU MULHERES. *Relatório sobre gênero e água: desigualdades e impactos sociais na América Latina*. Nova York: ONU Mulheres, 2023.

QUEIROZ, A. M. C. et al. Avaliação da superfície de carvões ativados de açaí modificados para adsorção de íons metálicos. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, v. 11, n. 4, p. 210-223, 2020.

RAMOS, P. H. et al. Preparação de carvão ativado a partir de resíduos lignocelulósicos: caracterização morfológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 2009.

SÁNCHEZ TORRES, N. N.; BORNE, I.; SOUZA, S. A. S.; FRIGO, J. P.; ANDO JUNIOR, O. H. Alternative Water Treatment System Using Ionization and Ultraviolet Radiation for Isolated Communities. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 2025. O trabalho propõe sistema autônomo para comunidades isoladas da Amazônia, incluindo populações ribeirinhas, indígenas e quilombolas.

SANTOS, R. I. L. dos; SOUTO, L. F. L.; MORAES, N. A. de; MENDES, A. C. S.; ARAÚJO, N. N. A.; FREITAS, F. A. de. Removal of Cr(VI) from synthetic effluents using hydrochar from waste açaí (*Euterpe precatoria* Mart.) seeds as a low-cost biosorbent. *Acta Amazonica*, 2025. O estudo demonstrou remoção superior a 96% de Cr(VI) em condições otimizadas utilizando hidrocarvão de resíduos de açaí.

SANTOS, R. L. D. dos; SOUTO, L. F. L.; MENDES, A. C. S.; MORAES, N. A. de; ARAÚJO, N. N. A.; FREITAS, F. A. de. Hydrochars from waste biomass of açaí and curauá as adsorbents for methylene blue using factorial experimental design. *International Journal of Environmental Science and Technology*, v. 23, 2026. O trabalho demonstra a transformação de resíduos amazônicos em materiais adsorventes funcionais.

SILVA, P. R. et al. Filtros de baixo custo com carvão ativado de *Euterpe precatoria* aplicados à purificação de água em comunidades rurais. *Revista Amazônica de Engenharia e Sustentabilidade*, v. 12, n. 1, p. 75-88, 2023.

SOMBEI, D.; MECHA, C.; CHOLLOM, M. A Review of Low-Cost Point-of-Use Water Treatment Solutions Addressing Water Access and Quality in Resource-Limited Settings. *Water*, 2025. A revisão discute sistemas de tratamento no ponto de uso como alternativas para áreas rurais e remotas, especialmente onde sistemas centralizados são limitados por custos, acesso e manutenção.

THOMAS, H. *Tecnologias sociais e inovação solidária na América Latina*. Buenos Aires: CLACSO, 2020.

VIEIRA, J. S. C. et al. Pirólise dos caroços do açaí para obtenção de carvão granulado ativado para tratamento de água destinada ao consumo humano. *Brazilian Journal of Development*, v. 10, n. 7, p. 1-20, 2024.

WORCH, E. *Adsorption technology in water treatment: fundamentals, processes, and modeling*. Berlin: De Gruyter, 2012.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90359

CAPITALISMO, CONFLITOS SOCIOAMBIENTAIS E INFRAESTRUTURA NA AMAZÔNIA: UMA ANÁLISE DA USINA DE BELO MONTE

CELIA MARIA LIMA DOS SANTOS

RESUMO

A relação entre os grandes empreendimentos hidrelétricos na Amazônia e a assimetria do capitalismo selvagem revela um profundo conflito entre a lógica de acumulação de capital e a sustentabilidade socioambiental. A expansão da matriz elétrica brasileira em direção à bacia amazônica se intensificou por meio da construção de megahidrelétricas (como Belo Monte, Santo Antônio, Jirau e Tucuruí), sob o discurso hegemônico do Estado e grandes corporações, tais projetos são classificados como indutores do "desenvolvimento nacional" e provedores de "energia limpa e renovável". O planejamento de grandes obras de infraestrutura na Amazônia frequentemente adota premissas tecnocráticas alienadas que desconsideram as especificidades biofísicas e socioculturais locais. No entanto, essa narrativa oculta uma profunda assimetria de poder e de distribuição ecológica. O planejamento tecnocrático apoia-se, reiteradamente, no mito do "vazio demográfico"– uma construção discursiva colonialista que desumaniza e invisibiliza as populações locais para viabilizar a apropriação de seus territórios. Diante disso, o problema central desta pesquisa reside na seguinte questão: *Como o planejamento e a execução de grandes hidrelétricas na Amazônia (Belo Monte) operam uma Redução Sociológica que mascara a transferência forçada de custos socioecológicos para as populações tradicionais?* Este trabalho analisa os impactos socioambientais decorrentes da implantação da Usina Hidrelétrica de Belo Monte (PA) sob a ótica interdisciplinar da Economia Política, da Economia Ecológica e da Sustentabilidade Ambiental. Utilizando a teoria da Redução Sociológica de Alberto Guerreiro Ramos como ferramenta de crítica epistemológica. A metodologia consistiu em uma pesquisa bibliográfica e documental de natureza exploratória, descritiva e analítica discursiva com procedimentos de revisão documental e análise de dados do período de implantação do projeto hidrelétrico. Os resultados revelam que o empreendimento gerou massivas externalidades negativas ecológicas e uma distribuição assimétrica de poder, onde os custos invisíveis foram internalizados pelas populações tradicionais enquanto os benefícios energéticos foram exportados. Conclui-se que o licenciamento ambiental operou sob um silenciamento epistêmico, evidenciando que a sustentabilidade ambiental na região depende da superação de modelos colonizados de desenvolvimento e da validação dos saberes tradicionais nos processos decisórios.

Palavras-chave: Assimetria; Externalidades Negativas; Redução Sociológica; Saberes Tradicionais.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90368

1 INTRODUÇÃO

O Pseudo Discurso desenvolvimentista do Estado com narrativa oficialista e os consórcios privados classifica as grandes usinas hidrelétricas (UHEs) como fontes de energia "limpa, barata e renovável" Fearnside (2019). A inserção da região amazônica na matriz energética brasileira tem sido pautada, historicamente, por uma lógica colonial de fronteira de recursos e pela imposição de grandes projetos de infraestrutura.

A região amazônica tem figurado historicamente no cenário geopolítico brasileiro como um vasto celeiro de recursos naturais e uma fronteira aberta para a expansão do capital. Sob a égide do desenvolvimento nacional, sucessivos ciclos econômicos e planos estatais de infraestrutura impuseram transformações radicais na dinâmica territorial da maior floresta tropical do planeta.

Motivado pelo rápido crescimento da demanda por energia elétrica, o governo federal, por meio do PAC 2 (2011-2014), havia sinalizado outras usinas na Amazônia, de forma a afetar não só a população nativa e seu potencial turístico, mas também a riqueza intangível e os recursos vindos da fauna e da flora que não podem ser perfeitamente contabilizados. Neste sentido, o paradoxo política “governamental” entre política ambiental intensifica não só a ineficiência de políticas como também agrava a crise ambiental e social, tal como desestrutura o rumo da dinâmica social na contextualização de que instância se deve recorrer. Assim, o desencontro de princípios, a incerteza de prioridades e a intervenção indevida vêm dissolvendo o poder que a política ambiental possui.

Quando analisamos esse cenário sob as lentes da Economia Ecológica e da Economia Política, emerge o conceito de Redução Sociológica – uma negligência teórica e prática que ignora as especificidades locais e os custos invisíveis impostos às populações e aos ecossistemas amazônicos. O objetivo deste trabalho é analisar a implantação desses grandes empreendimentos a partir da articulação teórica entre a Redução Sociológica, a Economia Política e a Economia Ecológica. Pretende-se demonstrar que a racionalidade econômica capitalista selvagem opera uma deliberada cegueira institucional, privatizando os dividendos energéticos e monetários enquanto socializa os prejuízos ecológicos e humanos na região de destino.

Na história recente, o aproveitamento do potencial hidráulico dos rios amazônicos emergiu como prioridade estratégica na matriz energética nacional, sendo justificado por discursos oficiais que associam a construção de grandes usinas hidrelétricas à oferta de “energia limpa barata e segura”. No entanto, essa abordagem desconsidera os profundos e complexos impactos multidimensionais que tais intervenções acarretam nas esferas biofísica, social, econômica e cultural.

O caso do Complexo Hidrelétrico de Belo Monte, erguido no Rio Xingu, no estado do Pará, constitui o marco paradigmático dessa racionalidade tecnocrática e centralizadora. Inaugurada na década de 2010, a usina foi idealizada para ser uma das maiores do mundo em capacidade instalada, utilizando o modelo de engenharia de 'barragem de queda' para mitigar o tamanho do reservatório alagado. No entanto, para viabilizar o fluxo energético planejado, o projeto provocou o desvio de até 80% do fluxo hídrico original do rio em um trecho de aproximadamente 100 quilômetros conhecido como Volta Grande do Xingu. Esse arranjo técnico de engenharia fraturou o pulso ecológico e hidrológico da região, desestruturando os ecossistemas locais e ameaçando a sobrevivência física e cultural de diversas etnias indígenas, comunidades ribeirinhas e agricultores familiares.

Diante desse cenário de profunda vulnerabilização socioambiental, as ferramentas teóricas tradicionais da economia clássica e da governança corporativa demonstram insuficiência analítica, uma vez que operam sob a mesma métrica mercantil que legitima o

dano ecológico. Torna-se imperativo, portanto, recorrer a arcabouços interdisciplinares capazes de evidenciar as assimetrias distributivas e a violência epistêmica contidas nesses megaempreendimentos. Assim, o presente trabalho propõe analisar as dinâmicas de expropriação territorial e a sistemática desconsideração dos saberes tradicionais operadas em Belo Monte através do cruzamento entre a Economia Política, a Economia Ecológica e o conceito norteador da Sustentabilidade Ambiental.

Como amálgama metodológico e crítico, adota-se a teoria da Redução Sociológica formulada pelo sociólogo brasileiro Alberto Guerreiro Ramos. Essa perspectiva postula que a incorporação de conceitos, pacotes tecnológicos e modelos de desenvolvimento oriundos de matrizes hegemônicas deve passar por um rigoroso processo de filtragem, tradução e depuração crítica à luz da realidade empírica, social e histórica do contexto local receptório. Investiga-se, neste sentido, como a ausência dessa postura crítica – caracterizada por Guerreiro Ramos como uma 'consciência alienada' – conduz à imposição de modelos exógenos de progresso que violentam e asfixiam as coordenadas vitais das populações tradicionais e dos biomas amazônicos.

2 MATERIAL E MÉTODO

Este estudo configura-se como uma pesquisa qualitativa, de caráter teórico e exploratório estruturada sob o delineamento de estudo de caso focado no Complexo Hidrelétrico de Belo Monte. O procedimento técnico central consistiu em uma pesquisa bibliográfica e documental. Para a operacionalização do estudo, realizou-se uma coleta de dados combinada em duas frentes complementares, conforme detalhado a seguir:

Consistiu em um levantamento bibliográfico nas bases de dados Google Acadêmico e SciELO. Foram utilizados os descritores e termos combinados: "Belo Monte", "populações tradicionais", "redução sociológica", "justiça ambiental" e "custos socioecológicos". O período pesquisado delimitou-se entre 2010 e 2026, justificando-se por cobrir desde o leilão da usina até as avaliações de impactos consolidados mais recentes. Adotou-se como critério de inclusão artigos científicos revisados por pares, teses e dissertações que discutissem diretamente os impactos socioambientais da usina sobre ribeirinhos e indígenas. Foram excluídos artigos de opinião jornalística ou focados estritamente em engenharia civil. A busca inicial resultou 85 trabalhos, dos quais 18 foram selecionados após a leitura de títulos e resumos para análise integral.

Com o objetivo de confrontar a retórica oficial com a realidade empírica, realizou-se o levantamento de documentos públicos institucionais em estado bruto, sem tratamento analítico prévio. As fontes consultadas foram os repositórios digitais do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) e do Ministério Público Federal (MPF). O recorte temporal dos documentos compreendeu o período de 2009 a 2022. Os critérios de seleção priorizaram macro documentos regulatórios e de fiscalização. Foram coletados e analisados um total de 6 documentos oficiais, sendo Estudos de Impacto Ambiental (EIA/RIMA), 4 Relatórios de Cumprimento de Condicionantes do IBAMA e 2 Ações Civis Públicas do MPF.

A operacionalização da análise pautou-se na confrontação entre os discursos institucionais contidos nos Estudos de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) do empreendimento e a realidade descrita pela literatura científica e pelos relatórios das comunidades afetadas. As categorias de análise foram divididas em três eixos estruturais: a invisibilidade dos custos biofísicos de sobrevivência; as assimetrias distributivas de poder e riqueza; e o mecanismo de alienação epistêmica no processo de licenciamento ambiental. Esse arranjo metodológico permitiu aplicar a Redução Sociológica como lente crítica sobre os dados brutos e as construções teóricas dominantes. Conforme tabela.

Categoria Analítica	Dinâmica Identificada em Belo Monte	Consequência Socioambiental Direta
Economia Ecológica	Ocultação de externalidades biofísicas e quebra do pulso hídrico.	Colapso pesqueiro na Volta Grande e perda da segurança alimentar.
Economia Política	Aliança Estado-capital para acumulação por despossessão.	Deslocamento compulsório e segregação urbana nos RUCs.
Redução Sociológica	Consciência alienada e imposição de modelos tecnocráticos exógenos.	Silenciamento epistêmico dos saberes tradicionais.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As principais conclusões do trabalho apontam que, em seu processo histórico, a construção de uma Usina Hidrelétrica (UHE), na Amazônia, além de ser caracterizada como uma obra de risco econômico, também é qualificada como uma obra de diversos conflitos sociais e ambientais, estando longe de ser uma tecnologia ambientalmente limpa e sustentável.

Os resultados inferidos por meio da pesquisa documental e bibliográfica revelam que a implantação de Belo Monte expressa o ápice de uma engrenagem que combina ocultação sistemática de passivos biofísicos, espoliação econômica e racismo ambiental. A análise integrada das três correntes teóricas evidencia que as decisões estruturais do projeto foram blindadas contra a realidade factual das populações locais, criando uma narrativa artificial de sustentabilidade técnica que colide frontalmente com a realidade do território.

As barragens brasileiras na Amazônia têm grandes impactos sociais e ambientais, que são sistematicamente subestimados nos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) no processo de licenciamento. A equipe técnica no IBAMA, responsável pelo licenciamento, tem sido ignorada para aprovar uma série de barragens, apesar dos altos impactos, da falta de consulta aos povos indígenas e dos EIA inadequados.

Há projetos de lei e propostas de emendas constitucionais que ameaçam a desconfigurar ou até eliminar o sistema de licenciamento como um todo. O uso de “suspensões de segurança” neutraliza, em grande parte, o sistema judicial em seus esforços para fazer cumprir a lei que exige a consulta aos povos indígenas ou para obrigar o cumprimento das exigências do licenciamento ambiental. A gravidade deste quadro é evidente, mas entendê-lo é o primeiro passo para que sejam mudados os sistemas de tomada de decisão e de licenciamento que levam aos impactos ilustrados pela história recente na Amazônia. O Brasil dispõe de amplas opções energéticas com menos impactos socioambientais do que as barragens que recebem prioridade hoje.

A Economia Ecológica fornece o instrumental necessário para desconstruir o mito da hidreletricidade na Amazônia como uma fonte de energia inteiramente limpa e barata. Conforme pontua a literatura dessa disciplina, o sistema econômico de mercado opera sob um ponto cego entrópico, falhando em contabilizar a degradação biofísica irreversível e os serviços ecossistêmicos destruídos pelas forças de produção. No caso de Belo Monte, a imposição do chamado 'Hidrograma de Consenso' no trecho da Volta Grande do Xingu privou o rio de suas cheias sazonais legítimas.

A perda do pulso de inundação desencadeou um fenômeno ecologicamente descrito como hidrocídio. Sem o alagamento periódico das florestas de igapó, a fauna aquática perdeu seus nichos de alimentação e reprodução, provocando a mortalidade massiva de peixes e o colapso severo dos estoques pesqueiros regionais. Adicionalmente, as florestas tropicais submersas nos reservatórios entraram em processo de decomposição anaeróbica, transformando a usina em uma severa emissora de metano (CH_4), um gás de efeito estufa significativamente mais

agressivo ao equilíbrio climático global do que o dióxido de carbono (CO2).

A grande contradição evidenciada reside no fato de que esses custos ecossistêmicos brutais foram completamente invisibilizados pelas planilhas de contabilidade corporativa. A economia tradicional desconsidera a economia de subsistência manejada por indígenas e ribeirinhos, uma vez que a circulação de alimentos, peixes e sementes ocorre à margem das redes bancárias e de taxação fiscal. Ao classificar essas práticas vitais como de valor econômico nulo, o mercado e o Estado operaram a transferência compulsória desses custos invisíveis para os ombros das populações tradicionais, que perderam sua autonomia e soberania alimentar, sendo forçadas a migrar para a dependência do mercado monetário urbano.

Enquanto a Economia Ecológica dimensiona a perda material e energética, a Economia Política lança luz sobre as relações assimétricas de poder e as forças de classe que coordenaram essa destruição. Sob essa perspectiva, a construção de grandes usinas na Amazônia não atende a uma demanda coletiva e universal da população brasileira, mas sim a uma estratégia corporativa de acumulação por despossessão, conforme o conceito cunhado por David Harvey.

A governança de Belo Monte consolidou-se a partir de uma sólida e opaca coalizão entre o aparato estatal (via bancos publicos de desenvolvimento, fundos de pensão e empresas de economia mista) e grandes corporações e empreiteiras do setor privado reunidas no consórcio Norte Energia S.A. Este bloco de poder promoveu o cercamento e a privatização de bens comuns – a água pública e as terras comunitárias – transformando-os em ativos de geração de lucro privado corporativo.

Esse arranjo engendra um cenário explícito de injustiça ambiental e desigualdade distributiva. A energia de alta voltagem gerada no Rio Xingu é direcionada majoritariamente para o Sistema Interligado Nacional (SIN), alimentando indústrias eletrointensivas e complexos urbanos situados a milhares de quilômetros de distância, no Centro-Sul do país. Em contrapartida, os municípios localizados no entorno da usina, como Altamira e Vitória do Xingu, internalizaram de forma concentrada todos os passivos socioambientais da obra. Durante o pico da construção, essas cidades experimentaram uma explosão demográfica desordenada, o colapso absoluto dos serviços de saúde e saneamento básico, e um incremento inédito nos índices de violência urbana e homicídios.

O deslocamento compulsório de mais de 20 mil moradores de áreas alagadas ou desapropriadas fraturou os laços de solidariedade e as redes de vizinhança. As famílias ribeirinhas tradicionais, cujas vidas eram estruturadas em simbiose com as margens do rio, foram removidas para os Reassentamentos Urbanos Coletivos (RUCs) na periferia seca de Altamira. Esse processo provocou um profundo desenraizamento sociocultural, convertendo produtores autônomos em trabalhadores precarizados e marginalizados da periferia urbana.

A teoria da Redução Sociológica de Alberto Guerreiro Ramos funciona como o eixo integrador que desvela a raiz ideológica e epistemológica das violências denunciadas pela Economia Política e Ecológica. Guerreiro Ramos postulava que a aplicação de conhecimentos e modelos sem a devida mediação crítica e contextual constitui um sintoma de consciência alienada. No caso de Belo Monte, os tomadores de decisão atuaram imbuídos de uma racionalidade tecnocrática importada, que concebe o progresso ecossistêmico a partir de moldes lineares, industriais e eurocêntricos.

Essa postura alienada estruturou os ritos de licenciamento ambiental do projeto. Os Estudos de Impacto Ambiental foram desenhados sob a pretensão de uma neutralidade técnica e de uma ciência universal infalível. Nesse processo, as audiências públicas funcionaram majoritariamente como rituais formais de legitimação burocrática, esvaziadas de poder deliberativo real e conduzidas em ambientes de forte assimetria de informação. Ocorreu o descumprimento sistemático da Convenção 169 da Organização Internacional do Trabalho (OIT), que prescreve o direito à consulta prévia, livre, informada e de boa-fé dos povos

indígenas e comunidades tradicionais afetadas.

O resultado mais severo dessa blindagem burocrática foi o silenciamento epistêmico das populações tradicionais. O conhecimento empírico e histórico que os povos indígenas e ribeirinhos acumularam ao longo de gerações sobre a ecologia do Xingu — compreendendo os hábitos migratórios da ictiofauna, o regime complexo de cheias, as áreas sagradas e o manejo sustentável das várzeas – foi sumariamente desconsiderado pelos engenheiros e analistas ambientais. Esse saber tradicional foi rotulado pejorativamente como folclore ou opinião leiga, sendo considerado inferior aos modelos matemáticos e simulações computacionais que, posteriormente, provaram-se tragicamente equivocados em suas previsões de impactos.

4 CONCLUSÃO

A investigação interdisciplinar empreendida sobre os impactos socioambientais do Complexo Hidrelétrico de Belo Monte conduz à conclusão de que as crises ecológicas e humanas deflagradas na Amazônia não se originam de erros operacionais isolados ou de deficiências técnicas passíveis de simples correção de engenharia. Elas constituem o resultado lógico e deliberado de uma racionalidade desenvolvimentista colonizada, centralizadora e estritamente mercadológica, que subordina a sustentabilidade ambiental aos imperativos de acumulação de capital translocal.

Demonstrou-se que o conceito de sustentabilidade amplamente mobilizado nos discursos de relações públicas do Estado e do consórcio empreendedor opera de forma puramente retórica. Ao omitir as restrições biofísicas elementares da natureza reveladas pela Economia Ecológica e perpetuar a expropriação violenta de territórios periféricos desvelada pela Economia Política, o projeto institucionalizou o racismo ambiental contra povos indígenas e comunidades ribeirinhas tradicionais. O progresso apregoado pela usina revelou-se, para a Amazônia, um vetor de despossessão e degradação crônica.

Nesse contexto de crise, a teoria da Redução Sociológica de Alberto Guerreiro Ramos transcende o estatuto de mero diagnóstico metodológico para se converter em uma premente exigência política e epistemológica. A superação das assimetrias socioambientais na Amazônia requer o rompimento categórico com o mito da neutralidade técnico-científica e o abandono da consciência alienada que replica pacotes desenvolvimentistas cegos às realidades dos ecossistemas tropicais. A sustentabilidade ambiental real e emancipatória somente será alcançada através do resgate e da incorporação soberana dos saberes tradicionais no núcleo dos processos de tomada de decisão. Trata-se de instituir uma genuína ecologia de saberes, onde o conhecimento milenar dos povos da floresta seja validado como ciência legítima e indispensável para mitigar a crise climática contemporânea e salvaguardar a integridade da vida planetária.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, Henri. **Justiça ambiental**: o que é. Rio de Janeiro: Garamond, 2004.

ELETROBRÁS. **Aproveitamento Hidrelétrico Belo Monte**: Estudo de Impacto Ambiental. Elaborado por Leme Engenharia Ltda. Brasília, DF: Eletrobrás, 2009.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Nacional de Energia 2030**: geração de hidrelétrica. Brasília, DF: EPE/MME, 2006. Disponível em: epe.gov.br. Acesso em: 28 ago. 2026.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90368

FAINGUELERNT, M. B. A Trajetória Histórica do Processo de Licenciamento Ambiental da Usina Hidrelétrica de Belo Monte. **Rev. Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 245-264, jun. 2016. Disponível em: scielo.br. Acesso em: 2 set. 2026.

FEARNSIDE, P. M. O Novo EIA-RIMA da hidrelétrica de Belo Monte: justificativas goelas abaixo. In: SANTOS, Sonia; HERNANDEZ, Francisco (org.). **Painel de Especialistas**: análise crítica do estudo de impacto ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico de Belo Monte. Belém: UFPA, 2009.

_____Belo Monte: Atores e argumentos na luta sobre a barragem amazônica mais controversa do Brasil. In: FEARNSIDE, P. M. (Org.). **Hidrelétricas na Amazônia**: impactos ambientais e sociais na tomada de decisões sobre grandes obras. Vol. 3. Manaus: INPA, 2019.

FLEURY, L.; ALMEIDA, J. The construction of the Belo Monte hydroelectric power plant: environmental conflict and the development dilemma. **Ambiente & Sociedade**, v. 16, n. 4, p. 141-158, 2013.

HARVEY, David. **O novo imperialismo**. São Paulo: Edições Loyola, 2004.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Atas das audiências públicas**. Brasília, DF: IBAMA, 2010. Disponível em: ibama.gov.br. Acesso em: 2 set. 2026.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. **Dossiê Belo Monte**: não há condições para a licença de operação. São Paulo: ISA, 2015.

MATIELLO, S. et al. Energia e desenvolvimento: alternativas energéticas para comunidades isoladas da Amazônia. **Revista Presença Geográfica**, v. 5, n. 1, p. 1-11, 2018.

MARTÍNEZ-ALIER, Joan. **O ecologismo dos pobres**: conflitos ambientais e linguagens de valoração. São Paulo: Contexto, 2007.

RAMOS, Alberto Guerreiro. **A redução sociológica**: introdução ao estudo da sociologia crítica. Rio de Janeiro: ISEB, 1958.

SANTIAGO, G; OLIVEIRA FILHO, O. Impacto de usinas hidrelétricas: implicação legais e ambientais no extremo norte do Brasil. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 6, p. 6763-6781, 2019.

SANTOS, Sonia Maria Simões Barbosa Magalhães dos; ALMEIDA, Alfredo Wagner Berno de (org.). **Belo Monte**: impactos socioambientais e violação de direitos humanos. Belém: UFPA, 2012.

THOMAS, J. M.; CALLAN, S. J. **Economia ambiental**: aplicações, políticas e teoria. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

VEIGA, J. E. **Meio ambiente e desenvolvimento**. 4. ed. São Paulo: Senac, 2016.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90368

EFICIÊNCIA DA QUALIDADE DOS SERVIÇOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NAS CAPITAIS BRASILEIRAS: UMA AVALIAÇÃO VIA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

EMMANUEL SILVA BATISTA; RAÍSSA GRAZIELLE AGUIAR LIMA DE SIQUEIRA ; JÉSSYCA EMANUELLA SARAIVA PEREIRA

RESUMO

A qualidade da prestação dos serviços de abastecimento de água representa uma dimensão fundamental do saneamento básico, envolvendo a capacidade dos prestadores de atender às demandas dos usuários e solucionar ocorrências operacionais de forma adequada. Nesse contexto, este estudo tem como objetivo avaliar a eficiência relativa associada à qualidade dos serviços de abastecimento de água nas capitais brasileiras. Foram analisadas as 26 capitais estaduais e Brasília, totalizando 27 unidades, a partir dos indicadores do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA), referentes ao ano de 2024. Para mensuração da eficiência, empregou-se a Análise Envoltória de Dados (DEA), mediante o modelo BCC, com retornos variáveis de escala e orientação a *outputs*. Como *inputs*, foram consideradas a despesa de exploração média de água e a despesa de exploração média por economia ativa. Os *outputs* compreenderam a incidência de pedidos de ligações de água executados, considerada desejável, e as reclamações de falta de água e vazamentos por economia e o tempo médio de reparo de vazamentos, tratados como indesejáveis. Os resultados revelaram diferenças expressivas entre as capitais, com escores variando de 0,08 a 1,00 e eficiência média de aproximadamente 0,74. Das 27 unidades avaliadas, 10 alcançaram a fronteira de eficiência, enquanto as demais apresentaram diferentes margens de melhoria em relação às unidades de referência. Os resultados foram analisados a partir da distribuição espacial dos escores de eficiência das capitais, representada por meio de mapa coroplético. Além disso, foram empregadas estatísticas descritivas para analisar o agrupamento das eficiências segundo as regiões do país, permitindo identificar diferenças territoriais de desempenho. A abordagem empregada permite ampliar a compreensão sobre a eficiência associada à qualidade da prestação dos serviços e identificar capitais referências e capitais com margem de melhoria no quesito qualidade do abastecimento de água.

Palavras-chave: Qualidade da água; Saneamento; DEA.

1 INTRODUÇÃO

A avaliação dos serviços de abastecimento de água não se limita apenas à disponibilidade de infraestrutura ou à abrangência do atendimento, uma vez que a qualidade da prestação também depende da capacidade dos prestadores de responder às demandas dos usuários e solucionar adequadamente ocorrências operacionais. Aspectos como interrupções no fornecimento, vazamentos, tempo necessário para realização de reparos e atendimento às solicitações são elementos relevantes para caracterizar o desempenho dos serviços e a experiência da população atendida.

No contexto brasileiro, a Lei nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020, estabelece a eficiência, a segurança, a qualidade, a regularidade e a continuidade como princípios fundamentais dos serviços públicos de saneamento básico. Dessa forma,

DOI: 10.51189/vii-coninters/90376

paralelamente à busca pela universalização, torna-se necessário avaliar a maneira como os serviços são efetivamente prestados e identificar diferenças de desempenho entre os prestadores e os territórios atendidos.

Apesar dessa relevância, a avaliação do setor de abastecimento de água é comumente direcionada apenas às dimensões técnica e financeira, enquanto aspectos relacionados à qualidade da prestação e à perspectiva dos usuários recebem menor atenção (Pereira *et al.*, 2024). Nesse sentido, indicadores associados às reclamações, ao atendimento das demandas e à capacidade de resposta às ocorrências operacionais podem ampliar a avaliação do desempenho, incorporando características diretamente relacionadas à qualidade dos serviços prestados.

A eficiência, nesse contexto, está relacionada à capacidade de uma unidade em obter os melhores resultados possíveis diante dos recursos empregados. Sua avaliação permite comparar unidades semelhantes e verificar quais apresentam melhor relação entre os recursos utilizados e os resultados alcançados. Quando aplicada aos serviços de abastecimento de água, essa perspectiva pode incorporar não apenas resultados operacionais e financeiros, mas também aspectos relacionados à qualidade da prestação, possibilitando uma avaliação mais abrangente do desempenho dos prestadores (Vilarinho *et al.*, 2024).

Entre as metodologias utilizadas para essa finalidade, destaca-se a Análise Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis* – DEA), uma abordagem não paramétrica capaz de mensurar a eficiência relativa de unidades comparáveis considerando simultaneamente múltiplos *inputs* e *outputs*. Desenvolvida inicialmente por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), a DEA estabelece uma fronteira de eficiência a partir das unidades de melhor desempenho relativo, permitindo identificar aquelas consideradas eficientes e estimar o potencial de melhoria das demais. Posteriormente, Banker, Charnes e Cooper (1984) desenvolveram o modelo BCC, que incorpora retornos variáveis de escala e possibilita a comparação de unidades que operam em diferentes dimensões.

Em relação à área de estudo, as capitais brasileiras constituem um recorte relevante para essa análise por apresentarem diferentes características demográficas, territoriais e operacionais, além de estarem distribuídas em contextos regionais distintos. A comparação dessas unidades permite investigar se existem diferenças espaciais na eficiência associada à qualidade da prestação dos serviços e identificar capitais e regiões do país capazes de atuar como referências de desempenho.

Diante desse contexto, o objetivo deste estudo é avaliar a eficiência relativa associada à qualidade da prestação dos serviços de abastecimento de água nas capitais brasileiras, por meio da Análise Envoltória de Dados, bem como analisar a distribuição espacial dos escores e suas diferenças entre as regiões do país.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa possui abordagem quantitativa, com caráter descritivo e comparativo, e tem como recorte espacial as capitais brasileiras. Foram consideradas as 26 capitais estaduais e Brasília, totalizando 27 unidades tomadoras de decisão. A base de dados foi constituída por informações secundárias provenientes do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA), utilizando os Indicadores de Água com ano de referência 2024, publicados em 18 de dezembro de 2025.

A definição das variáveis buscou representar a relação entre os recursos empregados na operação dos sistemas e aspectos relacionados à qualidade da prestação dos serviços. Como *inputs*, foram utilizados a despesa de exploração média de água e a despesa de exploração média de água por economia ativa. Os *outputs* selecionados foram a incidência de pedidos de ligações de água executados, considerada desejável, o tempo médio de reparo de vazamentos de água e as reclamações de falta de água e vazamentos por economia, sendo estes dois últimos

DOI: 10.51189/vii-coninters/90376

classificados como indesejáveis. A escolha dos indicadores considerou, além de sua relação com o objeto da pesquisa, a disponibilidade de informações para todas as capitais, evitando a exclusão de unidades por ausência de dados.

Para estimar a eficiência relativa, empregou-se a Análise Envoltória de Dados, utilizando o modelo BCC com retornos variáveis de escala e orientação a *outputs*. A adoção de retornos variáveis permite considerar as diferenças de escala existentes entre as capitais brasileiras, enquanto a orientação escolhida possibilita avaliar o desempenho das unidades mantendo constantes os recursos empregados e buscando melhores resultados relacionados à qualidade dos serviços.

Os escores de eficiência variam entre 0 e 1, podendo também ser interpretados em termos percentuais, de 0 a 100%. As capitais que atingem escore igual a 1 (100%) são consideradas eficientes e compõem a fronteira de eficiência do modelo, enquanto valores inferiores indicam diferentes níveis de ineficiência relativa. Assim, por exemplo, um escore de 0,80 corresponde a uma eficiência relativa de 80%, indicando uma margem potencial de melhoria de 20% em relação à fronteira de referência. A formulação matemática do modelo BCC com orientação a *outputs*, utilizado para o cálculo das eficiências, é apresentada na Equação 1.

$$Max\ h_o \tag{1}$$

sujeito a

$$\sum_{j=1}^{n} x_{ij}\ .\lambda_j \leq x_{io}, \forall i$$

$$\sum_{j=1}^{n} y_{rj}\ .\lambda_j \geq h_o.y_{ro}, \forall r$$

$$\sum_{j=1}^{n} \lambda_j = 1$$

$$\lambda_j \geq 0, \forall j$$

onde h_o representa o fator de expansão dos *outputs* da unidade avaliada; x_{ij} e y_{rj} correspondem, respectivamente, aos valores dos *inputs* e *outputs* da unidade *j*; x_{io} e y_{ro} representam os valores observados para a unidade *o* em avaliação; e λ_j corresponde ao peso atribuído a cada unidade na formação da combinação de referência utilizada para a construção da fronteira eficiente.

O processamento dos dados e a estimação dos modelos foram realizados na linguagem de programação R, utilizando o ambiente *RStudio*. Foram empregados os pacotes *deaR*, *FEAR* e *Benchmarking* para auxiliar na implementação da DEA, no tratamento das variáveis e na obtenção dos escores de eficiência. O ambiente computacional também foi utilizado para organizar os resultados e calcular as estatísticas necessárias às comparações entre as unidades analisadas.

Em razão da orientação a *outputs*, os indicadores relacionados ao tempo de reparo e às reclamações exigiram tratamento específico, uma vez que valores mais elevados representam pior desempenho. Para compatibilizar esses indicadores com a lógica de maximização adotada no modelo, foi empregada a transformação aditiva proposta por Seiford e Zhu (2002), apresentada na Equação 2.

$$y_{rj}^{*} = y_r^{max} - y_{rj} + 1 \tag{2}$$

onde y_{rj}^{*} corresponde ao valor transformado do *output* indesejável *r* para a unidade *j*, y_r^{max} representa o maior valor observado desse indicador entre as unidades; e y_{rj} corresponde ao seu valor original. A transformação inverte a direção de preferência do indicador, fazendo com que menores valores originais de tempo de reparo e reclamações resultem em valores transformados mais elevados e, portanto, compatíveis com a orientação do modelo.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90376

Após a estimação das eficiências, os escores individuais das capitais foram representados espacialmente por meio de mapa coroplético, elaborado na plataforma *Datawrapper*, permitindo visualizar sua distribuição no território brasileiro. Paralelamente, as capitais foram agrupadas segundo as cinco regiões do país (Norte, Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul) e submetidas à análise estatística descritiva, considerando medidas como mínimo, máximo, média, mediana e desvio padrão. Esse procedimento possibilitou avaliar tanto o desempenho individual das capitais quanto as diferenças e a heterogeneidade dos escores entre as regiões brasileiras.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do modelo DEA-BCC permitiu estimar os escores de eficiência relativa associados à qualidade da prestação dos serviços de abastecimento de água nas 27 capitais analisadas. A Tabela 1 apresenta os resultados obtidos, organizados em ordem alfabética segundo as siglas das respectivas unidades federativas, permitindo identificar as capitais situadas na fronteira de eficiência e aquelas que apresentam diferentes margens de melhoria em relação às unidades de referência.

Tabela 1 – Eficiência relativa da qualidade dos serviços de abastecimento de água nas capitais brasileiras

Estado	Capital	Eficiência	Estado	Capital	Eficiência
AC	Rio Branco	1,00	PB	João Pessoa	1,00
AL	Maceió	0,60	PE	Recife	0,52
AM	Manaus	1,00	PI	Teresina	1,00
AP	Macapá	1,00	PR	Curitiba	1,00
BA	Salvador	0,33	RJ	Rio de Janeiro	0,61
CE	Fortaleza	0,62	RN	Natal	0,08
DF	Brasília	0,60	RO	Porto Velho	0,65
ES	Vitória	0,64	RR	Boa Vista	0,75
GO	Goiânia	0,66	RS	Porto Alegre	1,00
MA	São Luís	0,64	SC	Florianópolis	0,61
MG	Belo Horizonte	0,61	SE	Aracaju	0,62
MS	Campo Grande	0,66	SP	São Paulo	1,00
MT	Cuiabá	1,00	TO	Palmas	0,69
PA	Belém	1,00			

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Os resultados demonstram considerável variação no desempenho das capitais, com escores entre 0,08 e 1,00. Das 27 unidades avaliadas, 10 capitais (37,04%) atingiram eficiência máxima: Rio Branco, Manaus, Macapá, Belém, Cuiabá, João Pessoa, Teresina, Curitiba, Porto Alegre e São Paulo. Essas unidades compõem a fronteira eficiente do modelo e representam as melhores relações observadas entre os recursos empregados e os indicadores de qualidade considerados. Entre as demais capitais, os escores apresentaram diferentes níveis de afastamento da fronteira, com destaque para Boa Vista (0,75) e Palmas (0,69), que obtiveram os maiores valores entre as unidades não eficientes.

Em contrapartida, Natal apresentou o menor escore de toda a amostra (0,08), seguida por Salvador (0,33) e Recife (0,52), evidenciando maior distanciamento da fronteira de eficiência nas condições estabelecidas pelo modelo. As demais capitais não eficientes concentraram-se, em grande parte, em valores próximos de 0,60, demonstrando que, apesar da existência de dez unidades na fronteira, uma parcela expressiva das capitais apresenta margem para melhoria da qualidade da prestação.

O baixo escore observado para Natal pode ser compreendido a partir dos indicadores que compõem o modelo. A capital apresentou incidência de pedidos de ligações de água

executados de apenas 2,81%, valor expressivamente inferior ao das demais unidades, além de registrar 41,23% de reclamações de falta de água e vazamentos por economia, o segundo maior valor da amostra. Destaca-se que o percentual de pedidos executados é bastante discrepante em relação às demais capitais, podendo refletir particularidades na prestação do serviço ou eventual inconsistência no preenchimento dos dados disponibilizados no SINISA. Nesse último caso, trata-se de uma limitação da informação de origem, e não do procedimento metodológico empregado, devendo o resultado ser interpretado com cautela.

Com o objetivo de complementar a análise individual e facilitar a identificação de padrões espaciais, os escores apresentados foram representados por meio de um mapa coroplético (Figura 1). Nesse mapa, cada unidade federativa assume uma tonalidade correspondente ao escore de eficiência obtido por sua respectiva capital, possibilitando visualizar a distribuição territorial dos níveis de eficiência.

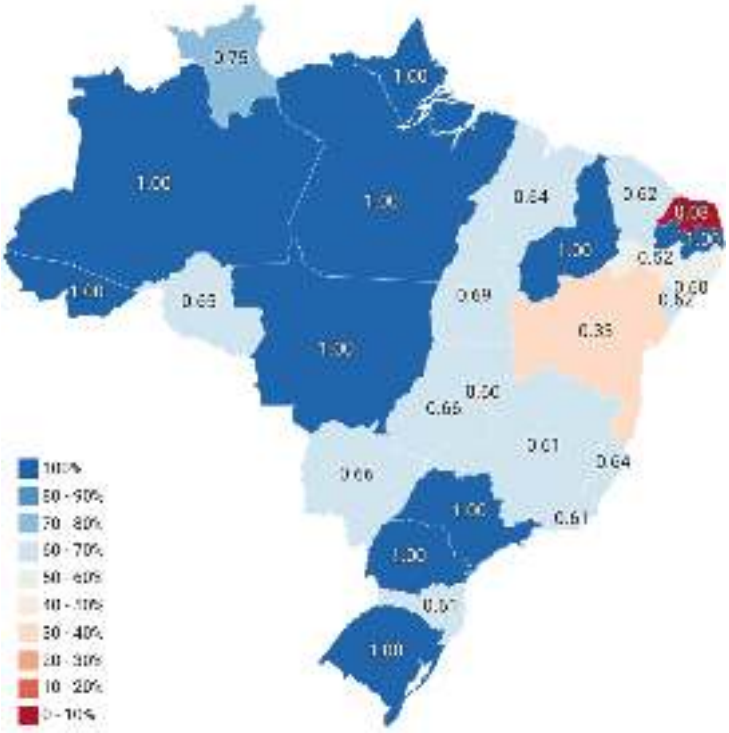


Figura 1 - Distribuição espacial dos escores de eficiência das capitais brasileiras
Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Além disso, os escores de eficiência foram agrupados segundo as cinco regiões brasileiras, com o objetivo de identificar diferenças no comportamento e na dispersão dos resultados. A Tabela 2 apresenta as principais estatísticas descritivas para as regiões Norte, Nordeste, Sul, Sudeste e Centro-Oeste.

Tabela 2 – Estatísticas descritivas dos escores de eficiência por região brasileira

Estatística descritiva	Norte	Nordeste	Sul	Sudeste	Centro-Oeste
Capitais analisadas	07	09	03	04	04
Capitais eficientes	04	02	02	01	01
Média	0,87	0,60	0,87	0,71	0,73
Mediana	1,00	0,62	1,00	0,63	0,66
Valor mínimo	0,65	0,08	0,61	0,61	0,60
Valor máximo	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Desvio padrão	0,17	0,29	0,23	0,19	0,18

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

DOI: 10.51189/vii-coninters/90376

A análise regional evidencia diferenças relevantes na distribuição dos escores. As regiões Norte e Sul apresentaram as maiores médias de eficiência, ambas iguais a 0,87, seguidas pelo Centro-Oeste (0,73), Sudeste (0,71) e Nordeste (0,60). Todas as regiões apresentarem pelo menos uma unidade com eficiência máxima, a região Norte concentrou quatro unidades eficientes, Sul e Nordeste apresentaram duas cada, enquanto Sudeste e Centro-Oeste registraram uma capital eficiente em cada região.

O Nordeste apresentou a maior amplitude, com escores variando de 0,08 a 1,00, além da menor média regional e do maior desvio padrão (0,29), evidenciando maior heterogeneidade entre suas capitais. Em contraste, o Norte apresentou valor mínimo de 0,65 e desvio padrão de 0,17, demonstrando maior concentração em níveis elevados de eficiência. O Sul também apresentou média elevada, embora com maior dispersão (0,23), enquanto Sudeste e Centro-Oeste apresentaram resultados intermediários e médias relativamente próximas. Norte e Sul registraram mediana igual a 1,00, indicando elevada participação de capitais situadas na fronteira ou próximas aos maiores níveis de eficiência.

De forma geral, os resultados demonstram que a eficiência associada à qualidade da prestação dos serviços não se distribui de maneira homogênea entre as regiões brasileiras. Contudo, essas diferenças devem ser interpretadas considerando o caráter relativo da DEA e o número distinto de capitais em cada região, de modo que as médias regionais representam uma síntese descritiva dos escores individuais, e não uma medida de eficiência das regiões propriamente ditas.

4 CONCLUSÃO

A aplicação da Análise Envoltória de Dados permitiu avaliar comparativamente a eficiência associada à qualidade da prestação dos serviços de abastecimento de água nas capitais brasileiras, considerando recursos operacionais e indicadores relacionados ao atendimento das demandas, às reclamações dos usuários e à agilidade no reparo de vazamentos. Os resultados evidenciaram expressiva heterogeneidade entre as unidades analisadas, com escores variando de 0,08 a 1,00 e dez capitais, correspondentes a 37,04% da amostra, situadas na fronteira de eficiência.

A análise regional demonstrou que as capitais das regiões Norte e Sul apresentaram os maiores escores médios, ambas com 0,87, enquanto o Nordeste registrou a menor média (0,60) e a maior dispersão dos resultados. A representação espacial complementou essa análise ao evidenciar a distribuição desigual dos níveis de eficiência no território brasileiro, reforçando a existência de diferenças tanto entre as regiões quanto entre capitais pertencentes a uma mesma região.

Nesse sentido, a DEA mostrou-se adequada para identificar unidades de referência e evidenciar oportunidades de melhoria na qualidade da prestação dos serviços. Os resultados podem contribuir para análises comparativas e para o direcionamento de estratégias voltadas à melhoria do atendimento aos usuários e da resposta às ocorrências operacionais. Como limitação, destaca-se que os escores representam uma medida relativa, condicionada às variáveis e às unidades consideradas, não devendo ser interpretados como uma avaliação absoluta da qualidade dos serviços.

REFERÊNCIAS

BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in Data Envelopment Analysis. **Management Science**, v. 30, n. 9, p. 1078–1092, 1984.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nº

6.766, de 19 de dezembro de 1979, nº 8.666, de 21 de junho de 1993, e nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978. Brasília, DF: Presidência da República, 2007.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico [...] e autoriza a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Brasília, DF: Presidência da República, 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (SINISA): indicadores de abastecimento de água. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2025.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, v. 2, n. 6, p. 429–444, 1978.

PEREIRA, M. A.; VILARINHO, H.; D'INVERNO, G.; CAMANHO, A. S. **A regulatory robust conditional approach to measuring the efficiency of wholesale water supply and wastewater treatment services**. *Utilities Policy*, v. 84, p. 101594, 2023.

SEIFORD, L. M.; ZHU, J. Modeling undesirable factors in efficiency evaluation. **European Journal of Operational Research**, v. 142, n. 1, p. 16–20, 2002.

VILARINHO, H.; PEREIRA, M. A.; D'INVERNO, G.; NÓVOA, H.; CAMANHO, A. S. **Water Utility Service Quality Index: A customer-centred approach for assessing the quality of service in the water sector**. Socio-Economic Planning Sciences, v. 92, p. 101797, 2024.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90376

CIDADES INTELIGENTES E MONITORAMENTO HIDROMETEOROLÓGICO: TECNOLOGIAS DIGITAIS PARA A ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA E A RESILIÊNCIA URBANA

DAIANA MUNIZ; DEBORA MELLO; RICARDO APARECIDO PEREIRA

RESUMO

As mudanças climáticas representam um dos principais desafios para a sustentabilidade e a qualidade habitacional das cidades. O presente estudo tem como objetivo analisar como o monitoramento hidrometeorológico em cidades inteligentes pode contribuir para o desenvolvimento de estratégias de adaptação climática e sustentabilidade urbana frente aos impactos do aquecimento global. Metodologicamente, a pesquisa caracteriza-se como qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, fundamentada em uma revisão sistematizada da literatura. Para assegurar rigor na seleção dos estudos, aplicou-se o método *Methodi Ordinatio*, possibilitando a organização do portfólio bibliográfico com base em critérios como fator de impacto dos periódicos, número de citações e atualidade das publicações. O levantamento de dados concentrou-se nas bases Scopus e SciELO, abrangendo publicações editadas entre 2020 e 2025, com foco em abordagens empíricas relacionadas ao contexto urbano. Os resultados demonstram que os efeitos das mudanças climáticas nas cidades são agravados por problemas estruturais, como ocupação irregular do território, desigualdades socioespaciais e deficiências nas redes de infraestrutura. A presente revisão sistematizada evidenciou, ainda, que as mudanças climáticas intensificam vulnerabilidades urbanas e ampliam os riscos associados a eventos hidrometeorológicos extremos, comprometendo infraestruturas urbanas, condições habitacionais e a saúde pública. Conclui-se que o enfrentamento da crise climática no ambiente urbano exige mais do que ações isoladas, demandando uma abordagem integrada que articule planejamento territorial, inovação tecnológica e gestão pública eficiente. O fortalecimento das estratégias de mitigação e adaptação mostra-se fundamental para a construção de cidades mais sustentáveis e resilientes, capazes de enfrentar os desafios ambientais do século XXI, conciliando desenvolvimento urbano, proteção social e bem-estar coletivo. A presente revisão sistematizada evidenciou que as mudanças climáticas intensificam vulnerabilidades urbanas e ampliam os riscos associados a eventos hidrometeorológicos extremos, comprometendo infraestruturas urbanas, condições habitacionais e a saúde pública.

Palavras-chave: Internet das Coisas; mudanças climáticas; sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A intensificação das mudanças climáticas e seus impactos no ambiente urbano configuram um dos principais desafios contemporâneos à sustentabilidade das cidades (Britto; Pessoa, 2023). Esse cenário exige que o planejamento urbano incorpore estratégias de adaptação e resiliência capazes de mitigar riscos socioambientais crescentes. A urgência dessas ações está diretamente relacionada à Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU). Conforme apontam Sachs

DOI: 10.51189/vii-coninters/90384

et al. (2024), o progresso em direção aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) enfrenta retrocessos decorrentes de eventos climáticos extremos, tornando imperativa a integração de ações voltadas aos ODS 11 (Cidades Sustentáveis), ODS 13 (Ação Climática), ODS 6 (Saneamento), ODS 3 (Saúde e Bem-Estar) e ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), especialmente diante dos impactos das mudanças climáticas sobre a segurança hídrica, alimentar e a proteção das populações mais vulneráveis.

Para enfrentar esse desafio, observa-se o avanço da incorporação de tecnologias digitais ao contexto urbano. Ferramentas como Internet das Coisas (IoT), sensores ambientais, inteligência artificial e monitoramento remoto por satélite possibilitam o processamento de grandes volumes de dados hidrometeorológicos em tempo real (Santos; Pessoa, 2025; Chen *et al*., 2021).

Contudo, para que essa eficiência tecnológica resulte em resiliência efetiva, o planejamento urbano deve associar inovação digital, justiça ambiental e democratização tecnológica, garantindo que comunidades historicamente negligenciadas tenham acesso a sistemas de alerta eficientes (Britto; Pessoa, 2023; Marino *et al*., 2023).

Apesar do avanço conceitual das cidades inteligentes, identifica-se uma lacuna científica relacionada à integração sistemática e aplicada dessas ciberinfraestruturas às políticas de adaptação climática e justiça social no território urbano. Dessa forma, torna-se necessário ampliar abordagens que integrem tecnologias de monitoramento, estratégias de adaptação climática e políticas públicas voltadas à sustentabilidade urbana.

Diante desse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar, por meio de uma revisão sistematizada da literatura, como o monitoramento hidrometeorológico em cidades inteligentes pode contribuir para estratégias de adaptação climática e sustentabilidade urbana frente aos impactos do aquecimento global. Busca-se, ainda, fornecer subsídios técnicos e científicos para o fortalecimento da resiliência urbana no século XXI, contribuindo para o avanço das discussões sobre a integração entre tecnologia, gestão de riscos e adaptação climática.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa caracteriza-se como um estudo de delineamento bibliográfico, desenvolvido por meio de uma revisão sistematizada da literatura, com o propósito de reunir, organizar e analisar criticamente as produções científicas relacionadas à temática investigada. Trata-se de uma pesquisa aplicada ao campo das discussões sobre mudanças climáticas e sustentabilidade urbana, buscando compreender aspectos relacionados aos impactos das mudanças climáticas no ambiente urbano e às estratégias tecnológicas voltadas ao monitoramento e à gestão de riscos climáticos.

Quanto à abordagem metodológica, trata-se de uma pesquisa qualitativa, de caráter exploratório e descritivo. A escolha dessa abordagem justifica-se pela necessidade de compreender os impactos das mudanças climáticas no ambiente urbano, considerando, de forma integrada, as dimensões ambiental, social e tecnológica. Para assegurar maior rigor metodológico ao processo de revisão e organizar o portfólio bibliográfico, adotou-se o método *Methodi Ordinatio*.

Esse método é destinado à sistematização, seleção e ao ranqueamento de estudos científicos por meio de critérios bibliométricos, permitindo organizar os artigos conforme sua relevância científica e atualidade (Pagani; Kovaleski; Resende, 2015; 2023). Considera simultaneamente o impacto científico, o número de citações e a temporalidade das publicações, contribuindo para a construção de um portfólio bibliográfico mais consistente.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90384

Para a aplicação do método, foram adotados os parâmetros $\Delta = 10$, $\lambda = 10$ e $\Omega = 10$, conforme recomendado por Pagani, Kovaleski e Resende (2023). O levantamento do número de citações foi realizado no Google Acadêmico, enquanto a identificação do fator de impacto foi complementada por informações disponíveis no Journal Citation Reports.

As buscas bibliográficas foram realizadas nas bases de dados Scopus e SciELO, selecionadas em razão de sua relevância acadêmica e ampla cobertura de publicações científicas nacionais e internacionais. Essas bases foram escolhidas por possibilitarem acesso a estudos relacionados às mudanças climáticas, ao monitoramento hidrometeorológico, às cidades inteligentes e às tecnologias aplicadas à gestão de riscos climáticos no contexto urbano.

O recorte temporal adotado compreendeu o período entre 2020 e 2025, com o objetivo de priorizar estudos recentes e alinhados às discussões contemporâneas sobre mudanças climáticas, adaptação urbana e tecnologias digitais aplicadas à sustentabilidade. Foram incluídos artigos publicados nesse período, disponíveis nos idiomas português e inglês, com abordagem empírica ou aplicada e aderência temática às mudanças climáticas no contexto urbano.

Foram excluídos estudos duplicados, revisões exclusivamente conceituais sem dados empíricos, pesquisas desvinculadas do ambiente urbano, artigos sem acesso ao texto completo e trabalhos com informações bibliográficas incompletas.

Posteriormente, os estudos selecionados foram obtidos na íntegra e submetidos à leitura e à análise qualitativa, fundamentada na análise de conteúdo proposta por Bardin (2016). Os artigos foram analisados considerando aspectos relacionados aos objetivos, aos procedimentos metodológicos, aos resultados e às contribuições para a compreensão das mudanças climáticas no ambiente urbano e das estratégias de adaptação associadas às cidades inteligentes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A busca bibliográfica realizada nas bases de dados Scopus e SciELO, a partir das combinações de palavras-chave previamente definidas, resultou na recuperação de 840 artigos científicos. Desse total, 726 estudos foram identificados na base Scopus e 114 na SciELO.

O processo de seleção e filtragem, fundamentado no método *Methodi Ordinatio*, resultou em um portfólio bibliográfico definitivo composto por 21 artigos científicos de elevada relevância. Verifica-se que a etapa de refinamento promoveu redução substancial do universo inicial de estudos recuperados, evidenciando a necessidade de critérios rigorosos para garantir aderência temática e consistência metodológica do portfólio final. A aplicação das etapas de triagem, remoção de duplicidades e classificação pelo índice *InOrdinatio* contribuiu para maior confiabilidade do processo de seleção.

A análise dos indicadores bibliométricos revelou a elevada qualificação e atualidade do portfólio selecionado. Os escores do índice *InOrdinatio* apresentaram amplitude significativa, variando desde o limiar de corte estabelecido de 204,68 até o valor máximo de 1147,68, alcançado pelo estudo de Rahman *et al.* (2022). Esta variação refletiu o equilíbrio metodológico alcançado entre periódicos de alto impacto, número de citações e atualidade das publicações, permitindo a seleção de estudos com elevada relevância científica. Destaca-se o fator de impacto de 18,1 identificado em Mohammadi, Jiang e Wang (2022), associado à robustez de citações acumuladas mesmo em publicações inseridas no recorte temporal recente de 2020 a 2025.

Após a ordenação dos estudos pelo índice *InOrdinatio*, os 21 artigos selecionados foram submetidos à leitura aprofundada e ao mapeamento de conteúdo, fundamentado em Bardin (2016), permitindo identificar convergências metodológicas e teóricas, tendências tecnológicas e principais contribuições relacionadas ao objeto investigado.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90384

A partir dessa análise, observou-se a predominância de estudos que integraram monitoramento ambiental, sensores IoT e sistemas inteligentes aplicados à gestão de riscos climáticos. Esse resultado converge com Britto e Pessoa (2023), que destacam a crescente incorporação de tecnologias digitais como suporte à resiliência urbana. Verificou-se que grande parte dos estudos analisados ampliou a perspectiva clássica, predominantemente meteorológica, incorporando abordagens mais complexas que integram, de forma articulada, a dimensão ambiental, os arranjos socioespaciais e a inovação tecnológica (Canil *et al*., 2021).

Além dos avanços tecnológicos identificados, os estudos também evidenciam a complexidade das vulnerabilidades que afetam os espaços urbanos. As grandes cidades enfrentam um duplo desafio diante da crise ambiental: ao mesmo tempo em que são as principais responsáveis pela emissão global de dióxido de carbono (CO_2), esses espaços concentram grandes contingentes populacionais, redes de serviços essenciais e importantes atividades econômicas, o que amplia significativamente sua exposição aos riscos climáticos (Nusdeo, 2023). A literatura recente evidencia que a intensidade dos eventos climáticos extremos tem superado, de forma recorrente, as previsões estatísticas tradicionais. Dimitriou *et al.* (2024), ao investigarem os impactos da tempestade Daniel na Grécia Central, demonstraram que desastres contemporâneos ultrapassam os períodos de retorno historicamente projetados. Esse cenário evidencia a fragilidade de infraestruturas concebidas com base em padrões climáticos pretéritos, comprometendo a eficiência das respostas de engenharia convencional e ampliando os danos materiais e habitacionais no ambiente urbano.

A consolidação de arquiteturas baseadas na Internet das Coisas (IoT) reconfigurou os processos de captação de dados em campo. Santos e Pessoa (2025) apontam que o monitoramento contínuo, viabilizado por redes de sensores, constitui a base de estratégias adaptativas no ambiente urbano. Essa abordagem é exemplificada por Marino *et al.* (2023), que desenvolveram protótipos de monitoramento hidrológico de baixo custo aplicados a encostas instáveis. O uso de redes fundamentadas em hardware aberto e de baixo consumo reduz a carência crônica de dados locais, oferecendo uma densidade espacial de monitoramento que seria financeiramente inviável por meio de estações meteorológicas convencionais.

Em processos marcados por elevada variabilidade temporal, as Redes Neurais Artificiais assumem papel estratégico. Chen *et al.* (2021) demonstraram a eficiência de Redes Neurais Convolucionais (Convolutional Neural Networks – CNN) na previsão de ondas de cheia em ecossistemas inteligentes estruturados em IoT. De forma semelhante, Zanchetta e Coulibaly (2020) destacam que técnicas de aprendizado profundo apresentam elevado desempenho na modelagem de inundações pluviais repentinas (flash floods), sobretudo em áreas urbanas impermeabilizadas, nas quais modelos físicos convencionais apresentam limitações em razão da rápida resposta hidrológica.

A transição tecnológica nas *smart cities* exige uma transformação simultânea nas estruturas de governança, materializada no conceito de *Smart Governance*. Conforme assinalam Fonseca, Garcias e Silva (2023), o uso de ferramentas digitais e sistemas inteligentes georreferenciados atua como suporte direto à governança urbana e à segurança humana. Nesse contexto, a integração tecnológica converte os dados captados por redes ciberfísicas em subsídios estratégicos para a tomada de decisão no âmbito da gestão municipal (Yigitcanlar *et al*., 2020).

A superação dos riscos climáticos também pressupõe o alinhamento das soluções tecnológicas aos princípios da justiça social e ambiental. Alves e Santos (2025) argumentam que as inovações digitais e as intervenções estruturais fundamentadas em evidências empíricas devem priorizar territórios periféricos e populações historicamente vulnerabilizadas pela ausência de infraestrutura habitacional adequada. Nesse contexto, a implementação de redes de

DOI: 10.51189/vii-coninters/90384

monitoramento de baixo custo em encostas suscetíveis contribui para reduzir desigualdades no acesso à proteção ambiental e aos sistemas de alerta precoce (Marino *et al*., 2023). Assim, a inteligência urbana e as infraestruturas preditivas somente cumprem plenamente sua função socioambiental quando articuladas à inclusão territorial e à promoção de uma reforma urbana socialmente justa (Britto; Pessoa, 2023).

Um dos principais desafios identificados no portfólio refere-se à lacuna de interoperabilidade entre sistemas de monitoramento ambiental. Embora a literatura evidencie avanços nas missões de observação espacial global e no desenvolvimento de redes terrestres locais, ainda persiste a ausência de protocolos padronizados capazes de integrar, de forma eficiente, dados multidimensionais provenientes de diferentes plataformas tecnológicas. A harmonização entre distintas resoluções espaciais, associada às especificidades microclimáticas das bacias urbanas, ainda demanda arquiteturas integradas de software e processos mais amplos de validação técnica internacional (Hatvani *et al*., 2022; Gosset *et al*., 2023).

No contexto de países em desenvolvimento, o desafio da escalabilidade tecnológica torna-se ainda mais evidente em municípios de médio e pequeno porte. Conforme apontam Pereira e Miranda (2023), essas localidades enfrentam dificuldades significativas para prever e mitigar os efeitos de eventos hidrometeorológicos extremos, em razão da insuficiência de recursos técnicos, financeiros e administrativos. Esse cenário limita o alcance e a eficiência das ações preventivas, além de dificultar a manutenção das infraestruturas tecnológicas e a continuidade do monitoramento ambiental. A fragilidade institucional e a escassez de profissionais especializados em análise de dados reforçam que esses obstáculos não se restringem às limitações técnicas, abrangendo também entraves econômicos e estruturais (Pereira; Miranda, 2023).

4 CONCLUSÃO

A presente revisão sistematizada evidenciou que as mudanças climáticas intensificam vulnerabilidades urbanas e ampliam os riscos associados a eventos hidrometeorológicos extremos, comprometendo infraestruturas urbanas, condições habitacionais e a saúde pública. Os estudos analisados demonstraram que tais impactos estão relacionados não apenas a fatores ambientais, mas também a processos socioespaciais, como a ocupação desordenada do território e as desigualdades urbanas.

Os resultados confirmaram a relevância das tecnologias aplicadas ao monitoramento hidrometeorológico no contexto das cidades inteligentes. Ferramentas como Internet das Coisas (IoT), sensoriamento remoto, inteligência artificial e sistemas de alerta precoce ampliam a capacidade de monitoramento, previsão e resposta diante de eventos extremos, fortalecendo estratégias de adaptação climática e gestão urbana fundamentada em evidências.

Observou-se, ainda, que a democratização tecnológica representa elemento estratégico para ampliar a proteção de populações vulneráveis, especialmente em contextos marcados por limitações infraestruturais e desigualdades socioeconômicas. Entretanto, persistem desafios relacionados à interoperabilidade dos sistemas, à manutenção das redes de monitoramento e à necessidade de integração entre tecnologia, planejamento urbano e saúde pública.

Conclui-se que o monitoramento hidrometeorológico associado às cidades inteligentes constitui ferramenta relevante para o fortalecimento da adaptação climática, da sustentabilidade urbana e da resiliência socioambiental. Como perspectiva futura, recomenda-se ampliar estudos voltados à aplicação prática dessas tecnologias em contextos urbanos vulneráveis, avaliando seus

DOI: 10.51189/vii-coninters/90384

impactos na redução de riscos, na proteção das populações expostas e na ampliação da resiliência urbana frente aos desafios impostos pelas mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

ALVES, K. L. L.; SANTOS, C. F. dos. Vulnerabilidade ao estresse térmico em assentamentos informais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 25, 2025. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ac/a/t87BTpJmV8xs6R4MWCMP8fd/. Acesso em: 2 maio 2026.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRITTO, A. L. N. de P.; PESSOA, Z. S. Crise climática, cidades e reforma urbana: estado da arte de estudos e pesquisas. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 25, n. 58, 2023. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cm/a/6rxJsdWnJF9y9MY7VM56BCx/. Acesso em: 2 maio 2026.

CANIL, K. *et al.* Vulnerabilidades, riscos e justiça ambiental em escala macrometropolitana. **Mercator**, Fortaleza, v. 20, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.4215/rm2021.e20003. Acesso em: 1 maio 2026.

CHEN, C. *et al.* Convolutional Neural Networks for forecasting flood process in Internet of Things enabled Smart City. **Computer Networks**, [s. l.], v. 186, p. 107744, 2021.

DIMITRIOU, E. *et al.* Post-analysis of Daniel extreme flood event in Thessaly, Central Greece: practical lessons and the value of state-of-the-art water-monitoring networks. **Water**, [s. l.], v. 16, n. 7, p. 980, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.3390/w16070980. Acesso em: 5 maio 2026.

FONSECA, M. N.; GARCIAS, C. M.; SILVA, L. P. Sistema de alerta de desastre baseado no CEP: limites e possibilidades. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 25, n. 58, p. 923-946, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1590/2236-9996.2023-5807. Acesso em: 5 maio 2026.

GOSSET, M. *et al.* Hydrometeorological extreme events in Africa: the role of satellite observations for monitoring pluvial and fluvial events. **Surveys in Geophysics**, [s. l.], v. 44, p. 197–223, 2023.

HATVANI, S. G. *et al.* Modeling the spatial distribution of the meteoric water line of modern precipitation across the Mediterranean region. **Journal of Hydrology**, [s. l.], v. 617, p. 128925, 2022.

MARINO, P. *et al.* Prototype of an IoT-based low-cost sensor network for the hydrological monitoring of landslide-prone areas. **Sensors**, [s. l.], v. 23, n. 4, p. 2299, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/s23042299. Acesso em: 5 maio 2026.

MOHAMMADI, K.; JIANG, Y.; WANG, G. Flash drought early warning based on the trajectory of solar-induced chlorophyll fluorescence. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, [s. l.], v. 119, n. 27, p. e2202767119, 2022.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90384

NUSDEO, A. M. de O. Adaptação às mudanças climáticas e prevenção a desastres na cidade de São Paulo. ***Estudos Avançados***, São Paulo, v. 37, n. 108, 2023. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ea/a/kr6PyVMVz3wKsNkQmjRstNk/. Acesso em: 2 maio 2026.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. *Methodi Ordinatio*: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citations, and year of publication. **Scientometrics**, [s. l.], v. 105, n. 3, p. 2109–2135, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11192-015-1744-x. Acesso em: 6 maio 2026.

PAGANI, R. N.; KOVALESKI, J. L.; RESENDE, L. M. ***Methodi Ordinatio*: uma abordagem para seleção de artigos científicos: atualização metodológica.** Ponta Grossa: UTFPR, 2023.

PEREIRA, M. T.; MIRANDA, Y. C. Análise de riscos de desastres hidrometeorológicos: abordagem metodológica aplicada a municípios de médio porte. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, Curitiba, v. 15, e20220150, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1590/2175-3369.015.e20220150. Acesso em: 1 maio 2026.

RAHMAN, A. *et al.* **Rainfall prediction system using machine learning fusion for *smart cities*.** IEEE Access, [s. l.], v. 10, p. 19349-19363, 2022.

SACHS, J. D. *et al.* **Sustainable Development Report 2024: the SDG Index and Dashboards.** Paris: Sustainable Development Solutions Network (SDSN), 2024. Disponível em: https://www.sdgindex.org/. Acesso em: 6 maio 2026.

SANTOS, Y. C. dos; PESSOA, Z. S. Adaptive capacity management in municipalities in the Semiarid region of Brazil: application of a composite index. **Climate Risk Management**, [s. l.], v. 48, p. 100696, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.crm.2025.100696. Acesso em: 2 maio 2026.

YIGITCANLAR, T. *et al.* Understanding *smart cities*: intertwining development drivers with desired outcomes in a multidimensional framework. **Sustainable Cities and Society**, [s. l.], v. 52, p. 101873, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101873. Acesso em: 5 maio 2026.

ZANCHETTA, A. D. L.; COULIBALY, P. Recent advances in real-time pluvial flash flood forecasting. **Water**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 570, 2020.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90384

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

VENTOS QUE GERAM OPORTUNIDADES: DESENVOLVIMENTO LOCAL E EMPODERAMENTO FEMININO NO SERIDÓ ORIENTAL DA PARAÍBA

ADRIANA CESTARI; MARIA EDUARDA SANTOS BEZERRA

Introdução: A Paraíba destaca-se como importante polo de geração de energia eólica, ocupando a 7ª posição nacional em empreendimentos eólicos em operação, com 44 unidades. Em setembro de 2026, dos 61 empreendimentos eólicos em construção no Brasil, 44,3% estavam localizados no estado, segundo a ANEEL. Nesse contexto, a empresa CTG Brasil chegou à Paraíba em 2023 e atualmente opera o Complexo Eólico Serra da Palmeira, nos municípios de Baraúna, Picuí, Pedra Lavrada, Nova Palmeira e São Vicente do Seridó. Desde sua chegada, a empresa já investiu mais de R$20 milhões em iniciativas sociais, com destaque para a Usina de Negócios, projeto de geração de renda que beneficia 71 famílias por meio de assistência técnica rural voltada à produção de leite de cabra. **Objetivo:** Analisar os impactos do projeto Usina de Negócios na qualidade de vida dos beneficiários, identificando as principais melhorias proporcionadas pela iniciativa. **Relato de Caso:** Trata-se de estudo de caso exploratório e desenvolvido com famílias participantes do projeto. A experiência articula a cadeia da caprinocultura leiteira, tradicional e vinculada à vocação produtiva da região, à assistência técnica rural e ao acompanhamento das famílias produtoras, buscando fortalecer a produção e ampliação das possibilidades de geração de renda. A pesquisa reúne relatos de beneficiários e de moradores que acompanharam a implantação do complexo, além da observação participante, coleta de dados secundários, leitura de relatórios disponíveis para consulta pública e informações fornecidas pela área de Sustentabilidade da empresa. Até junho de 2026, a iniciativa havia gerado R$545.116 em renda para as famílias por meio da venda de leite de cabra. Os relatos evidenciam que os resultados ultrapassam a dimensão econômica: entre as mulheres envolvidas na criação e comercialização da produção, observam-se ampliação da autonomia financeira, fortalecimento da autoestima e maior protagonismo nas decisões e atividades produtivas rurais. **Conclusão:** A presença da empresa no território tem proporcionado oportunidades de geração de renda a partir de uma vocação econômica local, além do fato de a renda obtida representar para as mulheres não apenas uma fonte de sustento, mas também independência na tomada de decisões e protagonismo nas atividades produtivas.

Palavras-chave: **PARAÍBA; ENERGIA EÓLICA; GERAÇÃO DE RENDA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90403

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

AVIAÇÃO SUSTENTÁVEL E EDUCAÇÃO AMBIENTAL: O USO DOHIDROGÊNIO VERDE COMO ALTERNATIVA ENERGÉTICA NOTRANSPORTE AÉREO

JOÃO MARCOS CAVALCANTI ALVES; BRENDHA DAYANNE NEVES NOGUEIRA

Introdução: A aviação civil é estratégica para a conectividade global, mas enfrenta um desafio estrutural: suas emissões de gases de efeito estufa. O uso de combustíveis fósseis libera CO_2 e outros compostos cujo impacto se agrava em altas altitudes, o que torna o setor particularmente difícil de descarbonizar. Duas alternativas vêm ganhando consistência técnica: o Combustível Sustentável de Aviação (SAF) e o hidrogênio verde - evidenciando a relevância de analisar a viabilidade de produção nacional e a compreensão do ciclo do carbono. Ambos se apresentam como vetores promissores para a transição energética, mas sua viabilidade depende não apenas de inovação tecnológica, mas também da capacidade nacional de produzi-los em escala e do entendimento, ainda incipiente, de seus ciclos de carbono. **Objetivo:** Promover a conscientização sobre a descarbonização da aviação civil junto a estudantes de escolas públicas, apresentando o combustível Sustentável de Aviação (SAF) e o hidrogênio verde como alternativas para a transição energética e estimulando o pensamento crítico sobre sustentabilidade. **Metodologia:** O projeto de extensão foi desenvolvido em escolas de ensino médio e técnico do Recife-PE. A intervenção pedagógica baseou-se em palestras expositivas e dinâmicas de debate sobre o ciclo do carbono, o SAF e o potencial do Hub de Hidrogênio Verde de Suape-PE. Como suporte teórico e documental para a elaboração dos conteúdos didáticos, realizou-se uma revisão bibliográfica e documental sobre o setor nas bases SciELO, Google Scholar e em relatórios técnicos oficiais. **Resultados:** As ações extensionistas demonstraram o engajamento dos estudantes, que ampliaram sua percepção sobre o papel do Brasil na transição energética, especialmente quanto ao uso de biomassa local e à infraestrutura do Complexo de Suape para o hidrogênio verde. Os debates em sala de aula evidenciaram o despertar do interesse dos alunos pelas carreiras e pela sustentabilidade. Além disso, a síntese teórica confirmou o potencial nacional de gerar até 9 bilhões de litros anuais de biocombustíveis a partir de resíduos elétricos e orgânicos. **Conclusão:** A consolidação dessas tecnologias depende de investimentos contínuos em pesquisa, infraestrutura e regulamentação, reforçando a importância das ações extensionistas para disseminar conhecimento e formar profissionais comprometidos com a sustentabilidade.

Palavras-chave: **BIOCOMBUSTÍVEIS; SAF; TRANSI ENER**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90405

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

O DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE COMO VETOR DE GOVERNANÇA UNIVERSITÁRIA: UMA ABORDAGEM MULTINÍVEL

VANESSA CONSTANCE AMBROSIO; DIOGO PONTES COSTA

Introdução: A transição das Instituições de Ensino Superior (IES) rumo à sustentabilidade exige modelos de governança que superem intervenções isoladas e promovam transformações sistêmicas na cultura e na administração acadêmica. **Objetivo:** Propor um enquadramento teórico-conceitual que integra os níveis de inovação do Design para a Sustentabilidade às dimensões operacionais, táticas e estratégicas da governança universitária, congregando os 17 ODS e a Agenda 2030, com base na estrutura da Universidade Federal do Paraná (UFPR). **Metodologia:** Pesquisa de natureza teórica e propositiva, emprega o descortinamento de documentos institucionais como o como o Plano de Desenvolvimento Institucional (PDI) e o Plano de Logística Sustentável (PLS). Também articula o *Adaptable Model for Assessing Sustainability* (AMAS) em conjunto com a *Analytic Hierarchy Process* (AHP) para formular um *framework* capaz de avaliar a Sustentabilidade na UFPR frente aos ODS. **Resultados:** Apresenta-se uma matriz integradora multinível na qual o design atua como lente analítica e suporte à tomada de decisão. Demonstram que a aplicação da AMAS/AHP permite uma transição de intenções políticas para métricas de gestão consistentes, evidenciando que a governança institucional é o fator determinante para a eficácia das práticas sustentáveis e contribua para o engajamento dos atores acadêmicos orienta a formulação de políticas macroestratégias de longo prazo. **Conclusão:** A articulação do Design para a Sustentabilidade com a governança universitária fornece aos gestores públicos um artefato conceitual estruturado para diagnosticar e operacionalizar compromissos sustentáveis, preenchendo a lacuna entre a intenção institucional e a prática administrativa cotidiana. O modelo proposto oferece uma estrutura de decisão robusta para que as IES brasileiras aprimorem sua inteligência institucional e liderança na agenda global de desenvolvimento sustentável.

Palavras-chave: **AGENDA 2030; DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE; GOVERNANÇA UNIVERSITÁRIA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90417

MODIFICAÇÕES MORFOLÓGICAS FLUVIAIS DO RIO MADEIRA NO TRECHO DE MANICORÉ-AM ENTRE 1986 E 2023

ROBERTO SÁVIO RODRIGUES BRASIL

RESUMO

O rio Madeira constitui um dos sistemas fluviais mais dinâmicos da Amazônia, em razão da elevada carga sedimentar, da sazonalidade hidrológica e da contínua interação entre erosão, transporte e deposição. Este estudo teve como objetivo identificar e analisar as modificações morfológicas ocorridas no canal do rio Madeira, no trecho pertencente ao município de Manicoré, Amazonas, entre 1986 e 2023, considerando suas expressões espaciais e possíveis repercussões sobre a paisagem ribeirinha. A pesquisa adotou abordagem descritiva e analítico-comparativa, com análise multitemporal de imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8, processadas por técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento nos programas ArcGIS, QGIS e ENVI. A interpretação das cenas foi complementada por observações de campo, utilizadas para reconhecer e validar feições associadas à erosão marginal, à deposição sedimentar, à variação da largura do canal e ao abandono de meandros. O percurso metodológico contemplou quatro trechos de análise e pontos comparativos distribuídos ao longo do curso fluvial. Os resultados evidenciaram alterações expressivas no traçado do canal, com recuo de margens externas, formação e ampliação de barras sedimentares em setores internos, migração lateral, reorganização de ilhas e abandono de antigos segmentos meandrantes. Nas proximidades das comunidades Liberdade, Pau Queimado e Mato Verde, a reconfiguração do canal modificou a conectividade espacial e a configuração da paisagem local. Verificou-se que a baixa declividade, a elevada disponibilidade de sedimentos e o regime sazonal explicam parte importante das transformações observadas, enquanto o uso inadequado das margens, o desmatamento, a extração mineral, a dragagem, as barragens e a urbanização podem intensificar processos já presentes na dinâmica natural. Conclui-se que o trecho estudado apresenta alta mobilidade morfológica e demanda monitoramento sistemático, integração entre dados orbitais e verificações de campo e incorporação do conhecimento geomorfológico ao planejamento territorial e à gestão das áreas ribeirinhas.

Palavras-chave: sensoriamento remoto; erosão marginal; dinâmica sedimentar.

1 INTRODUÇÃO

Os rios amazônicos são sistemas abertos e complexos, cuja configuração resulta da interação entre descarga líquida, carga sedimentar, declividade, características geológicas, cobertura vegetal e variações climáticas. Essas relações conferem elevada mobilidade aos canais e tornam a paisagem fluvial uma expressão temporal dos processos de erosão, transporte e deposição. No rio Madeira, classificado como rio de águas brancas, a grande quantidade de sedimentos em suspensão e a forte sazonalidade das vazões favorecem mudanças recorrentes nas margens, nas ilhas, nas barras e nas planícies aluviais (Sioli, 1985; CPRM, 2013; Adamy, 2014).

A análise dessas transformações exige uma leitura integrada da paisagem. Na perspectiva geossistêmica, os componentes naturais não atuam isoladamente, mas estabelecem relações que organizam e reorganizam o espaço ao longo do tempo (Bertrand, 1972; Sotchava, 1976). A ecodinâmica de Tricart (1977), por sua vez, permite compreender a instabilidade dos ambientes a

DOI: 10.51189/vii-coninters/90418

partir do equilíbrio entre processos morfogenéticos e pedogenéticos, oferecendo suporte à interpretação de margens submetidas à ação contínua do fluxo fluvial.

Em termos geomorfológicos, a forma do canal corresponde a um ajuste entre energia do fluxo, volume e granulometria dos sedimentos, resistência dos materiais das margens e regime hidrológico. A alteração de qualquer um desses elementos pode induzir migração lateral, erosão marginal, deposição em barras e abandono de segmentos do canal (Christofoletti, 1980; Suguio, 2003; Stevaux; Latrubesse, 2017). Em grandes rios tropicais de baixa declividade, esses ajustes são particularmente visíveis, pois as cheias e vazantes redistribuem sedimentos e redefinem, de maneira contínua, as feições do leito e da planície.

No município de Manicoré, as modificações do rio Madeira possuem relevância ambiental e territorial. O recuo das margens e o crescimento de depósitos sedimentares podem alterar acessos, áreas de uso comunitário e relações de proximidade entre o canal e os assentamentos ribeirinhos. Além dos condicionantes naturais, intervenções humanas, como retirada da vegetação marginal, extração mineral, dragagem, urbanização e implantação de barragens, podem modificar o balanço sedimentar e intensificar processos erosivos já existentes (Fearnside, 2014; Forsberg et al., 2017).

Diante desse contexto, o objetivo geral deste estudo foi identificar e analisar as modificações morfológicas fluviais do rio Madeira no trecho pertencente ao município de Manicoré-AM, entre 1986 e 2023, por meio de imagens Landsat, técnicas de geoprocessamento e observações de campo, com ênfase na migração do canal, na erosão de margens, na deposição sedimentar e no abandono de meandros.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa apresenta natureza descritiva e abordagem analítico-comparativa, estruturada a partir da integração entre sensoriamento remoto, geoprocessamento, interpretação geomorfológica e validação de campo. O recorte espacial corresponde ao trecho do rio Madeira situado no município de Manicoré, no estado do Amazonas. O recorte temporal compreendeu o período de 1986 a 2023, escolhido para permitir a comparação das formas do canal ao longo de quase quatro décadas.

Foram utilizadas imagens dos satélites Landsat 5 e Landsat 8, selecionadas de modo a representar diferentes momentos do intervalo analisado. O emprego de séries multitemporais possibilita reconhecer mudanças graduais e eventos de reorganização espacial do canal, desde que as cenas sejam comparáveis quanto ao posicionamento e às condições de visualização. A aplicação do sensoriamento remoto aos estudos fluviais permite observar áreas extensas e de difícil acesso, constituindo instrumento adequado ao acompanhamento da dinâmica espacial e temporal dos rios amazônicos (Moraes, 2002; Batista; Souza Filho; Silveira, 2009; Hayakawa, 2011).

As imagens foram organizadas e processadas nos ambientes ArcGIS, QGIS e ENVI. A análise considerou o traçado do canal, a posição relativa das margens, a largura do leito, a presença e a expansão de barras sedimentares, a formação e reorganização de ilhas e a ocorrência de meandros abandonados. A comparação visual e espacial das feições permitiu reconhecer setores de recuo e avanço das margens, interpretados, respectivamente, como áreas de predominância erosiva e deposicional. Procedimentos desse tipo favorecem a identificação de padrões de mudança e a sistematização cartográfica dos resultados (Passos et al., 2013).

Para organizar a leitura espacial, o curso fluvial foi dividido em quatro trechos, com pontos comparativos distribuídos ao longo do rio. Essa divisão permitiu observar diferenças

DOI: 10.51189/vii-coninters/90418

locais sem perder a compreensão do funcionamento integrado do sistema. As evidências obtidas nas imagens foram relacionadas às características de rios de planície, à sazonalidade hidrológica, à carga sedimentar e à baixa declividade regional.

O trabalho de campo foi empregado como etapa de reconhecimento e validação das feições identificadas remotamente. As observações concentraram-se em sinais de erosão marginal, depósitos recentes, variações da largura do canal e formas associadas ao abandono de meandros. A integração entre dados orbitais e observação direta reduziu ambiguidades interpretativas e possibilitou associar as mudanças cartografadas às condições presentes nas margens e nas áreas ribeirinhas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comparação multitemporal evidenciou que o rio Madeira apresentou mudanças expressivas em seu traçado entre 1986 e 2023. Os setores externos das curvas concentraram o recuo das margens, enquanto as áreas internas registraram deposição e crescimento de faixas sedimentares. Esse padrão decorre da distribuição desigual da velocidade do fluxo nas curvas: a maior energia junto à margem côncava favorece a erosão, ao passo que a redução da competência do fluxo na margem convexa favorece a deposição. Trata-se de comportamento compatível com a dinâmica de canais aluviais descrita por Christofoletti (1980), Suguio (2003) e Stevaux e Latrubesse (2017).

Também foram reconhecidas formação e ampliação de barras, migração lateral do canal, reorganização de ilhas e abandono de antigos segmentos meandrantes. Essas feições demonstram que o canal não possui posição fixa na planície e que a geometria observada em determinado ano representa apenas uma etapa de um processo contínuo. A elevada oferta de sedimentos, combinada à alternância sazonal entre cheias e vazantes, contribui para a construção de depósitos e para a redistribuição do fluxo entre diferentes setores do leito. Em rios amazônicos, a planície de inundação atua como espaço de armazenamento e retrabalhamento sedimentar, respondendo às variações do pulso hidrológico (Mertes; Dunne, 2007; Irion et al., 2011).

A predominância de erosão lateral no trecho estudado relaciona-se à baixa declividade e à natureza aluvial do sistema. Nessas condições, parte significativa da energia do fluxo é empregada na remodelação das margens e na redistribuição dos sedimentos ao longo do canal. A mobilidade observada aproxima-se das características atribuídas aos grandes rios tropicais, que podem apresentar canais múltiplos, barras móveis e mudanças frequentes na conectividade entre braços, ilhas e lagos de várzea (Nordin, 1974; Rossetti, 2010).

Nas proximidades das comunidades Liberdade, Pau Queimado e Mato Verde, a reconfiguração do canal alterou a conectividade espacial e a paisagem local. A erosão pode reduzir superfícies de uso e aproximar o canal de áreas ocupadas, enquanto a deposição pode dificultar acessos ou deslocar rotas de navegação. O abandono de meandros e a reorganização de braços fluviais também modificam a comunicação entre o curso principal e ambientes adjacentes. Assim, as mudanças morfológicas possuem dimensão territorial, pois afetam formas de deslocamento, uso das margens e percepção de segurança das populações ribeirinhas.

Os resultados indicam que os fatores naturais constituem a base da dinâmica observada, mas não excluem a influência antrópica. A retirada da vegetação ripária diminui a proteção das margens; a urbanização e o uso inadequado do solo alteram o escoamento superficial; a mineração e a dragagem interferem localmente na disponibilidade e no transporte de sedimentos; e barragens podem modificar vazões e fluxos sedimentares em escalas mais amplas. Estudos sobre intervenções na bacia do Madeira alertam para possíveis mudanças no regime sedimentar e

DOI: 10.51189/vii-coninters/90418

nos ambientes a jusante (Fearnside, 2014; Forsberg et al., 2017). Entretanto, a separação quantitativa entre efeitos naturais e antrópicos exige séries hidrossedimentológicas e levantamentos locais mais detalhados.

A abordagem integrada mostrou-se adequada porque as formas fluviais resultam da interação entre clima, hidrologia, relevo, solos, cobertura vegetal e ações humanas. A leitura isolada de uma imagem poderia levar à interpretação de determinada barra ou margem como elemento estável; a sequência temporal, ao contrário, revela deslocamentos, perdas e acréscimos de área. Desse modo, o sensoriamento remoto oferece uma base consistente para o monitoramento, enquanto o trabalho de campo fornece elementos para validar as feições e compreender suas repercussões concretas.

Do ponto de vista aplicado, a identificação de setores recorrentes de erosão e deposição pode apoiar o planejamento territorial, orientar a localização de infraestruturas e subsidiar medidas preventivas nas áreas ribeirinhas. O monitoramento periódico do canal também possibilita atualizar mapas de vulnerabilidade e reconhecer mudanças antes que produzam danos mais amplos. Todavia, os resultados devem ser interpretados dentro dos limites da resolução espacial das imagens Landsat e da disponibilidade de cenas comparáveis, especialmente em uma região com cobertura frequente de nuvens.

4 CONCLUSÃO

A análise multitemporal confirmou a intensa mobilidade morfológica do rio Madeira no trecho de Manicoré entre 1986 e 2023. As principais evidências foram o recuo de margens externas, a deposição em setores internos, a formação e ampliação de barras, a migração lateral do canal, a reorganização de ilhas e o abandono de segmentos meandrantes. Esses processos decorrem, sobretudo, da interação entre elevada carga sedimentar, sazonalidade hidrológica, baixa declividade e características dos materiais marginais.

O estudo também demonstrou que as transformações do canal repercutem na paisagem e na conectividade de comunidades ribeirinhas, destacando-se os setores próximos a Liberdade, Pau Queimado e Mato Verde. Embora a dinâmica natural explique parte substancial das mudanças, ações humanas podem intensificar desequilíbrios locais e regionais. Por isso, o conhecimento geomorfológico deve integrar as decisões de uso das margens e de implantação de infraestruturas.

Como limitações, destacam-se a resolução espacial das imagens utilizadas, a cobertura de nuvens e a ausência, nesta etapa, de quantificação detalhada das taxas de erosão e deposição e da contribuição específica de cada condicionante antrópico. Pesquisas futuras podem incorporar imagens de maior resolução, séries de vazão e sedimentos, levantamentos com drones e acompanhamento sistemático em campo. Recomenda-se, ainda, manter um programa contínuo de monitoramento do canal e das margens, articulado ao planejamento territorial e à gestão preventiva das áreas ribeirinhas de Manicoré.

REFERÊNCIAS

ADAMY, A. Geodiversidade do estado de Rondônia. Porto Velho: CPRM, 2014.

BATISTA, V. G.; SOUZA FILHO, E. E.; SILVEIRA, H. Morfodinâmica fluvial e sensoriamento remoto. 2009.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. 1972.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia fluvial. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90418

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Estudos hidrológicos do rio Madeira. 2013.

FEARNSIDE, P. M. Impacts of Brazil's Madeira River dams. 2014.

FORSBERG, B. et al. Interferências antrópicas na dinâmica fluvial amazônica. 2017.

HAYAKAWA, E. H. Correção de imagens Landsat em áreas amazônicas. 2011.

IRION, G. et al. Dinâmica sedimentar e planícies fluviais na Amazônia. 2011.

MERTES, L.; DUNNE, T. Effects of land use on Amazon floodplains. 2007.

MORAES, E. C. Sensoriamento remoto e recursos naturais. 2002.

NORDIN, C. Anastomosed rivers and channel behavior. 1974.

PASSOS, M. M. et al. Geotecnologias aplicadas a estudos fluviais. 2013.

ROSSETTI, D. F. Ambientes sedimentares amazônicos. 2010.

SIOLI, H. Amazônia: fundamentos da ecologia da maior região de florestas tropicais. Petrópolis: Vozes, 1985.

SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. 1976.

STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. Geomorfologia fluvial. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

SUGUIO, K. Geologia sedimentar e mudanças ambientais. São Paulo: Blucher, 2003.

TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90418

COMPETÊNCIAS DIGITAIS DOCENTES (CDD) E A FORMAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE SOCIAL: DO CICLO INSTRUMENTALISTA AO CICLO ECOSSISTÊMICO

CLÁUDIA PUNGARTNIK

RESUMO

Este trabalho propõe um contraponto teórico entre dois modelos de investimento em tecnologias digitais na educação brasileira, a partir da noção de sustentabilidade social. A pesquisa bibliográfica e documental realizada evidencia que as políticas públicas brasileiras de inserção de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) na educação, historicamente centradas na aquisição de equipamentos, configuram um ciclo instrumentalista: linear, dependente de reposição externa constante e incapaz de reter capacidade pedagógica ao longo do tempo. Como alternativa, este trabalho articula um modelo de ecossistemas digitais de aprendizagem com uma epistemologia ecossistêmica da educação, considerando três princípios estruturantes — fluxo de energia, adaptação e interações comunicativas — para propor um ciclo ecossistêmico de inclusão digital, no qual a formação docente opera como mecanismo de adaptação e construção de nicho, retendo e transferindo competência entre gerações tecnológicas. À luz de uma tipologia de sustentabilidade social, argumenta-se que apenas o segundo modelo gera capital humano duradouro, em vez de dependência material recorrente. Os resultados indicam que a sustentabilidade da inclusão digital não decorre da renovação de hardware, mas da consolidação das Competências Digitais Docentes (CDD) como bem social transferível. O argumento está delimitado à formação inicial docente no ensino superior, e não à formação continuada, situando a universidade como o espaço estratégico de constituição dessa competência, ainda antes do exercício profissional. Como contribuição adicional, este trabalho apresenta uma representação visual comparativa entre os dois ciclos, concebida como dispositivo original de síntese teórica, capaz de tornar tangível a diferença estrutural entre os dois modelos de investimento. Conclui-se que políticas públicas orientadas exclusivamente para infraestrutura tecnológica reproduzem um padrão estruturalmente insustentável, e que a formação de CDD deve ser tratada como eixo central — e não complementar — das estratégias de sustentabilidade social na educação digital brasileira.

Palavras-chave: Capital humano educacional; PROINFO; PROUCA.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das CDD (Competências Digitais Docentes), entendidas como um conjunto de saberes que permitem ao professor mediar pedagogicamente o uso das tecnologias digitais, são impostas por uma digitalização acelerada da sociedade contemporânea às instituições educacionais para a formação inicial do século 21. Esta compreensão é enfatizada pelo Ministério da Educação, por meio da Secretaria de Educação Básica, em agosto de 2024, quando lançou o Referencial de Saberes Digitais Docentes (Brasil, 2024). Este documento buscou operacionalizar os objetivos da Política de Inovação Educação Conectada (Lei nº 14.180/2021), da Política Nacional de Educação Digital (Lei nº 14.533/2023) e da Estratégia

DOI: 10.51189/vii-coninters/90425

Nacional de Escolas Conectadas (Decreto nº 11.713/2023), em um movimento normativo que sucede décadas de políticas públicas de inserção de tecnologia nas escolas — como o Programa Nacional de Informática na Educação (PROINFO) e o Programa Um Computador por Aluno (PROUCA) — cujos resultados concretos em termos de mudança pedagógica e inclusão digital efetiva permanecem limitados.

A pergunta que orientou a fase inicial da pesquisa bibliográfica foi: por que o investimento público recorrente em equipamentos tecnológicos não se traduziu, historicamente, em transformação sustentável das práticas pedagógicas brasileiras? Argumenta-se aqui que a resposta está menos na quantidade de investimento do que na sua lógica estrutural — uma lógica instrumentalista que trata a tecnologia como insumo consumível, e não a formação para o desenvolvimento das CDD como capacidade retida. Para desenvolver esse argumento, o trabalho mobiliza a epistemologia dos Ecossistemas Comunicacionais (Monteiro, 2012), que compreende a aprendizagem como sistema dinâmico e interdependente, e uma tipologia de sustentabilidade social (Vallance; Perkins; Dixon, 2011), que distingue lógicas de manutenção, de mudança comportamental e de desenvolvimento de capital humano. O objetivo é propor um modelo conceitual — o ciclo ecossistêmico de inclusão digital — como alternativa estrutural ao padrão instrumentalista historicamente observado nas políticas públicas brasileiras. Cabe uma delimitação importante: esse padrão histórico, majoritariamente documentado na educação básica, é mobilizado aqui como confirmação de um problema estrutural mais amplo, e não como objeto central da proposta. O argumento desta investigação está voltado à formação inicial docente no ensino superior — etapa em que se constitui, ainda antes do exercício profissional efetivo, a base para o desenvolvimento das CDD.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de pesquisa de natureza qualitativa, integrante de investigação de doutorado no Programa de Pós-Graduação em Educação da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. O recorte apresentado neste trabalho consiste em uma análise teórico-documental autocontida, que dialoga com uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) mais ampla conduzida nas bases Web of Science, Scielo, Scopus e Portal de Periódicos da CAPES e organizada em coleções temáticas que incluem “inclusão digital” e “história”, duas categorias diretamente mobilizadas neste recorte.

O corpus documental analisado especificamente aqui inclui documentos oficiais de política educacional brasileira (Referencial de Saberes Digitais Docentes, Brasil, 2024; legislação correlata) e a literatura acadêmica sobre a história da implementação de tecnologias digitais na educação básica brasileira, com ênfase nos programas PROINFO e PROUCA, além de revisão da literatura sobre epistemologia ecossistêmica da educação, com base especialmente na sistematização de Monteiro (2012), e sobre tipologias de sustentabilidade social, com base em Vallance, Perkins e Dixon (2011).

O procedimento analítico consistiu na construção de dois modelos conceituais contrastantes — denominados, para fins heurísticos, ciclo instrumentalista e ciclo ecossistêmico — a partir do cruzamento entre o diagnóstico histórico-documental (o que de fato ocorreu nas políticas públicas brasileiras) e o modelo teórico proposto (o que os princípios ecossistêmicos permitem projetar como alternativa). Essa modelagem contrastante segue o procedimento de análise qualitativa de conteúdo, e resulta em uma representação visual comparativa (Figura 1), utilizada como dispositivo de síntese e discussão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ciclo instrumentalista. A análise documental confirma que, nas últimas décadas, o Brasil investiu prioritariamente em políticas públicas voltadas para a compra de equipamentos e a criação de laboratórios de informática nas escolas, investindo comparativamente menos no

desenvolvimento do capital humano docente. Como consequência, a distribuição de equipamentos historicamente não se traduziu em garantia de melhora na qualidade da educação, nem em mudanças efetivas nas práticas pedagógicas. O padrão amplamente atribuído na literatura da área foi a insuficiência da qualificação docente que acompanhou a implantação de computadores e tablets nas instituições de ensino brasileiras. Esse padrão pode ser descrito como um ciclo de quatro estágios: (1) aquisição de equipamento, sem formação docente correspondente; (2) ausência de manutenção, com o equipamento tornando-se tecnologicamente desatualizado; (3) ausência de retenção de capacidade, já que a competência não chega a ser assimilada cultural ou pedagogicamente pela escola; e (4) ausência de autonomia institucional, que se traduz na necessidade de novo investimento externo para reiniciar o ciclo, sem que se constitua, em nenhum momento, ganho social líquido. Esse diagnóstico, relativo à educação básica, funciona neste trabalho como confirmação documental de um padrão estrutural mais amplo de investimento público em tecnologia educacional.

A epistemologia dos ecossistemas comunicacionais da educação. Como alternativa a essa lógica linear, este trabalho recorre à abordagem ecossistêmica da educação proposta por Monteiro (2012), que se fundamenta nas contribuições de Morin, Maturana e Varela, e Capra, entre outros, para compreender a aprendizagem digital como sistema dinâmico e interdependente. Esta pesquisa articula essa epistemologia com o modelo de Ecossistemas Digitais de Aprendizagem proposto por Laanpere, Pata, Normak e Põldoja (2014), do qual derivam três princípios estruturantes centrais para o argumento aqui desenvolvido. O primeiro, fluxo de energia, refere-se ao processo pelo qual a informação é transformada em conhecimento dentro do ecossistema digital, tendo o ensino e a aprendizagem como fontes de energia que impulsionam essa conversão. O segundo, adaptação, baseia-se no ciclo de feedback entre os usuários e o ambiente digital, apoiado na teoria da construção de nicho — segundo a qual os indivíduos não apenas se adaptam ao ambiente, mas também o modificam ativamente. O terceiro, interações comunicativas, diz respeito à dinâmica relacional entre os agentes do ecossistema digital, no qual diferentes atores ocupam nichos distintos e estabelecem conexões que sustentam o sistema como um todo. Mais recentemente, o próprio Monteiro tem aplicado essa epistemologia ecossistêmica a projetos concretos de inclusão social e digital — como o projeto EVA, Ecossistemas Virtuosos de Aprendizagem, desenvolvido na Universidade Federal do Sul da Bahia (Monteiro, 2025) —, e articulado explicitamente mídias digitais e sustentabilidade em experiências formativas de extensão universitária (Guimarães; Monteiro, 2025), o que reforça a atualidade e a pertinência dessa base teórica para o argumento de sustentabilidade social aqui proposto.

O ciclo ecossistêmico proposto. Aplicando esses três princípios ao problema da formação inicial docente no ensino superior, este trabalho propõe um modelo alternativo de quatro estágios, estruturalmente paralelo ao ciclo instrumentalista, mas invertendo sua lógica de dependência. No primeiro estágio, o investimento contempla, desde o início, a formação inicial do professor na universidade e a infraestrutura tecnológica de forma conjunta — não apenas equipamento. No segundo estágio, essa formação inicial opera segundo o princípio da adaptação: o futuro professor não recebe apenas capacitação técnica pontual, mas desenvolve, ainda na universidade, capacidade de construção de nicho, modificando ativamente sua própria prática pedagógica em resposta às tecnologias disponíveis. No terceiro estágio, essa capacidade adaptativa se traduz em prática pedagógica de renovação contínua: a CDD acompanha a evolução tecnológica, em vez de ficar presa a uma ferramenta específica que se tornará obsoleta. No quarto estágio, essa competência se caracteriza pela transferência de bagagem duradoura: diferentemente do hardware, que deprecia sem transferir valor ao ciclo seguinte, a CDD acumula-se e se transfere entre gerações tecnológicas sucessivas, do ensino superior para a prática profissional na educação básica. Não é objetivo deste trabalho detalhar o desenho curricular específico dessa formação inicial (questão que excede seu escopo e será tratada em

etapas futuras da investigação), mas apresentar sua justificativa teórica e normativa, ancorada tanto no diagnóstico histórico da seção anterior quanto no Referencial de Saberes Digitais Docentes (Brasil, 2024), recentemente lançado.

Figura 1 — Do ciclo instrumentalista ao ciclo ecossistêmico de inclusão digital. Fonte: elaborado pela autora (2026), com base em Monteiro (2012) e Vallance, Perkins e Dixon (2011).

A diferença estrutural entre os dois ciclos torna-se mais nítida quando observado o mecanismo de retroalimentação de cada um. No ciclo instrumentalista, a seta de retorno reconduz o sistema ao ponto de partida, a compra de novo equipamento. Isso constitui dependência perpétua de reinvestimento externo sem acúmulo de capacidade. No ciclo ecossistêmico, a seta de retorno reforça o estágio de formação docente, e não o investimento inicial: é a própria competência adaptativa que se retroalimenta e se fortalece a cada novo ciclo tecnológico, dispensando a necessidade de recomeçar do zero a cada obsolescência de hardware.

Sustentabilidade social e capital humano educacional. À luz da tipologia de sustentabilidade social proposta por Vallance, Perkins e Dixon (2011), esses dois modelos ocupam posições distintas. O ciclo instrumentalista não se qualifica sequer como bridge sustainability — categoria que pressupõe ao menos mudança de comportamento em direção a metas socioambientais —, permanecendo restrito a um padrão de reposição material sem ganho social duradouro. O ciclo ecossistêmico, por sua vez, ao tratar a formação de CDD como mecanismo de retenção e transferência de capacidade, aproxima-se do que os autores denominam development sustainability: a construção de capital humano e social como condição de sustentabilidade, e não apenas a preservação de práticas existentes ou a mudança pontual de comportamento. Essa distinção tem implicações diretas para o desenho de políticas públicas de inclusão digital: sustentabilidade, nesse campo, não deveria ser medida pela quantidade de equipamento distribuído ou por sua durabilidade física, mas pela capacidade do sistema educacional de reter e transferir CDD ao longo do tempo, independentemente da tecnologia específica em uso.

4 CONCLUSÃO

Este trabalho propôs um contraponto conceitual entre dois modelos de investimento em tecnologias digitais na educação brasileira, evidenciando que o padrão instrumentalista historicamente predominante — centrado na aquisição de equipamento e alheio à formação docente — configura um ciclo estruturalmente insustentável, incapaz de gerar ganho social líquido ao longo do tempo. Em contraste, a articulação entre os princípios do modelo de Ecossistemas Digitais de Aprendizagem (Laanpere et al., 2014) e a epistemologia dos Ecossistemas Comunicacionais da Educação (Monteiro, 2012), proposta nesta pesquisa,

permitiu modelar um ciclo alternativo no qual a formação de CDD funciona como mecanismo de adaptação e construção de nicho, capaz de reter e transferir competência entre gerações tecnológicas — o que, na tipologia de Vallance, Perkins e Dixon (2011), caracteriza uma lógica de development sustainability.

A principal implicação deste estudo é a necessidade de deslocar o eixo do investimento público: da renovação recorrente de infraestrutura tecnológica para a formação inicial de CDD no âmbito da universidade, tratada não como despesa complementar, mas como o elemento efetivamente responsável pela sustentabilidade social do processo. Não é objetivo deste trabalho detalhar as mudanças curriculares específicas que essa formação inicial deveria incorporar — questão que caberá a etapas futuras da investigação —, mas justificar teoricamente sua necessidade, com base tanto no diagnóstico histórico da educação básica quanto no arcabouço normativo recentemente lançado pelo MEC.

Uma contribuição específica deste trabalho é a própria construção do diagrama comparativo entre os dois ciclos (Figura 1), que sintetiza visualmente o ciclo virtuoso proposto para a educação — um dispositivo heurístico original que torna tangível a diferença estrutural entre o investimento instrumentalista e o investimento ecossistêmico, podendo ser mobilizado tanto no debate sobre políticas públicas de inclusão digital quanto na própria formação inicial docente.

Vale notar que essa convergência não é apenas teórica. O próprio idealizador da epistemologia ecossistêmica mobilizada nesta pesquisa vem aplicando, em projetos recentes desenvolvidos na Universidade Federal do Sul da Bahia, ecossistemas de aprendizagem explicitamente descritos como “virtuosos” (Monteiro, 2025), além de experiências formativas de extensão universitária que articulam diretamente mídias digitais e sustentabilidade (Guimarães; Monteiro, 2025). Isso sugere que o ciclo ecossistêmico aqui proposto dialoga com um movimento teórico-prático já em curso, e não apenas com uma construção conceitual isolada — o que reforça a viabilidade de sua aplicação futura à formação inicial docente no ensino superior.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Referencial de Saberes Digitais Docentes para o uso de tecnologias digitais nos processos de ensino e aprendizagem do Ensino Fundamental e Ensino Médio. Brasília: MEC, 2024. Disponível em: https://www.gov.br/mec/pt-br/escolas-conectadas/20240822MatrizSaberesDigitais.pdf. Acesso em: 07 set. 2026.

GUIMARÃES, Z. K. R. dos S.; MONTEIRO, G. V. Mídias digitais e sustentabilidade: experiências formativas em lives educativas do ECOEM. Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA), v. 20, n. 6, p. 340-355, 2025.

LAANPERE, M.; PATA, K.; NORMAK, P.; PÕLDOJA, H. Pedagogy-driven design of digital learning ecosystems. Computer Science and Information Systems, v. 11, n. 1, p. 419-442, 2014.

MONTEIRO, G. V.; ABBUD, M. E. de O.; PEREIRA, M. F. (Orgs.). Estudos e perspectivas dos ecossistemas na comunicação. Manaus: Editora da Universidade Federal do Amazonas, 2012. 283 p.

MONTEIRO, G. V. Ecosystemic epistemology and cartography of chance: a pandisciplinary approach to understanding knowledge ecosystems. IOSR Journal of Research & Method in Education, v. 15, n. 1, p. 27-36, 2025.

VALLANCE, S.; PERKINS, H. C.; DIXON, J. E. What is social sustainability? A clarification of concepts. Geoforum, v. 42, n. 3, p. 342-348, 2011.

OS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS EM BARBACENA-MG: UM DEBATE A PARTIR DO CONTEXTO DA CRISE AMBIENTAL

BRUNA DA SILVA CRUZ; BIANCA FRANCIANE DA CRUZ; ELIANE APARECIDA BERNARDO; LUIZ ERNESTO GUIMARÃES

RESUMO

O presente trabalho analisa como os Resíduos Sólidos Urbanos RSU) são geridos no município de Barbacena – MG. A temática assume significativa relevância diante do agravamento da crise ambiental em escala global, caracterizada, entre outros fatores, pela intensificação dos padrões de consumo e pelo consequente aumento da geração de resíduos, especialmente de embalagens e materiais de uso cotidiano. Quando descartados de forma irregular, esses resíduos podem provocar impactos ambientais expressivos, como a contaminação do solo e dos recursos hídricos, a degradação dos ecossistemas e o favorecimento de condições que podem comprometer a saúde da população. Nesse contexto, a gestão adequada dos resíduos sólidos constitui importante instrumento de proteção ambiental e de promoção da saúde coletiva. Assim, compreender a atuação do Poder Público, bem como a participação e a responsabilidade dos indivíduos e da sociedade civil nos processos de geração, separação, coleta, tratamento, reciclagem e destinação dos resíduos, mostra-se fundamental para analisar a realidade municipal. O estudo busca, portanto, contribuir para a reflexão acerca dos mecanismos de gestão dos RSU em Barbacena MG, considerando os desafios relacionados à sustentabilidade, à participação social e à efetividade das políticas públicas voltadas ao manejo adequado dos resíduos sólidos. A análise dessa realidade possibilita ainda discutir a necessidade de ações articuladas entre Poder Público e sociedade, fortalecendo práticas de gestão responsável e de participação social diante dos desafios ambientais e coletivos relacionados à geração e à destinação dos resíduos. Diante desse cenário, torna-se urgente promover estratégias integradas que contribuam para a conscientização ambiental, a redução dos impactos socioambientais e a melhoria da qualidade de vida. A partir dessa perspectiva, compreende-se que a estruturação e a implementação de políticas públicas voltadas à sustentabilidade, que constituem instrumentos fundamentais para o enfrentamento dos desafios ambientais e sociais contemporâneos.

Palavras-chave: Gestão ambiental; Políticas públicas; Sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A efetivação das políticas de gestão de resíduos sólidos no âmbito municipal, entretanto, não depende exclusivamente da existência de instrumentos legais, mas também da capacidade

DOI: 10.51189/vii-coninters/90437

do poder público de formular, implementar e dar continuidade às ações previstas. Estudos sobre a gestão municipal dos resíduos evidenciam que a organização da coleta seletiva e das estratégias de manejo pode sofrer interferências decorrentes das mudanças na condução das políticas públicas, tornando necessária a construção de ações planejadas e articuladas com as especificidades de cada território (Rigoldi; Lima, 2020).

Nesse sentido, a gestão dos resíduos sólidos deve ser compreendida como uma dimensão da gestão pública que demanda planejamento, continuidade institucional e articulação entre os diferentes sujeitos envolvidos.

A participação da população também constitui elemento relevante para a efetividade das estratégias de manejo e coleta seletiva, especialmente no que se refere à separação dos resíduos na fonte geradora.

A literatura destaca a importância da educação ambiental e da participação social na construção de práticas relacionadas à redução, reutilização, separação e encaminhamento adequado dos materiais, considerando que mudanças nos hábitos de manejo dos resíduos dependem da articulação entre poder público e sociedade (Leme, 2009).

Dessa forma, a discussão sobre os resíduos sólidos ultrapassa os procedimentos de coleta e destinação, envolvendo processos de participação, responsabilização e construção coletiva de práticas ambientalmente adequadas.

A problemática dos resíduos sólidos urbanos (RSU) possui uma relevância doméstica, social, econômica e ambiental, envolvendo a corresponsabilidade de diferentes atores, além de constituir uma dimensão central das controvérsias ambientais e sociais contemporâneas, extrapolando o caráter meramente técnico da coleta e da destinação final dos descartes.

No campo das Ciências Sociais Aplicadas e do Serviço Social, a discussão sobre resíduos sólidos e sustentabilidade ambiental articula-se diretamente à organização do território, às transformações no mundo do trabalho e às expressões da "questão social" reproduzidas sob a lógica do capital (Iamamoto, 2014).

No plano das normativas públicas, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, estabeleceu marcos decisivos para o manejo integrado no Brasil e a Lei de Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico (LDNSB – Lei nº 11.445/2007).

Entretanto, os indicadores nacionais mostram que o país ainda enfrenta desafios operacionais persistentes na transição efetiva para a economia circular. A legislação consagrou o princípio da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos, inserindo a logística reversa e a coleta seletiva como instrumentos essenciais para a sustentabilidade ambiental e reconhecendo o valor econômico e social do trabalho dos catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis (Brasil, 2010).

Contudo, a materialização dessas instâncias legais no âmbito dos municípios brasileiros enfrenta barreiras políticas, orçamentárias e estruturais de grande complexidade.

Para analisar criticamente a distribuição dos impactos e das responsabilidades socioambientais na gestão local, a perspectiva da justiça ambiental formulada por Acselrad (2010) oferece suporte conceitual indispensável. A abordagem evidencia que os riscos e fardos ambientais não são distribuídos de forma neutra na sociedade, cabendo interrogar como as deliberações e omissões do poder público afetam os grupos socialmente mais vulneráveis, em especial os trabalhadores da reciclagem.

No cenário específico do município de Barbacena-MG, observa-se a necessidade de investigar se a atuação estatal avança em direção a uma gestão socioambiental sustentável ou se permanece restrita à lógica tradicional de limpeza e remoção de rejeitos.

A análise do caso local permite verificar os limites e as possibilidades de efetivação da PNRS em municípios de médio porte no interior mineiro.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90437

Nesse contexto, o município de Barbacena-MG apresenta-se como um estudo de caso emblemático para investigar as contradições da gestão pública em cidades de médio porte e polo regional do Campo das Vertentes. A escolha da localidade justifica-se pela relevância de analisar como a gestão municipal articula os compromissos normativos da PNRS com as demandas concretas do território, especialmente no que tange à integração das organizações de catadores de materiais recicláveis, como a iniciativa local BQ Recicla.

Para o Serviço Social e o campo da gestão pública, a análise sobre o manejo de RSU extrapola a dimensão operacional, tangenciando diretamente o debate sobre direitos humanos, precarização do trabalho e garantia de sustentabilidade socioambiental no espaço urbano.

Diante desse panorama, o trabalho formula o seguinte problema de pesquisa: como a atuação do poder público na gestão dos resíduos sólidos urbanos em Barbacena-MG tem se relacionado às estratégias de sustentabilidade ambiental, à implementação da coleta seletiva e às diretrizes da logística reversa, considerando a inclusão dos trabalhadores da reciclagem? O objetivo geral da pesquisa é analisar a atuação do poder público municipal na gestão dos RSU em Barbacena-MG, identificando as ações e políticas vigentes, sua consonância com as diretrizes da PNRS e os desafios operacionais e sociais postos à coleta seletiva local.

2 METODOLOGIA

Neste trabalho foi adotado como metodologia o estudo de caso. Diante de um tema cujo alcance tem impactado todo o planeta, a compreensão de como os resíduos sólidos são percebidos e tratados no município de Barbacena – MG se torna uma forma importante para a ampliação deste debate sob um viés micro. Para tal, foi realizado levantamento de dados junto à prefeitura municipal, entrevistas semiestruturadas além do estudo da legislação pertinente ao tema. O uso das redes sociais, sobretudo o Instagram, também foi importante para o levantamento de dados e acompanhamento do tema no município.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As limitações e dificuldades de acesso às informações disponibilizadas pelos canais oficiais do município de Barbacena MG, evidenciadas pela descontinuidade documental e pela escassez de dados atualizados, constituem importantes entraves ao exercício do controle social e ao aprimoramento das políticas públicas locais.

Diante desse cenário de fragilidade na transparência e na gestão dos dados públicos, a presente pesquisa fundamenta-se, para além da análise documental, na consulta a fontes de informação disponibilizadas em meios digitais.

Nesse contexto, a análise da gestão de resíduos sólidos e das iniciativas socioambientais desenvolvidas no município de Barbacena foi subsidiada por pesquisas realizadas no portal de notícias local Portal da Cidade, Barbacena e no portal oficial do município, barbacena.mg.gov.br.

A partir desse levantamento inicial, constatou-se que o município não dispõe de aterro sanitário próprio. Em razão disso, os resíduos sólidos urbanos de origem domiciliar e comercial, incluindo aqueles provenientes de feiras livres, serviços de varrição e contêineres públicos, são encaminhados a um consórcio intermunicipal de abrangência regional. Esse fluxo operacional é viabilizado por meio de convênio público com vigência de 12 meses, cuja execução é regulamentada mediante termos aditivos e planos de trabalho. Ressalta-se, contudo, que esse instrumento não abrange os resíduos provenientes dos serviços de saúde, da construção civil e aqueles classificados como perigosos.

No âmbito da coleta seletiva e da inclusão social, os registros analisados evidenciam a atuação da Associação de Catadores de Barbacena por meio do Projeto “Saco Amarelo”. A

DOI: 10.51189/vii-coninters/90437

iniciativa tem como objetivo incentivar a reciclagem mediante o recebimento de materiais recicláveis e a disponibilização de sacos específicos para a separação dos resíduos nas residências.

Essa estratégia contribui para a otimização das atividades desenvolvidas pela associação, na medida em que reduz a necessidade de triagem manual de resíduos previamente misturados. Para além dos ganhos relacionados à eficiência operacional, a iniciativa articula dimensões ambientais, sociais e econômicas, ao estimular a reciclagem, fortalecer a atividade dos catadores e ampliar a disseminação de práticas de educação ambiental junto à população local.

No que se refere ao poder público, o Município de Barbacena, em 2026, iniciou o processo de estruturação de uma Parceria Público-Privada (PPP) destinada aos Serviços de Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos (MRSU), com horizonte contratual de 35 anos e valor estimado de R$ 900.506.317,51. (DOSSIE,2026)

Considerando a complexidade e a abrangência do projeto, o prazo contratual, a análise evidencia que a destinação de 80% dos materiais recicláveis à futura concessionária e de 20% às organizações de catadores constitui um dos principais pontos de controvérsia da modelagem.

Conforme argumentado pela Associação BQ Recicla em dossiê, a configuração proposta poderá resultar na transferência de parcela significativa do valor econômico gerado pela atividade de reciclagem para o ente privado durante o período de vigência contratual.

Essa estrutura poderá produzir impactos sobre a autonomia administrativa, operacional, comercial e decisória das organizações de catadores, além de representar uma possível desconsideração de parte da cadeia de reciclagem já estabelecida no município.

A Associação de Catadores de Barbacena desenvolve uma importante atuação no âmbito da gestão dos resíduos sólidos, contribuindo para a geração de trabalho e renda e para a inclusão social de trabalhadores que historicamente ocupam uma posição de vulnerabilidade no mercado de trabalho. Por meio da organização coletiva dos catadores e do estabelecimento de parcerias, a entidade tem ampliado suas ações no município, inclusive com a instalação de ecopontos, favorecendo o descarte adequado dos resíduos e fortalecendo a cadeia produtiva da reciclagem.

Nesse sentido, a experiência da Associação evidencia que a atividade dos catadores ultrapassa a dimensão ambiental, assumindo também expressiva relevância social e econômica. A realidade desses trabalhadores, entretanto, precisa ser compreendida a partir das contradições presentes no mundo do trabalho. Os catadores desempenham uma atividade indispensável à gestão dos resíduos sólidos urbanos, contribuindo para a recuperação de materiais e para a redução do volume de resíduos destinados aos aterros sanitários.

Apesar dessa contribuição, permanecem, em grande medida, submetidos a condições de trabalho precarizadas, baixa remuneração, instabilidade de renda, ausência ou insuficiência de infraestrutura e exposição a diferentes riscos ocupacionais.

Conforme apontam Castilhos Junior et al. (2013), a análise das condições de trabalho dos catadores demonstra a existência de importantes limitações relacionadas à infraestrutura operacional e à proteção desses trabalhadores, revelando a necessidade de medidas que possibilitem melhores condições para o desenvolvimento da atividade.

A precarização vivenciada pelos catadores não pode ser compreendida apenas como uma característica específica da atividade de coleta de materiais recicláveis. Ela está relacionada às transformações do mundo do trabalho e às desigualdades produzidas pela sociedade capitalista, nas quais determinados segmentos da classe trabalhadora são inseridos em ocupações marcadas pela informalidade, instabilidade e reduzida proteção social.

Nesse contexto, a catação constitui uma forma de inserção laboral que possibilita a sobrevivência de inúmeras famílias, mas que também expressa as contradições existentes entre

a importância econômica e ambiental do trabalho realizado e o reconhecimento social e institucional destinado a esses trabalhadores.

Os riscos presentes no cotidiano da atividade reforçam essa contradição. O contato com resíduos pode expor os catadores a materiais perfurocortantes, agentes biológicos e substâncias químicas, além do esforço físico decorrente da coleta, transporte, separação e organização dos materiais. da triagem pode ampliar a exposição a esses riscos.

Dessa forma, a discussão sobre a reciclagem não deve se limitar à perspectiva da preservação ambiental, sendo necessário considerar também as condições concretas nas quais o trabalho é realizado e os direitos dos sujeitos que sustentam parte significativa dessa cadeia produtiva. Outro aspecto importante refere-se à instabilidade da renda obtida pelos catadores.

Embora a comercialização dos materiais recicláveis represente uma fonte de sustento para diversas famílias, os valores recebidos estão condicionados à quantidade e à qualidade dos materiais coletados, bem como às oscilações do mercado.

Assim, a atividade pode garantir determinada fonte de renda, mas não necessariamente assegura estabilidade econômica ou condições suficientes para a reprodução social das famílias. Essa realidade demonstra a necessidade de políticas públicas que ultrapassem ações pontuais e promovam condições estruturais para a valorização e proteção desses trabalhadores.

Nesse cenário, a organização dos catadores em associações constitui uma estratégia relevante de fortalecimento coletivo. A Associação de Catadores de Barbacena MG, ao reunir trabalhadores e desenvolver ações voltadas à coleta, separação e comercialização dos materiais, contribui para ampliar a capacidade de organização da categoria e para fortalecer sua participação na gestão dos resíduos sólidos do município.

A organização coletiva pode favorecer melhores condições de negociação, ampliar o acesso a equipamentos e infraestrutura e contribuir para o reconhecimento dos catadores como trabalhadores fundamentais para a cadeia da reciclagem.

A atuação da Associação também apresenta uma dimensão relacionada à educação ambiental e à transformação da percepção social acerca dos catadores. A utilização de meios digitais para divulgar os pontos de coleta, orientar a população sobre a separação dos resíduos e apresentar as histórias dos trabalhadores contribui para dar visibilidade a uma categoria que, frequentemente, permanece socialmente invisibilizada.

Essa iniciativa permite problematizar a visão estigmatizada do catador como alguém que simplesmente recolhe aquilo que foi descartado, evidenciando que seu trabalho possui função econômica, ambiental e social.

A invisibilidade desses trabalhadores também está relacionada ao processo histórico de desvalorização de determinadas atividades laborais. Embora os catadores estejam diretamente envolvidos em uma etapa fundamental da cadeia produtiva da reciclagem, sua participação nem sempre é reconhecida de forma proporcional à importância do trabalho desenvolvido.

O material descartado pela sociedade adquire novo valor econômico a partir do trabalho de coleta, seleção e organização realizado por esses sujeitos. Portanto, a análise dessa atividade permite compreender como o trabalho humano permanece fundamental para a produção de valor, mesmo quando realizado em condições socialmente desvalorizadas.

Nesse sentido, a experiência da Associação de Catadores de Barbacena MG pode ser analisada a partir da perspectiva da questão social, entendida enquanto expressão das desigualdades e contradições produzidas pelas relações sociais capitalistas.

A precarização das condições de trabalho, a insuficiência de renda, a dificuldade de acesso a direitos e a invisibilidade social não constituem problemas individuais dos catadores, mas expressam determinações sociais mais amplas.

Por essa razão, o enfrentamento dessas situações exige respostas que ultrapassem a responsabilização individual dos trabalhadores e envolvam ações articuladas entre Estado, sociedade civil e organizações coletivas.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90437

É importante destacar que a organização dos catadores e as iniciativas desenvolvidas pela Associação representam avanços importantes, mas não substituem a responsabilidade do poder público na garantia de condições dignas de trabalho e proteção social.

A existência de associações não deve ser utilizada como justificativa para a transferência de responsabilidades estatais para a sociedade civil. Ao contrário, o fortalecimento dessas organizações deve estar acompanhado de investimentos públicos, infraestrutura adequada, equipamentos de proteção, capacitação, políticas de geração de trabalho e renda e mecanismos de reconhecimento e valorização profissional.

Desse modo, a realidade observada na Associação de Catadores de Barbacena MG evidencia uma importante contradição: ao mesmo tempo em que os catadores são fundamentais para a preservação ambiental e para o funcionamento da cadeia da reciclagem, continuam enfrentando condições de trabalho que podem expressar precarização, insegurança e insuficiente reconhecimento social.

Conforme discutem Castilhos Junior et al. (2013), compreender as condições de trabalho e a infraestrutura disponível é fundamental para analisar a realidade desses trabalhadores e pensar alternativas capazes de promover sua valorização.

Assim, a reciclagem não deve ser compreendida somente como uma prática ambiental, mas como uma atividade que envolve sujeitos, relações de trabalho, geração de renda e direitos sociais.

A construção de uma política de resíduos sólidos socialmente comprometida pressupõe reconhecer os catadores como trabalhadores e sujeitos de direitos, garantindo condições adequadas para o exercício de suas atividades e participação efetiva nos processos de gestão dos resíduos.

4 CONCLUSÃO

O panorama do manejo de resíduos sólidos urbanos (RSU) no município de Barbacena MG evidencia a existência de desafios estruturais e institucionais que demandam medidas de planejamento e gestão de curto, médio e longo prazo.

Atualmente, o município não dispõe de aterro sanitário próprio, sendo a destinação dos resíduos domiciliares e comerciais coletados regularmente realizada por meio de um consórcio regional intermunicipal.

Conclui-se que o aprimoramento da gestão dos RSU no município requer ações integradas, educação ambiental, fortalecimento da participação social e ampliação de estratégias voltadas à redução, reutilização, reciclagem e destinação ambientalmente adequada dos resíduos, contribuindo para a sustentabilidade municipal, a proteção ambiental e a promoção da saúde coletiva.

Nesse sentido, a valorização dos catadores deve ser compreendida como parte integrante de uma política socioambiental que reconheça o trabalho desenvolvido por esses sujeitos e promova sua participação efetiva nos processos de planejamento, implementação e avaliação das políticas públicas de resíduos sólidos.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, Henri. **Ambientalização das lutas sociais: o caso do movimento por justiça ambiental.** Estudos Avançados, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 103-119, 2010.

ASSOCIAÇÃO BQ RECICLA. **Dossiê técnico sobre a gestão de resíduos sólidos e a estruturação da parceria público-privada no município de Barbacena/MG: análise, contribuições, questionamentos e recomendações.** Barbacena, MG: Associação de Catadores de Materiais Recicláveis BQ Recicla, ago. 2026. 113 p. Acompanhado do Ofício de Encaminhamento nº 14/2026.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90437

BARBACENA. **Prefeitura Municipal**. Documento referente à gestão de resíduos sólidos. Barbacena, MG, 2021. Disponível em:https://www.barbacena.mg.gov.br/transparencia/arq_convenio/convenio_ad0032021_030. Acesso em: 5 set. 2026.

BQ RECICLA. **BQ Recicla promove ação por coleta seletiva e sustentabilidade em Barbacena.** Portal da Cidade, Barbacena, 27 maio 2025. Disponível em: https://barbacena.portaldacidade.com/noticias/cidade/bq-recicla-promove-acao-por-coleta-seletiva-e-sustentabilidade-em-barbacena-2218. Acesso em: 4 set. 2026.

BQ RECICLA. **BQ Recicla**. Instagram, [s. d.]. Disponível em: https://www.instagram.com/bqrecicla/. Acesso em: 4 set. 2026.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; e dá outras providências.** Brasília, DF: Presidência da República, 2007. Disponível em: https://www.planalto.gov.br. Acesso em: 5 set. 2026.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Brasília, DF: Presidência da República, 2010.

CASTILHOS JUNIOR, A. B. de; RAMOS, N. F.; ALVES, C. M.; FORCELLINI, F. A.; GRACIOLLI, O. D. **Catadores de materiais recicláveis: análise das condições de trabalho e infraestrutura operacional no Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil.** Ciência & Saúde Coletiva, v. 18, n. 11, p. 3115-3124, 2013.

IAMAMOTO, Marilda Villela. **O Brasil das desigualdades: "questão social", trabalho e relações sociais.** SER Social, Brasília, v. 15, n. 33, p. 326-342, 2014.

LEME, Simone Maria. **Comportamento da população urbana no manejo dos resíduos sólidos domiciliares em Aquidauana** – MS. Geografia (Londrina), Londrina, v. 18, n. 1, p. 154-192, 2009. DOI: https://doi.org/10.5433/2447-1747.2009v18n1p154.

RIGOLDI, Kelly Cristina; LIMA, Valéria. **A influência da gestão de resíduos sólidos na qualidade ambiental e nas desigualdades socioespaciais de Maringá** – PR. Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities Research Medium, Ituiutaba, v. 11, n. 1, p. 85-96, 2020.

RIOS VOADORES DA AMAZÔNIA: EVAPOTRANSPIRAÇÃO, RECICLAGEM DE UMIDADE E IMPACTOS DO DESMATAMENTO

RENATA FLÔR SALDANHA; SABRINA SONDRE DE OLIVEIRA REIS

RESUMO

Os chamados rios voadores constituem fluxos atmosféricos de vapor d'água associados à evapotranspiração da floresta amazônica e ao transporte de umidade para diferentes regiões da América do Sul, exercendo papel relevante na manutenção das chuvas e dos regimes hidrológicos. Este estudo teve como objetivo analisar, a partir da literatura científica reunida no material de referência, o funcionamento desses fluxos, sua contribuição para a precipitação regional e os efeitos do desmatamento e das mudanças climáticas sobre a reciclagem de umidade. Foi realizada uma análise bibliográfica de estudos sobre evapotranspiração, rastreamento de vapor d'água, circulação atmosférica, desmatamento e secas na Amazônia. Os resultados indicam que a floresta recicla parcela expressiva da precipitação por evapotranspiração e exporta umidade por meio da circulação atmosférica. Estimativas apontam que aproximadamente 30% da chuva média na própria Amazônia e cerca de 16% da precipitação na bacia do Prata estão associadas à evapotranspiração amazônica. Os fluxos de umidade também contribuem para a Zona de Convergência do Atlântico Sul e para eventos de chuva no centro-sul do continente. Em contrapartida, o desmatamento reduz a evapotranspiração, altera a reciclagem de água e pode favorecer estações secas mais prolongadas, aproximando o sistema amazônico de condições de maior vulnerabilidade hidrológica. Em Rondônia, estudos mostram que áreas florestadas, especialmente protegidas, podem fornecer parcela substancial da chuva e atenuar efeitos de secas. Conclui-se que a conservação e a restauração da cobertura florestal são fundamentais para a manutenção dos rios voadores, da disponibilidade hídrica e da estabilidade climática regional, embora a resposta da evapotranspiração ao aquecimento e às alterações do uso da terra permaneça complexa e exija monitoramento contínuo.

Palavras-chave: evapotranspiração; precipitação; desmatamento.

1 INTRODUÇÃO

A floresta amazônica participa ativamente do ciclo hidrológico sul-americano ao devolver grandes volumes de água à atmosfera por evapotranspiração. Essa umidade pode ser transportada a longas distâncias pela circulação atmosférica, formando fluxos frequentemente denominados "rios voadores" ou "rios aéreos". Tais conexões entre evaporação e precipitação evidenciam que a cobertura florestal amazônica não influencia apenas o regime de chuvas local, mas também áreas situadas fora da bacia (Baker et al., 2020; Tuinenburg et al., 2020).

Estudos de rastreamento de umidade indicam que aproximadamente 30% da precipitação média na Amazônia provém da evapotranspiração amazônica, enquanto cerca de 16% da precipitação na bacia do Prata está associada à mesma fonte (Dominguez et al., 2021; Yang; Dominguez, 2019). Além disso, a umidade amazônica integra sistemas atmosféricos como a Zona de Convergência do Atlântico Sul e é transportada para o sul por circulações de

DOI: 10.51189/vii-coninters/90438

baixos níveis, influenciando tanto eventos de chuva intensa quanto períodos de seca (Arraut et al., 2012; Ruiz-Vásquez et al., 2020).

Esse funcionamento torna-se especialmente relevante diante do avanço do desmatamento e das mudanças climáticas. A redução da cobertura florestal diminui a evapotranspiração, altera a reciclagem de umidade e pode modificar a circulação e o transporte de vapor d'água. Modelagens e análises recentes apontam riscos de transições hidrológicas e de prolongamento da estação seca em partes da Amazônia (Xu et al., 2022; Nguyen et al., 2025). Nesse contexto, compreender a relação entre floresta, atmosfera e precipitação é essencial para discutir segurança hídrica, agricultura e estabilidade climática regional.

Diante disso, o objetivo geral deste estudo foi analisar o papel dos rios voadores amazônicos na reciclagem e no transporte de umidade, destacando as contribuições da evapotranspiração florestal para a precipitação regional e os principais impactos do desmatamento e das mudanças climáticas sobre esse sistema.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho caracteriza-se como estudo bibliográfico, de abordagem qualitativa e caráter descritivo, elaborado a partir do conjunto de pesquisas científicas reunidas no documento-base sobre rios voadores da Amazônia. Foram considerados estudos publicados entre 2012 e 2025 que abordam evapotranspiração, rastreamento de umidade atmosférica, circulação regional, Zona de Convergência do Atlântico Sul, desmatamento, mudanças climáticas e mitigação de secas por áreas florestadas.

A análise foi organizada em quatro eixos: (i) funcionamento da evapotranspiração e da reciclagem de água na Amazônia; (ii) contribuição da umidade amazônica para a precipitação dentro e fora da bacia; (iii) interação dos fluxos de umidade com sistemas de circulação atmosférica; e (iv) efeitos do desmatamento, do aquecimento e da conservação florestal sobre a estabilidade hidrológica. Os resultados quantitativos mencionados foram mantidos conforme apresentados nos estudos sintetizados no material de referência.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura analisada demonstra que a evapotranspiração é um dos mecanismos centrais de manutenção do ciclo hidrológico amazônico. A floresta recicla parte da chuva recebida e devolve água à atmosfera, que pode precipitar novamente na própria bacia ou ser transportada para outras regiões. Produtos de sensoriamento remoto, observações e modelos climáticos confirmam a importância e a variabilidade espacial e sazonal desse processo (Da Motta Paca et al., 2019; Baker et al., 2020).

Os estudos com traçadores de vapor d'água estimam contribuição de aproximadamente 30% da evapotranspiração amazônica para a precipitação média da própria Amazônia e de cerca de 16% para a bacia do Prata (Dominguez et al., 2021; Yang; Dominguez, 2019). Esses valores reforçam a existência de conexões atmosféricas de longa distância. A umidade transportada também se relaciona à Zona de Convergência do Atlântico Sul, faixa de nebulosidade e precipitação que conecta a Amazônia ao Atlântico Sul e influencia o regime de chuvas em áreas do Sudeste brasileiro (Arraut et al., 2012).

O desmatamento representa uma perturbação direta desse mecanismo. Ao substituir floresta por outras coberturas, reduz-se a capacidade de reciclar e devolver água à atmosfera, com repercussões sobre a umidade disponível e a circulação regional. Ruiz-Vásquez et al. (2020) demonstram efeitos da perda florestal sobre o transporte de vapor em direção à América do Sul tropical, enquanto Xu et al. (2022) discutem a possibilidade de uma transição irreversível no ciclo hidrológico amazônico. Estudos mais recentes também apontam deslocamentos imediatos e tardios nas relações entre fontes e receptores de umidade após o desmatamento (Nguyen et al., 2025).

DOI: 10.51189/vii-coninters/90438

Entretanto, a resposta do sistema não é linear. Em algumas regiões, análises recentes identificaram aumento da evapotranspiração durante a estação seca em um clima mais quente, evidenciando interações complexas entre disponibilidade de energia, água, cobertura vegetal e aquecimento (Laipelt et al., 2025). Esse resultado não elimina a vulnerabilidade associada ao desmatamento; ao contrário, reforça a necessidade de avaliar conjuntamente tendências climáticas, mudanças de uso da terra e capacidade fisiológica das florestas remanescentes.

As evidências de Rondônia ilustram o papel protetor da cobertura florestal. Mu, Biggs e De Sales (2021) indicam que florestas, especialmente áreas protegidas, podem fornecer parcela expressiva da precipitação e mitigar condições de seca em uma região agrícola da Amazônia. Em conjunto, os resultados sustentam que a manutenção da floresta em pé contribui para a continuidade da reciclagem de umidade e para a redução de riscos associados à escassez hídrica, ainda que os efeitos variem espacial e sazonalmente.

4 CONCLUSÃO

Os rios voadores expressam a conexão entre floresta, atmosfera e precipitação na América do Sul. A evapotranspiração amazônica recicla água dentro da própria bacia e exporta umidade para outras regiões, contribuindo para sistemas atmosféricos e regimes de chuva de importância ambiental, social e econômica. As pesquisas analisadas mostram que o desmatamento pode reduzir essa reciclagem, alterar o transporte de vapor e intensificar a vulnerabilidade a secas e a mudanças no ciclo hidrológico.

A conservação de florestas remanescentes e a restauração de áreas degradadas constituem estratégias relevantes para sustentar esses fluxos de umidade e a estabilidade climática regional. Como limitação, este estudo baseia-se em síntese bibliográfica e não realiza modelagem atmosférica ou análise de dados primários. Pesquisas futuras podem integrar séries temporais de uso da terra, evapotranspiração e precipitação para avaliar, em escalas regionais, como diferentes cenários de desmatamento e aquecimento modificam as conexões de umidade amazônicas.

REFERÊNCIAS

ARRAUT, J. M.; NOBRE, C.; BARBOSA, H.; OBREGÓN, G.; MARENGO, J. Aerial Rivers and Lakes: Looking at Large-Scale Moisture Transport and Its Relation to Amazonia and to Subtropical Rainfall in South America. Journal of Climate, v. 25, p. 543-556, 2012.

BAKER, J. et al. Evapotranspiration in the Amazon: spatial patterns, seasonality, and recent trends in observations, reanalysis, and climate models. Hydrology and Earth System Sciences, v. 25, p. 2279-2300, 2020.

DA MOTTA PACA, V. H. et al. The spatial variability of actual evapotranspiration across the Amazon River Basin based on remote sensing products validated with flux towers. Ecological Processes, v. 8, p. 1-20, 2019.

DOMINGUEZ, F. et al. Amazonian Moisture Recycling Revisited Using WRF With Water Vapor Tracers. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, v. 127, 2021.

LAIPELT, L. et al. Increased Amazon evapotranspiration since 1990 in a warming climate. Environmental Research Letters, v. 20, 2025.

MU, Y.; BIGGS, T.; DE SALES, F. Forests Mitigate Drought in an Agricultural Region of the Brazilian Amazon: Atmospheric Moisture Tracking to Identify Critical Source Areas. Geophysical Research Letters, v. 48, 2021.

NGUYEN, K.; HAUSER, L. T.; TUINENBURG, O.; DAMM, A.; SANTOS, M. J. Deforestation-induced immediate and delayed shifts in moisture recycling: source and sink dynamics across the Amazon. Environmental Research Letters, v. 20, 2025.

RUIZ-VÁSQUEZ, M.; ARIAS, P.; MARTÍNEZ, J. A.; ESPINOZA, J. Effects of Amazon basin deforestation on regional atmospheric circulation and water vapor transport towards tropical South America. Climate Dynamics, v. 54, p. 4169-4189, 2020.

TUINENBURG, O.; THEEUWEN, J.; STAAL, A. High-resolution global atmospheric moisture connections from evaporation to precipitation. Earth System Science Data, 2020.
XU, X. et al. Deforestation triggering irreversible transition in Amazon hydrological cycle. Environmental Research Letters, v. 17, 2022.

YANG, Z.; DOMINGUEZ, F. Investigating Land Surface Effects on the Moisture Transport over South America with a Moisture Tagging Model. Journal of Climate, 2019.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90438

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

UFF SMART: DIAGNÓSTICO E PROPOSIÇÃO DE AUTOMAÇÃO IOT PARA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM CAMPUS UNIVERSITÁRIO

LUCAS LAZZARINI SUTTER; DANILO RIBEIRO NOGAROLE; GABRIEL PIERRE VELASCO MARQUES BORGES; TEO LINCOLN DOS REIS ALMEIDA; FELLIPE GABRIEL DE OLIVEIRA FARIAS CRELIER; SILVIO SÉRGIO SILVEIRA DE SIQUEIRA; FERNANDA SANTANA DE PAULO

Introdução: O consumo desnecessário de energia em instituições de ensino superior pode estar associado à permanência de computadores, sistemas de climatização e iluminação em funcionamento durante períodos de baixa ou nenhuma ocupação. Além do impacto financeiro, esse comportamento amplia o consumo de recursos e as emissões indiretas associadas à geração de eletricidade. Nesse contexto, tecnologias de Internet das Coisas (IoT) apresentam potencial para apoiar a gestão energética por meio de soluções automatizadas de monitoramento e controle. **Objetivo:** Desenvolver uma proposta técnica de automação de baixo custo para redução de desperdícios energéticos no campus Petrópolis da Universidade Federal Fluminense, integrando princípios de eficiência energética, IoT e gestão de ativos aplicados à Engenharia de Produção. **Metodologia:** O estudo foi desenvolvido a partir da identificação das principais fontes passíveis de consumo energético desnecessário no ambiente universitário e da análise de alternativas tecnológicas aplicáveis ao seu controle. Foram considerados três grupos de ativos: computadores, aparelhos de arcondicionado e sistemas de iluminação. Para cada grupo, foram avaliadas possibilidades de automação quanto à função desempenhada, forma de acionamento e integração ao gerenciamento do campus. A partir dessa análise, foi elaborada uma arquitetura conceitual do UFF Smart, estruturada em dispositivos conectados e gerenciamento centralizado. **Resultados:** O diagnóstico permitiu identificar três oportunidades prioritárias de intervenção: controle do fornecimento de energia dos computadores fora dos períodos de utilização, desligamento programado dos aparelhos de climatização e acionamento da iluminação condicionado à ocupação dos ambientes. A análise técnica resultou na proposição de uma arquitetura composta, respectivamente, por relés Wi-Fi, emissores infravermelhos e sensores de presença, integrados a uma interface central de gerenciamento. O modelo elaborado permite concentrar diferentes estratégias de controle energético em uma única estrutura e estabelece parâmetros técnicos para uma futura etapa de implantação e avaliação quantitativa do consumo. **Conclusão:** O estudo permitiu estruturar uma solução de automação direcionada aos principais pontos identificados como passíveis de intervenção no campus. A arquitetura proposta constitui uma etapa preliminar para implantação do UFF Smart e fornece base para estudos posteriores de redução do consumo, viabilidade econômica e desempenho operacional, aproximando conceitos de Engenharia de Produção, transformação digital e sustentabilidade.

Palavras-chave: **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA; INTERNET DAS COISAS; AUTOMAÇÃO PREDIAL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90439

INFLUÊNCIA DA PROPORÇÃO DE CARVÃO ATIVADO NA REMOÇÃO DE COMPOSTOS NITROGENADOS EM *WETLANDS* CONSTRUÍDOS COM *TYPHA DOMINGENSIS*

TERCIANA NAYALA FEITOSA DE CARVALHO; HELDER PONTES GOMES

RESUMO

Os *Wetlands* construídos constituem uma alternativa sustentável para o tratamento descentralizado de águas residuárias, combinando mecanismos físicos, químicos e biológicos na remoção de contaminantes. A incorporação de materiais adsorventes ao meio filtrante pode contribuir para intensificar o tratamento, especialmente em relação aos nutrientes presentes nos efluentes. Este estudo avaliou a influência de diferentes proporções de carvão ativado na remoção de compostos nitrogenados em wetlands construídos de escoamento vertical cultivados com *Typha domingensis*. Foram analisados quatro protótipos: P1, controle sem carvão ativado; P2, com 10%; P3, com 20%; e P4, com 30% de carvão ativado incorporado à camada filtrante. Para este recorte foram considerados exclusivamente os resultados de seis campanhas realizadas durante a fase de operação contínua sob condições controladas. Avaliaram-se as eficiências de remoção de nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato, recalculadas a partir das concentrações do afluente e dos efluentes tratados. Os dados foram submetidos à análise de variância unifatorial e ao teste de Tukey, adotando-se 5% de significância. O P4 apresentou as maiores eficiências médias para nitrogênio amoniacal (63,30%), nitrito (65,09%) e nitrato (65,59%). A análise estatística indicou diferenças significativas entre os tratamentos para os três parâmetros. O teste de Tukey demonstrou desempenho significativamente superior de P4 em relação ao controle para nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato, enquanto P3 também diferiu do controle para nitrito e nitrato. Os resultados indicam que as proporções de 20% e 30% apresentaram respostas mais consistentes, evidenciando o potencial da incorporação de carvão ativado para intensificar a remoção de compostos nitrogenados em wetlands construídos destinados ao tratamento sustentável de efluentes domésticos.

Palavras-chave: Adsorção; Saneamento descentralizado; Tratamento de efluentes.

1 INTRODUÇÃO

O tratamento adequado de águas residuárias permanece como um desafio central para a proteção dos recursos hídricos e para a ampliação do saneamento ambiental. Entre os constituintes de interesse presentes nos efluentes domésticos, as diferentes formas de nitrogênio merecem atenção pelos impactos associados ao seu lançamento e pela complexidade dos processos necessários à sua transformação e remoção. Em *Wetlands* construídos, a remoção de nitrogênio envolve diferentes mecanismos, incluindo transformações microbiológicas e assimilação pela biomassa (Kadlec; Wallace, 2009). Nesse cenário, soluções descentralizadas, de menor complexidade operacional e capazes de integrar processos naturais vêm sendo investigadas como alternativas complementares aos sistemas convencionais.

Os *Wetlands* construídos são sistemas projetados para reproduzir, de forma controlada, processos que ocorrem em áreas alagadas naturais, utilizando a interação entre meio suporte, vegetação e comunidades microbianas para promover a remoção de contaminantes. Essa tecnologia apresenta características favoráveis ao tratamento descentralizado, como baixo

DOI: 10.51189/vii-coninters/90440

consumo energético, simplicidade operacional e possibilidade de integração paisagística. O desempenho, entretanto, depende da configuração hidráulica, das características do substrato, da vegetação empregada, do tempo de contato e das condições ambientais estabelecidas no leito (Kadlec; Wallace, 2009).

Nos *Wetlands* de escoamento vertical, a dinâmica de alimentação e drenagem favorece a entrada de oxigênio no meio poroso, criando condições importantes para as transformações do nitrogênio. A remoção não ocorre por um único mecanismo, podendo envolver assimilação vegetal, retenção no substrato, nitrificação, desnitrificação e outros processos mediados por microrganismos. Ilyas e Masih (2017), ao revisarem estratégias de intensificação em *Wetlands* construídos, demonstraram que recirculação, regime de alimentação e aeração podem modificar o desempenho da remoção de nitrogênio.

A vegetação também exerce função relevante. Macrófitas contribuem para a estruturação do leito, fornecem superfície para crescimento microbiano e podem modificar as condições da rizosfera. Brix (1994) destaca, entre suas funções, a estabilização do leito, a oferta de superfície para crescimento microbiano aderido e a transferência de oxigênio para a região radicular. Neste estudo, *Typha domingensis* foi utilizada como componente vegetal comum aos quatro tratamentos, permitindo que a comparação se concentrasse na modificação do meio filtrante.

A incorporação de carvão ativado representa uma estratégia de intensificação por adicionar ao leito um material poroso, com elevada área superficial e capacidade de adsorção. Karungamye (2024) destaca que o carvão ativado pode ser incorporado aos *Wetlands* construídos por mistura com outros substratos ou em camadas específicas, combinando os processos naturais do sistema com propriedades adsortivas e apresentando potencial para remoção de nutrientes e outros contaminantes. A revisão também ressalta que o desempenho depende de fatores como características do poluente, condições hidráulicas, vegetação e propriedades do próprio material.

Apesar do potencial do carvão ativado, a simples presença do adsorvente não implica que qualquer proporção produza o mesmo efeito. Avaliar diferentes teores incorporados ao substrato é necessário para verificar se o ganho de desempenho ocorre de maneira consistente e para identificar configurações que justifiquem estudos posteriores de otimização técnica e econômica. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência de diferentes proporções de carvão ativado na eficiência de remoção de nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato em *Wetlands* construídos de escoamento vertical cultivados com *Typha domingensis*, durante a fase de operação contínua sob condições controladas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa apresenta abordagem quantitativa e delineamento experimental em escala prototípica. O sistema foi implantado em área experimental do Instituto Federal do Piauí, Campus Teresina Zona Sul, em Teresina-PI, para tratamento de efluente doméstico secundário proveniente do refeitório institucional. Foram construídos quatro *Wetlands* de escoamento vertical, identificados como P1, P2, P3 e P4, com estrutura hidráulica equivalente e cultivados com *Typha domingensis*.

A variável experimental foi a proporção de carvão ativado comercial incorporada à camada filtrante constituída por areia grossa. O protótipo P1 funcionou como controle, com 0% de carvão ativado e 100% de areia grossa; P2 recebeu 10% de carvão ativado e 90% de areia; P3, 20% de carvão ativado e 80% de areia; e P4, 30% de carvão ativado e 70% de areia. As camadas de brita empregadas na composição e drenagem foram mantidas nos quatro sistemas, de forma que a principal diferença entre os tratamentos correspondesse ao teor do adsorvente no meio filtrante.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90440

O experimento completo foi conduzido em diferentes fases operacionais. Para o presente recorte foram considerados exclusivamente os dados da fase de operação contínua sob condições controladas, correspondente aos Laudos 2 a 7. Essa etapa ocorreu ao longo de oito semanas e compreendeu seis campanhas de monitoramento. A seleção desse intervalo buscou reduzir a interferência de alterações hidráulicas intencionais realizadas em etapas posteriores e concentrar a análise na comparação entre as proporções de carvão ativado sob um mesmo regime experimental.

Em cada campanha foram consideradas as concentrações do afluente e dos efluentes dos quatro protótipos para nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato. As análises laboratoriais foram realizadas por laboratório parceiro, seguindo procedimentos compatíveis com o Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (American Public Health Association - APHA, 2017). As eficiências foram recalculadas diretamente a partir das concentrações medidas, utilizando a expressão $E = [(Caf - Cef)/Caf] \times 100$, em que E é a eficiência de remoção, Caf é a concentração afluente e Cef é a concentração no efluente de cada protótipo.

Para cada espécie nitrogenada foram calculadas média e desvio-padrão das seis campanhas em cada tratamento. As diferenças entre os protótipos foram avaliadas por análise de variância unifatorial (ANOVA), com nível de significância de 5%. Quando identificada diferença significativa, aplicou-se o teste de Tukey para comparações múltiplas entre as médias, adotando-se $p < 0,05$ como critério de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a fase selecionada, o afluente apresentou ampla variação das formas nitrogenadas: o nitrogênio amoniacal variou de 126,80 a 270,80 mg/L, o nitrato de 53,20 a 135,70 mg/L e o nitrito de 102,40 a 218,40 mg/L. Essa oscilação evidencia que os protótipos foram submetidos a diferentes cargas ao longo das campanhas, condição relevante para interpretar a variabilidade das eficiências. A Tabela 1 apresenta as médias e os desvios-padrão recalculados a partir das concentrações experimentais.

Tabela 1 – Eficiência média de remoção dos compostos nitrogenados durante a fase de operação contínua sob condições controladas.

Parâmetro	**P1 – 0%**	**P2 – 10%**	**P3 – 20%**	**P4 – 30%**
Nitrogênio amoniacal	39,10 ± 14,87	34,06 ± 9,77	48,95 ± 6,26	63,30 ± 7,29
Nitrito	12,94 ± 28,82	29,10 ± 25,87	62,93 ± 32,86	65,09 ± 25,62
Nitrato	3,66 ± 33,66	42,24 ± 22,65	56,67 ± 25,52	65,59 ± 25,79

Fonte: Elaborado pelos autores a partir dos dados experimentais da pesquisa (2025).

Para o nitrogênio amoniacal, P4 apresentou a maior eficiência média, com 63,30%, seguido de P3, com 48,95%. O controle alcançou 39,10%, enquanto P2 apresentou 34,06%. A ANOVA identificou diferenças significativas entre os tratamentos ($F = 9,743$; $p < 0,001$). Pelo teste de Tukey, P4 diferiu de P1 ($p = 0,0026$) e de P2 ($p = 0,0004$), enquanto as comparações P3-P4 e P1-P3 não foram significativas. O resultado mostra que a condição com 30% de carvão ativado apresentou o efeito mais consistente para essa forma nitrogenada, mas também evidencia que a resposta não foi linear, uma vez que P2 não superou o controle em termos de média.

Para o nitrito, as diferenças entre os sistemas contendo maiores proporções de carvão e o controle foram mais marcantes. P1 apresentou eficiência média de 12,94%, enquanto P3 e P4 alcançaram 62,93% e 65,09%, respectivamente. A ANOVA foi significativa ($F = 4,896$; $p = 0,010$), e o Tukey indicou diferenças entre P1 e P3 ($p = 0,0300$) e entre P1 e P4 ($p = 0,0227$). Não houve diferença entre P3 e P4. Os elevados desvios-padrão refletem oscilações temporais importantes e, em algumas campanhas, ocorrência de concentrações de saída superiores às de

entrada, sobretudo no controle, comportamento compatível com a dinâmica de transformação das espécies nitrogenadas no interior do leito.

No caso do nitrato, o gradiente entre os tratamentos foi igualmente expressivo. A eficiência média foi de apenas 3,66% em P1, aumentando para 42,24% em P2, 56,67% em P3 e 65,59% em P4. A ANOVA confirmou diferença significativa ($F = 6,052$; $p = 0,004$). As comparações múltiplas mostraram diferenças entre P1 e P3 ($p = 0,0147$) e entre P1 e P4 ($p = 0,0041$), sem diferença significativa entre P3 e P4. A baixa média e a elevada variabilidade do controle resultaram, principalmente, de campanhas em que a concentração de nitrato no efluente de P1 superou a concentração afluente, indicando que o sistema atuou também como ambiente de transformação das formas de nitrogênio, e não apenas como unidade de retenção.

O comportamento conjunto dos três parâmetros revela que P3 e P4 apresentaram as respostas mais consistentes durante a fase controlada. P4 obteve a maior média em todos os compostos avaliados, mas a ausência de diferença estatística entre P3 e P4 indica que não é possível afirmar, com base nesses dados, que 30% seja estatisticamente superior a 20% para os parâmetros estudados. Esse aspecto é relevante porque desloca a interpretação de uma relação simplesmente crescente entre teor de carvão e eficiência para uma análise de faixas de desempenho, na qual 20% e 30% se destacam em relação ao controle.

A literatura aponta que o desempenho de *Wetlands* na remoção de nitrogênio depende da integração entre condições hidráulicas, disponibilidade de oxigênio, substrato, vegetação e atividade microbiana. Kadlec e Wallace (2009) descrevem a remoção de nitrogênio como resultado de diferentes processos, entre eles transformações microbiológicas e assimilação. Ilyas e Masih (2017) mostram que a disponibilidade de oxigênio e as condições operacionais são determinantes para nitrificação e desnitrificação em sistemas intensificados. Karungamye (2024), por sua vez, evidencia que a incorporação de carvão ativado adiciona capacidade adsortiva ao meio e pode alterar o desempenho do sistema. Dessa forma, as diferenças observadas neste estudo não devem ser atribuídas exclusivamente à adsorção direta pelo carvão ativado, mas à atuação integrada de processos físico-químicos e biológicos.

A presença de *Typha domingensis* em todos os tratamentos também deve ser considerada na interpretação. As macrófitas podem modificar a rizosfera, contribuir com superfícies para colonização microbiana e participar da assimilação de nutrientes. Segundo Brix (1994), as funções das plantas em *Wetlands* incluem efeitos físicos e biológicos que repercutem na eficiência do tratamento. Como a vegetação foi mantida nos quatro protótipos, o delineamento adotado permitiu comparar o efeito da composição do meio filtrante sem eliminar a contribuição vegetal comum ao sistema.

A incorporação de carvão ativado pode ter contribuído principalmente pela elevada área superficial e pela capacidade de adsorção, sem excluir a participação dos processos biológicos próprios do wetland. Em condições experimentais distintas das deste estudo, Shrestha, Inoue e Ike (2021) observaram, em *Wetlands* verticais de escala laboratorial tratando lixiviado sintético, elevada remoção de nitrogênio amoniacal nos sistemas contendo carvão ativado e atribuíram papel relevante à capacidade adsortiva do material. Karungamye (2024) reúne resultados semelhantes em diferentes configurações e ressalta que o desempenho depende da composição do leito, do efluente, da vegetação e das condições hidráulicas. Esses estudos dão suporte ao uso do carvão ativado como componente de intensificação, mas não autorizam atribuir a eficiência observada neste trabalho a um único mecanismo. Além disso, a ausência de diferença significativa entre P3 e P4 indica que o incremento de 20% para 30% não produziu ganho estatisticamente comprovado nas condições avaliadas.

Do ponto de vista aplicado, esse resultado abre uma perspectiva importante para pesquisas posteriores: P3 utilizou menor proporção de carvão ativado e apresentou desempenho estatisticamente semelhante ao de P4 para os três compostos. Contudo, o presente estudo não realizou análise econômica nem avaliação da saturação do adsorvente em longo prazo; portanto,

DOI: 10.51189/vii-coninters/90440

não é possível concluir que 20% represente a configuração ótima. Essa cautela é consistente com Karungamye (2024), que aponta a necessidade de estudos de otimização da quantidade de carvão, características das partículas, condições operacionais e desempenho em longo prazo. Assim, estudos com maior número de campanhas, avaliação da vida útil do carvão e análise de custos são necessários para verificar se a redução do teor de adsorvente pode manter o desempenho sem comprometer a estabilidade operacional.

4 CONCLUSÃO

A proporção de carvão ativado incorporada ao meio filtrante influenciou significativamente a remoção de nitrogênio amoniacal, nitrito e nitrato nos *Wetlands* construídos de escoamento vertical cultivados com *Typha domingensis* durante a fase de operação contínua sob condições controladas.

O protótipo P4, com 30% de carvão ativado, apresentou as maiores eficiências médias para os três parâmetros, alcançando 63,30% para nitrogênio amoniacal, 65,09% para nitrito e 65,59% para nitrato. O P3, com 20%, também apresentou desempenho consistente e foi significativamente superior ao controle para nitrito e nitrato.

A ausência de diferença estatística entre P3 e P4 demonstra que os resultados não sustentam uma relação linear simples entre aumento do teor de carvão e aumento da eficiência. Assim, as proporções de 20% e 30% constituíram as configurações de melhor desempenho no recorte analisado, com destaque para P4 pelas maiores médias globais.

Como limitações, o estudo foi conduzido em escala prototípica, com seis campanhas na fase selecionada e sem avaliação econômica ou acompanhamento da saturação do carvão ativado em longo prazo. Recomenda-se que pesquisas futuras ampliem o período de monitoramento e investiguem a relação entre proporção de adsorvente, vida útil, custo e estabilidade hidráulica, de modo a identificar uma configuração tecnicamente e economicamente otimizada.

REFERÊNCIAS

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. ***Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater***. 23. ed. Washington, DC: APHA, 2017.

BRIX, H. **Functions of macrophytes in constructed wetlands**. *Water Science and Technology*, v. 29, n. 4, p. 71-78, 1994.

ILYAS, H.; MASIH, I. **The performance of the intensified constructed wetlands for organic matter and nitrogen removal**: a review. *Journal of Environmental Management*, v. 198, p. 372-383, 2017.

KADLEC, R. H.; WALLACE, S. D. ***Treatment Wetlands***. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2009.

KARUNGAMYE, P**. The incorporation of activated carbon as a substrate in a constructed wetland**: a review. *Cleaner Water*, v. 2, 100053, 2024. DOI: 10.1016/j.clwat.2024.100053.

SHRESTHA, R. G.; INOUE, D.; IKE, M. **Effects of selection and compiling strategy of substrates in column-type vertical-flow constructed wetlands on the treatment of synthetic landfill leachate containing bisphenol A**. Water Science and Technology, v. 84, n. 6, p. 1428-1437, 2021. DOI: 10.2166/wst.2021.349.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E EMERGÊNCIAS CLIMÁTICAS: PRÁTICAS DE COMPOSTAGEM E REAPROVEITAMENTO DE RESÍDUOS ORGÂNICOS NA ESCOLA

SANDRA CRISTINA SANTIAGO FREITAS, PATRÍCIA DA SILVA HOLANDA, NORMA DE FÁTIMA ANDRADE, ELIETE FARIAS DOS SANTOS

RESUMO

A gestão inadequada de resíduos orgânicos constitui um desafio socioambiental relacionado à geração de impactos ambientais e às emergências climáticas. Nesse contexto, a compostagem apresenta-se como uma alternativa para o tratamento e aproveitamento da matéria orgânica, possibilitando sua reinserção no ciclo produtivo e contribuindo para a redução do volume de resíduos encaminhados aos aterros sanitários. Este trabalho tem como objetivo analisar as contribuições de uma ação de Educação Ambiental desenvolvida na Escola Estadual Instituto Bom Pastor, localizada no município de Ananindeua, Pará, mediante a realização de uma oficina de compostagem, construção demonstrativa de uma composteira em baldes e utilização de material didático, visando sensibilizar os estudantes quanto à segregação na fonte e ao aproveitamento dos resíduos orgânicos. Caracteriza-se como um relato de experiência, de abordagem qualitativa e de caráter descritivo, desenvolvido com estudantes da Educação Básica. A metodologia participativa articulou momentos teóricos e práticos, contemplando roda de conversa, discussão sobre resíduos sólidos, coleta seletiva, compostagem e sua relação com as mudanças climáticas, além da demonstração da montagem e do funcionamento de uma composteira. Os resultados evidenciaram sensibilização e aprendizagem significativa dos estudantes, expressas na compreensão do fluxo da coleta seletiva, da importância da segregação dos resíduos e das possibilidades de aproveitamento da matéria orgânica por meio da compostagem. A experiência também favoreceu diálogos sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, gestão escolar dos resíduos sólidos e enfrentamento das questões climáticas. Conclui-se que a compostagem, quando integrada a práticas participativas de Educação Ambiental, constitui uma estratégia pedagógica e socioambiental relevante para articular conhecimentos científicos, práticas sustentáveis e protagonismo estudantil no ambiente escolar.

Palavras-chave: Educação Ambiental; Gestão dos resíduos escolares; Emergências Climáticas.

1 INTRODUÇÃO

A compostagem é uma alternativa sustentável para o tratamento e o aproveitamento dos resíduos orgânicos, transformando restos de alimentos em um composto rico em nutrientes, que pode ser utilizado em jardins, hortas e áreas verdes. No ambiente escolar, essa prática possibilita o manejo dos resíduos gerados principalmente nas atividades de preparo e consumo de alimentos, reduzindo a quantidade de materiais encaminhados à coleta convencional e aos aterros sanitários. Dessa forma, pode contribuir para a redução dos custos associados ao transporte, à disposição final, ao aumento da vida útil dos aterros e ao retorno da matéria orgânica ao ciclo produtivo. Além disso, encontra-se alinhada às diretrizes da Política Nacional

DOI: 10.51189/vii-coninters/90443

de Resíduos Sólidos (PNRS), que prioriza a redução, a reutilização, a reciclagem e o tratamento dos resíduos antes de sua disposição final ambientalmente adequada.

A compostagem comunitária combina tratamento descentralizado dos resíduos orgânicos, baseado na participação social e ações de informação sensibilização ambiental, podendo fortalecer modelos locais de economia circular (DE BONI *et al*., 2022). A participação da população e a segregação dos resíduos na fonte são condições essenciais para a eficiência

dos sistemas de compostagem, que podem ser influenciadas por fatores educacionais, sociais, econômicos e estruturais (PEREIRA; FIORE, 2022).

A adoção de práticas de compostagem também está relacionada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidos pela Organização das Nações Unidas. Destaca-se o ODS 11 — Cidades e Comunidades Sustentáveis, especialmente a meta 11.6, que prevê, até 2030, a redução do impacto ambiental negativo per capita das cidades, com atenção à qualidade do ar e à gestão dos resíduos municipais. A iniciativa também se relaciona ao ODS 12 — Consumo e Produção Responsáveis, ao incentivar a segregação na origem e o aproveitamento da matéria orgânica, e ao ODS 13 — Ação Contra a Mudança Global do Clima.

As mudanças climáticas podem provocar fenômenos que afetam a qualidade de vida e a saúde da população, além de gerar impactos econômicos, sociais e ambientais. A disposição de resíduos orgânicos em aterros sanitários favorece sua decomposição em condições anaeróbias e a consequente geração de metano, gás de efeito estufa que contribui para o aquecimento global. Nesse contexto, a compostagem integra as medidas de mitigação ao possibilitar o desvio da matéria orgânica dos aterros sanitários e seu retorno ao ciclo produtivo na forma de composto. Estudos indicam que o encaminhamento de resíduos alimentares para sistemas de compostagem pode reduzir as emissões de gases de efeito estufa em comparação com sua disposição em aterros, embora os resultados dependam das condições operacionais adotadas (PÉREZ; VERGARA; SILVER, 2023).

No ambiente escolar, a compostagem pode articular a gestão dos resíduos orgânicos com práticas participativas de educação ambiental. Por meio de oficinas, de construção de composteiras e do acompanhamento da transformação dos resíduos, os estudantes podem desenvolver aprendizagens conceituais e relacionar o conhecimento científico às vivências cotidianas (VILHENA; LUZ, 2023). Essas atividades também possibilitam o aproveitamento dos resíduos gerados na própria instituição e a utilização do composto em jardins e hortas escolares, evidenciando o retorno da matéria orgânica ao ciclo produtivo (WALGENBACH; GRACIANO; DIAS, 2025). Neste contexto, ao compreender o processo de compostagem e seus benefícios, pondo em prática esses conhecimentos, os alunos são sensibilizados e podem desenvolver conhecimentos e habilidades que fortalecem seu protagonismo, sua capacidade crítica, reflexiva e de enfrentamento de causas geradoras das mudanças climáticas.

Por meio da Educação Ambiental, os estudantes desenvolvem o pensamento crítico e a consciência socioambiental, ampliando sua capacidade de tomar decisões responsáveis relacionadas à conservação dos recursos naturais e à sustentabilidade. Ao integrar diferentes áreas do conhecimento e articular os conteúdos científicos às questões vivenciadas no cotidiano, a escola proporciona experiências de aprendizagem contextualizadas e participativas, promovendo a compreensão dos problemas socioambientais e a construção de sociedades sustentáveis e equitativas. No contexto escolar, a utilização de atividades teóricas e práticas facilita o processo de ensino e aprendizagem. Santos e Jacobi (2017) destacam que as metodologias participativas favorecem o diálogo, a responsabilidade e a integração entre diferentes saberes. A realização de oficinas e a construção de composteiras no ambiente escolar favorecem a participação da comunidade e demonstram, de maneira prática, alternativas para o manejo dos resíduos orgânicos produzidos pela própria instituição (SOUZA et al., 2025). Dessa forma, as oficinas de compostagem constituem espaços de integração entre teoria e prática, nos

quais os participantes podem discutir problemas ambientais e experimentar soluções aplicáveis à realidade escolar (OLIVEIRA; AMARAL, 2024).

Apesar desses benefícios, a segregação e o aproveitamento dos resíduos orgânicos dependem da ampliação do conhecimento e da participação dos diferentes atores da comunidade escolar. Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar as contribuições de uma ação de Educação Ambiental desenvolvida na Escola Bom Pastor, localizada em Ananindeua, Pará, por meio da realização de uma oficina, da construção demonstrativa de uma composteira em baldes e da utilização de material didático, visando sensibilizar os estudantes quanto à segregação na fonte e ao aproveitamento dos resíduos orgânicos.

2 RELATO DE EXPERIÊNCIA

O presente estudo caracteriza-se como um relato de experiência, de abordagem qualitativa e de caráter descritivo, referente a uma ação de educação ambiental realizada na Escola Estadual Instituto Bom Pastor, no município de Ananindeua, Pará. Participaram do Projeto estudantes do nono ano do ensino fundamental e do 1º e do 2º ano do ensino médio. As ações de Educação Ambiental no contexto da COP-30/Belém-Pará-Amazônia iniciaram-se em novembro de 2024, com oficinas de plantio, diálogos sobre ancestralidade e mudanças climáticas, vídeo-debate, práticas de coleta seletiva e reutilização no segundo semestre de 2024.

Figura 1- Cartaz do ECOencontro (a) e Oficina de Compostagem no IBP(b).

(a)

(b)

Fonte: Elaboradora pelas autoras (2026).

O ECOencontro no IBP, foi um evento de culminância, realizada no dia 03 de outubro de 2025, tendo a duração total de quatro horas, com Oficina de compostagem, mostra de produtos das oficinas realizadas na Escola, performance teatral e diálogos sobre “Lixo Zero, Mudanças Climáticas e Saúde Integral” e lançamento de publicações do GEAMAZ/ Grupo de Pesquisa em Educação Ambiental da Amazônia, com diálogo de valorização da escrita de mulheres. Adotou-se uma metodologia participativa, fundamentada na valorização dos conhecimentos prévios e das experiências cotidianas dos estudantes. Durante a oficina, os participantes foram incentivados a apresentar suas percepções, tirar dúvidas e relacionar os conteúdos trabalhados às práticas de geração, separação e destinação dos resíduos em suas residências e no ambiente escolar. A organização metodológica foi dividida em etapas teóricas e práticas, conforme sintetizado na Figura 2.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90443

Figura 2 – Esquema metodológico da pesquisa.

Fonte: Elaborada pelas autoras com auxílio do ChatGPT (OpenAI, 2026).

Na primeira etapa do evento de culminância, realizamos uma roda de conversa, iniciada com a apresentação dos facilitadores, dos colaboradores e dos objetivos da atividade. Em seguida, foram abordados os conceitos de resíduos sólidos, resíduos recicláveis secos, resíduos orgânicos e rejeitos, bem como a classificação dos resíduos quanto à origem, conforme as definições estabelecidas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305/2010. Na sequência, foram apresentadas informações sobre a geração de resíduos sólidos por habitante, os impactos ambientais e sanitários relacionados ao descarte inadequado e a importância da coleta seletiva. Também foram fornecidas orientações sobre a separação de papel, plástico, metal, vidro, resíduos orgânicos e rejeitos.

Posteriormente, foram trabalhados o conceito e os benefícios da compostagem, sua relação com a redução da quantidade de resíduos encaminhados aos aterros sanitários e as principais modalidades de tratamento da matéria orgânica. Foram apresentados o Método Lages de Compostagem, o vaso compostor, a compostagem em cilindros e caixas, os biodigestores e o ciclo de transformação dos resíduos orgânicos em composto. A etapa prática consistiu na demonstração da montagem de uma composteira confeccionada com baldes. Durante a atividade, foram apresentados os materiais necessários, a preparação dos recipientes, a disposição das camadas e a relação entre resíduos úmidos, ricos em nitrogênio, e materiais secos, ricos em carbono. Os estudantes também receberam orientações sobre os resíduos que podem ser adicionados, os materiais que devem ser evitados e os cuidados necessários para o controle da umidade, da aeração, dos odores e da presença de vetores. Ao final, foram explicadas as possibilidades de uso do composto produzido em jardins, vasos e hortas.

Como recurso didático, utilizamos a cartilha “Compostar faz parte do presente” (Figura 3), material educativo organizado por Holanda *et al.* (2025). A cartilha foi empregada para apresentar, de maneira acessível e dinâmica, os conceitos de resíduos sólidos e orgânicos, os benefícios da compostagem, a relação carbono/nitrogênio, as formas de montagem de composteiras e a utilização dos produtos obtidos. A linguagem e os recursos visuais do material buscaram favorecer a compreensão dos estudantes, a abordagem interdisciplinar do tema e a disseminação das práticas de compostagem na comunidade escolar e no seu entorno.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90443

Figura 3 – Material didático

Fonte: Elaborada pelas autoras (2026).

3 DISCUSSÃO

As práticas aqui relatadas no Pará convergiram em um solo político com movimentos férteis para a formação do "cidadão ecológico": 1. Contexto de preparação da Conferência Mundial do Clima (COP 30) / Belém-Pará-Brasil; 2. Criação no Pará da disciplina "Educação Ambiental para o Meio Ambiente, Sustentabilidade e clima" (Lei nº 9.981/2023), a ser implementada na rede de ensino, com a gestão da Secretaria de Estado de Educação do Pará (SEDUC), em 2024; 3. Em âmbito federal, foi instituída no Brasil a Lei nº 14.926/2024 que incluiu a obrigatoriedade de trabalhar mudanças climáticas e biodiversidade em Educação Ambiental, fortalecendo as iniciativas do Pará; 4. Esse movimento fortaleceu e contribuiu para a atualização da Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999) e da Base Nacional Comum Curricular (BNCC/2018). Assim, nesse contexto fértil, o ECOencontro IBP, realizado em 03.10.2025, conseguiu agregar resultados potentes, como: sensibilização e aprendizagem significativa de estudantes; entendimento sobre o fluxo virtuoso da Coleta Seletiva; prática de compostagem; diálogos sobre ODS e gestão escolar dos resíduos sólidos; intercâmbios entre instituições; entendimento sobre a importância da gestão adequada dos resíduos sólidos na escola como prática efetiva no combate às questões climáticas.

A proposta da oficina de correlacionar com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável contribuiu para que o conhecimento repassado pudesse tornar o trabalho mais sólido e elucidar ações que visem a sustentabilidade, considerando os conceitos de uma educação ambiental crítica, participativa e transformadora que desperte nos discentes o pensar global e viabilize práticas locais. As ações extracurriculares desenvolvidas no ambiente escolar oportunizam aos alunos o desenvolvimento de habilidades, liderança, trabalho em equipe, proposição de resolução de problemas socioambientais, bem como a inclusão da comunidade no entorno, com a finalidade de sensibilizar um maior número de sujeitos para que se tornem cidadãos globais conscientes e responsáveis pela transformação da realidade local.

Durante as atividades desenvolvidas, conferiu-se maior ênfase à temática dos resíduos sólidos e aos principais instrumentos legais relacionados ao seu gerenciamento, especialmente a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, e a Resolução CONAMA nº 275/2001, que estabelece o código de cores para a identificação dos diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva. Com o objetivo de demonstrar aos estudantes a importância e os benefícios da coleta seletiva, buscou-se sensibilizá-los para a adoção dos princípios dos 3Rs da sustentabilidade — reduzir, reutilizar e reciclar. Destacou-se que a segregação adequada dos materiais recicláveis na fonte geradora possibilita seu retorno ao ciclo

produtivo, seja por meio da logística reversa, seja pela fabricação de novos produtos. Essa prática contribui para diminuir a extração de recursos naturais, o consumo de matérias-primas e os impactos ambientais associados à produção e à disposição inadequada dos resíduos. Nesse sentido, ressaltou-se a necessidade de separar corretamente materiais como papel, plástico, vidro e metal, de modo a favorecer sua destinação às cooperativas, associações de catadores e demais estruturas de reciclagem. Também foi esclarecido que apenas os rejeitos, isto é, os materiais para os quais não existem possibilidades técnicas e economicamente viáveis de tratamento ou recuperação, devem ser encaminhados para disposição final ambientalmente adequada em aterros sanitários.

A compostagem foi apresentada como uma alternativa para o tratamento e a valorização dos resíduos orgânicos. Por meio desse processo, restos de frutas, verduras são transformados em composto orgânico, utilizável em jardins, hortas e vasos. Nesse contexto, a compostagem emerge como uma prática que contribui para minimizar os efeitos das mudanças climáticas transformando os resíduos orgânicos em um composto natural, rico em nutrientes. Com isso deixamos de encaminhar a matéria orgânica para aterros sanitários, reduzindo de forma significativa a emissão de metano, gás com potencial de aquecimento global 25 vezes maior que o dióxido de carbono, produzido pela queima de combustíveis fósseis como petróleo e carvão. A prática da compostagem, potencializa o processo de educação ambiental, pois sensibiliza os cidadãos sobre a importância da gestão adequada dos resíduos sólidos, atendendo aos ODS: 1- Erradicação da Pobreza, fomentando à criação de Cooperativas de Catadores e geração de renda para as famílias a partir da venda dos produtos gerados e diminuição dos impactos causados pelos resíduos; 2- Fome zero e agricultura sustentável, por meio de práticas agrícolas resilientes para proteção, recuperação e conservação dos serviços ecossistêmicos; 3- Saúde e bem-estar, a institucionalização de políticas públicas na gestão adequadas dos resíduos sólidos a segura a saúde da população, promovendo o bem-estar a todos; 6-Água Potável, garantindo a disponibilidade e a gestão sustentável da água potável e do saneamento para todos, investindo em saneamento melhora a qualidade e a saúde da população, 12 - Consumo e Produção, reduzindo a geração de resíduos por meio da economia circular do berço ao berço. No ambiente escolar, essa prática também fortalece a educação climática ao demonstrar, de maneira concreta, como mudanças de hábitos podem contribuir para a redução dos impactos ambientais.

4 CONCLUSÃO

A experiência evidenciou que a compostagem na escola constitui uma estratégia de Educação Ambiental capaz de articular o aproveitamento de resíduos orgânicos à reflexão sobre as emergências climáticas. Os resultados demonstraram que a prática favoreceu a sensibilização e a aprendizagem significativa dos estudantes, ampliando a compreensão sobre a segregação, o manejo adequado dos resíduos e sua contribuição para a redução dos impactos ambientais. Dessa forma, a experiência reforça o potencial de práticas participativas no fortalecimento do protagonismo estudantil e na construção de ações sustentáveis no cotidiano escolar. Sendo assim a oficina foi avaliada de forma satisfatória pelos discentes que destacaram a relevância e aprendizagem adquirida ao longo das atividades realizadas. As experiências práticas proporcionaram uma compreensão mais aprofundada dos temas trabalhados, reforçando a importância das campanhas ambientais socioeducativas de sensibilização com a comunidade escolar e do entorno, promovendo uma interação entre a escola e a comunidade, partindo do pressuposto de uma escola de portas abertas, fortalecendo um ambiente democrático, participativo que favoreça o protagonismo juvenil e a inserção dos jovens no cenário das políticas públicas no desenvolvimento social. Portanto, é de fundamental importância o papel da escola no processo de formação de sujeitos críticos, reflexivos e emancipados, para disseminação dos conhecimentos adquiridos em relação as questões globais e locais.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90443

REFERÊNCIAS

DE BONI, A.; MELUCCI, F. M.; ACCIANI, C.; ROMA, R. Community composting: A multidisciplinary evaluation of an inclusive, participative, and eco-friendly approach to biowaste management. **Cleaner Environmental Systems**, v. *6*, p.1-9,2022.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

HOLANDA, P. S.; GOMES, E. P.; ROCHA, L. C. F., FERREIRA, T. N. S.; ANDRADE, N. F.; FREITAS, S. C. S.; ARAÚJO, M. L. **Compostar faz parte do presente**. Belém: GEAMAZ/Universidade Federal do Pará, 2025.

OLIVEIRA, T. M. R.; AMARAL, C. L. C. Oficina sobre compostagem: estudo de caso sobre a educação ambiental em uma escola estadual de São Paulo. **Boletim de Conjuntura (BOCA)**, v. 17, n. 51, p. 405-425, 2024.

PEREIRA, V. R.; FIORE, F. A. Fatores influenciadores da segregação de resíduos orgânicos na fonte geradora para a viabilização de sistemas de compostagem. **Engenharia Sanitária e Ambiental,** v. 27, n. 4, p. 643-652, 2022.

PÉREZ, T.; VERGARA, S.E.; SILVER, W.L. Assessing the climate change mitigation potential from food waste composting. **Scientific reports,** v.13, n. 1, p. 7608, 2023.

SANTOS, V. M. N.; JACOBI, P. R. Educação, ambiente e aprendizagem social: metodologias participativas para geoconservação e sustentabilidade. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, v. 98, n. 249, p. 522-539, 2017.

SOUZA, A. D. S; FERNANDES, L. R. D. F. C.; TORRES, E. G. D. M; LIMA, R. D. S; DANTAS, C. A. Educação Ambiental e boas práticas: compostagem na escola para promover sustentabilidade. **Terra e Didática**, v. 21, n. 00, p. 1-7, 2025.

VILHENA, R. H. D. D.; LUZ, P. C. S. da. Educação socioambiental: ensino e aprendizagem a partir da compostagem de resíduos orgânicos. **Scientia Plena,** v. 19, n. 3, p. 1-19, 2023.

WALGENBACH, P. J. S.; GRACIANO, M. J. D. S.; DIAS, L. D. Compostagem de resíduos orgânicos e educação ambiental: uma análise do ciclo de vida em uma escola de educação básica. **Fronteira: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 14, n. 1, p. 170-185, 2025.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90443

REVISÃO SISTEMATIZA: TÉCNICAS PARA DETERMINAÇÃO DE COMPOSTOS FENÓLICOS EM HIDROMEL

GABRIELI PITCHININ; CASSIANA DE MELO LANGER; LEONARDO RIBEIRO SALVATORI; MARTA LENART; JESSICA LUIZA ROCHA SALDANHA; ROSANGELA DA ROSA; RICARDO APARECIDO PEREIRA.

RESUMO

O hidromel é uma bebida artesanal fermentada a partir do mel, reconhecida desde a Antiguidade e que vem despertando interesse crescente no âmbito científico e tecnológico, tanto por seu valor histórico e cultural quanto pela presença de compostos fenólicos com propriedades antioxidantes, antimicrobianas e de fortalecimento do sistema imunológico. A composição fenólica do hidromel varia conforme a origem floral do mel, a cepa de levedura utilizada, o tratamento térmico e as condições de fermentação e armazenamento, o que reforça a necessidade de compreender as técnicas empregadas para sua quantificação e detecção na bebida. Diante desse cenário, o presente estudo teve como objetivo geral realizar o mapeamento e a análise sistemática das principais técnicas utilizadas na identificação de compostos fenólicos em hidromel, com auxílio da ferramenta Methodi Ordinatio. A busca foi realizada nas bases Scopus, Web of Science e Scielo, combinando os descritores "phenolic compounds", "mead" e seus equivalentes em português, dentro do recorte temporal de 2010 a 2025. Foram encontrados 121 artigos, dos quais 47 permaneceram após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão e foram inseridos na planilha InOrdinatio; após o cálculo do escore de relevância (Ordinatio 2.0) e a definição de um índice de corte acima de 100 pontos, selecionaram-se 10 estudos para leitura e análise de conteúdo. Os resultados demonstraram que as técnicas mais utilizadas nas pesquisas foram a cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), frequentemente acoplada à espectrometria de massas (HPLC-MS/MS), e a espectrofotometria UV-Vis, com o método de Folin-Ciocalteu empregado para a quantificação de fenólicos totais; ambos os métodos se mostraram eficazes, com aplicabilidade distinta conforme a intenção da pesquisa. Observou-se ainda que variáveis como o tipo de mel, a adição de frutas, o tratamento térmico e as condições de fermentação interferem diretamente na concentração dos compostos fenólicos na bebida. Os estudos analisados demonstram um avanço das análises químicas aplicadas ao hidromel, contribuindo para o desenvolvimento de produtos mais estáveis, funcionais e sensorialmente adequados, alinhados às demandas por bebidas artesanais sustentáveis e de maior valor agregado.

Palavras-chave: Antioxidantes; Cromatografia líquida; Bebida fermentada.

1 INTRODUÇÃO

O hidromel é historicamente conhecido como o “néctar dos deuses”, com registros anteriores ao vinho e à cerveja. Dados arqueológicos comprovam seu consumo na China, na Grécia, entre os povos eslavos, egípcios e outros, há cerca de 6.500 a 7.000 anos a.C. A bebida é valorizada por seu potencial medicinal, com propriedades antioxidantes, antimicrobianas e de fortalecimento do sistema imunológico, e ocupa posição de destaque na cadeia produtiva de fermentados artesanais por suas características históricas, culturais e biotecnológicas (*Rinovetz et al.*, 2021).

DOI: 10.51189/vii-coninters/90444

O hidromel é produzido a partir da fermentação do mel, apresentando teor alcoólico internacional entre 8% e 18% (v/v). O mel, ingrediente principal da bebida, é um alimento natural de importante valor nutricional, por apresentar em sua composição açúcares, vitaminas, minerais, proteínas e fenólicos; estudos apontam que seu consumo equilibrado reduz a incidência de doenças cardiovasculares e neoplasias (Adamenko *et al.*, 2018).

No Brasil, a Instrução Normativa nº 17, de 9 de abril de 2018, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que altera a Instrução Normativa nº 34/2012, regulamenta e classifica o hidromel como bebida alcoólica fermentada, com graduação alcoólica de 4% a 14% v/v a 20 °C, obtida exclusivamente pela fermentação de uma solução de mel, sais nutrientes e água potável, sendo vedada a adição de sacarose (BRASIL, 2018).

A origem floral do mel, a cepa de levedura e as condições de fermentação são os principais fatores determinantes do sabor do hidromel. O mel de melada, por exemplo, apresenta sabor mais intenso, é menos adocicado e apresenta maior atividade antioxidante e maior teor de compostos fenólicos totais que o mel de flores (Chitarrini *et al.*, 2020).

Na produção de hidromel é possível incorporar aditivos como frutas, sucos, ervas aromáticas e especiarias, o que pode alterar beneficamente seu valor nutricional e sensorial; a composição química do hidromel depende ainda da qualidade do mel, das cepas de levedura, dos ingredientes adicionados e das condições de armazenamento, já tendo sido identificada em diferentes hidromeis a presença de diversos compostos fenólicos e do 5-hidroximetilfurfural (HMF) (Romano *et al.*, 2021; De Souza *et al.*, 2022).

Estudos têm demonstrado que as principais técnicas analíticas empregadas na quantificação de compostos fenólicos em bebidas e alimentos são a espectrofotometria com reagente de Folin-Ciocalteu e as técnicas de cromatografia, como a cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), geralmente associada à espectrometria de massas (Švecová *et al.*, 2015; Česlová *et al.*, 2022; Romano *et al.*, 2021; De Souza *et al.*, 2022).

Kawa-Rygielska *et al.* (2019), ao verificarem a composição química de hidromeis com mel multifloral, mel de flor de laranjeira e adição de aditivos, obtiveram, por espectrometria de massas, eficácia na quantificação de diversos ácidos fenólicos e flavonoides.

Nesse contexto, é imprescindível analisar os estudos sobre as técnicas atuais de quantificação de compostos fenólicos em bebidas, principalmente no hidromel, cuja produção pode ainda ser incorporada às práticas de agricultura sustentável e ao uso de ingredientes de origem ecológica, atendendo à crescente demanda por alimentos e bebidas naturais e funcionais (Rinovetz *et al.*, 2021). Assim, o presente estudo teve como objetivo geral realizar a revisão sistematizada, empregando o *Methodi Ordinatio*, das principais técnicas utilizadas na detecção de compostos fenólicos em hidromel, observando a relevância das pesquisas na área.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Como ferramenta facilitadora, o método *Ordinatio* foi utilizado para organizar a busca por estudos em periódicos, classificando os artigos conforme sua relevância científica a partir de três variáveis (Pagani *et al.*, 2015): número de citações, fator de impacto e ano de publicação. Em sua atualização mais recente, o *Ordinatio 2.0*. Pagani *et al.* (2023), insere o conceito de "meia-vida" (*half-life*) da área do conhecimento e ajusta o peso das citações com maior precisão temporal, organizando um *RankIn* de relevância conforme a equação a seguir:

$$\text{InOrdinatio v2} = \{(\Delta \cdot \text{IF}) - [\lambda \cdot (\text{Anopesquisa} - \text{Anopublicação})/\text{HalfLife}] + \Omega \cdot \Sigma\text{Ci}/[(\text{Anopesquisa}+1) - \text{Anopublicação}]\}$$

Em que: $\Delta = 10$ (peso para o fator de impacto); $\lambda = 1$ (peso para a atualidade do artigo); $\Omega = 10$ (peso para o número de citações); ano da pesquisa = 2025; e meia-vida (*half-life*) = 7,6, conforme o valor médio de revistas com JCR em 2020.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90444

As ferramentas utilizadas foram bases de dados de alto índice de publicações, gerenciadores de referências (Mendeley, Zotero) e o JabRef, que transfere os dados extraídos em Bibtex para a planilha do *RankIn* (Pagani *et al.*, 2023).

O estudo foi realizado em 2025, por meio de revisão sistematizada e estruturada da literatura (*Methodi Ordinatio*), abrangendo o intervalo de 2010 a 2025, concentrando-se nos métodos mais recentes de identificação de compostos fenólicos em hidromel. A busca foi realizada nas bases *Web of Science*, *Scopus* e *Scielo*, combinando com operadores booleanos os descritores ("phenolic compounds") AND ("mead"); ("phenolic compounds" OR "polyphenols") OR ("phenolics" AND "mead"); e ("phenolics") AND "mead" AND ("detection" OR "quantification" OR "identification"). Os resultados da busca estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados da busca nas bases de dados selecionadas (combinações de descritores apresentadas no parágrafo anterior).

Palavras-chave	Web of Science	Scopus	Scielo	Total
Combinação 1	21	13	2	36
Combinação 2	30	46	2	78
Combinação 3	1	6	0	7
Total	**52**	**65**	**4**	**121**

Fonte: Autores (2025).

Os critérios de inclusão foram: artigos dos últimos 15 anos, texto completo, em formato pdf, nos idiomas português e inglês, com foco em técnicas de detecção nas bases selecionadas. Os critérios de exclusão foram: artigos não relacionados à temática ou fora da faixa de ano determinada, além de teses, dissertações, resumos e artigos duplicados. Após a exportação dos 121 artigos para o gerenciador Mendeley e a aplicação da filtragem remoção de duplicatas, de artigos sem autor, título, ano ou local de publicação, e de artigos fora do tema pesquisado, restaram 47 artigos para aplicação no *Ordinatio*, conforme detalhado na Tabela 2.

Tabela 2 – Estudos excluídos da seleção da pesquisa.

Procedimento de filtragem	Artigos excluídos
Artigos fora do tema estudado	11
Artigos sem dados importantes (ano, autor ou local de publicação)	2
Artigos duplicados nas bases	61
Total	**74**

Fonte: Autores (2025).

Os 47 artigos foram organizados na planilha *Ordinatio*, e o escore de relevância foi calculado automaticamente a partir do fator de impacto, do ano de publicação e do número de citações obtidas no Google Acadêmico, atribuindo-se peso 10 ao fator de impacto (Δ) e peso 5 aos critérios de atualidade (λ) e de citações (Ω), conforme recomendado por Pagani *et al.* (2023). Estabelecido um índice de corte com escore acima de 100, foram identificados 10 estudos, os quais foram buscados de forma integral para leitura e análise de conteúdo, primeiramente de forma quantitativa (tema e métricas) e, em seguida, de forma qualitativa, segundo Bardin (2016), organizando-se a revisão por tópicos nos resultados e discussão. A relação dos 10 estudos selecionados, ranqueados do maior para o menor escore, é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 – Estudos selecionados no *RankIn*, com escore acima de 100 (Ordinatio).

Autor(es)	Periódico	Ano	FI	IO
Kawa-Rygielska *et al.*	Food Chemistry	2019	13,1	213,10
Kahoun *et al.*	Food Chemistry	2017	13,1	180,47
Starowicz; Granvogl	Trends in Food Science & Technology	2020	18,1	174,40

Martín-Gómez *et al.*	LWT – Food Science and Technology	2021	7,3	147,75
Chitarrini *et al.*	Molecules	2020	5,9	125,75
Švecová *et al.*	Journal of Food Composition and Analysis	2015	5,7	119,3
Česlová *et al.*	Food Control	2022	9,3	119,10
Adamenko *et al.*	Molecules	2018	5,9	116
Czabaj *et al.*	Molecules	2017	5,9	115,10
Romano *et al.*	Journal of Food Science	2021	7,8	114,74

FI: Fator de Impacto. IO: valor Ordinatio (Ordinatio 2.0). Fonte: Autores (2025).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A observação dinâmica das pontuações obtidas evidencia os estudos de maior relevância científica para o tema. O artigo de Kawa-Rygielska *et al.* (2019) apresentou a maior pontuação no *RankIn* (213,10), com 63 citações, publicado no periódico *Food Chemistry*, de elevado fator de impacto e amplo reconhecimento na área de ciência dos alimentos, o que justifica sua posição de destaque. O estudo apresenta uma abordagem completa das composições químicas de hidromeis enriquecidos com frutas e ervas e de suas propriedades antioxidantes, discutindo de forma aprofundada a metodologia empregada. Os estudos seguintes no ranqueamento foram publicados em periódicos de reconhecida excelência, como *Trends in Food Science & Technology* e *LWT – Food Science and Technology*, o que reforça a qualidade dos estudos incorporados ao portfólio teórico da revisão.

3.1 COMPOSTOS FENÓLICOS

Os compostos fenólicos são substâncias orgânicas reconhecidas por sua capacidade antioxidante, contribuindo para a conservação da bebida ao prevenir a oxidação e a degradação sensorial, além de benefícios à saúde associados à redução do estresse oxidativo (Kawa-Rygielska *et al.*, 2019; Martin-Gomez *et al.*, 2021; Starowicz; Granvogl, 2020). Classificam-se em dois grandes grupos, flavonoides e ácidos fenólicos, estruturas aromáticas com hidroxilas (OH) ligadas ao anel. No estudo de Česlová *et al.* (2022), os principais compostos identificados por HPLC/MS/MS incluíram ácidos fenólicos (como os ácidos gálico, clorogênico, cafeico, ferúlico e p-cumárico) e flavonoides (como catequina, quercetina, miricetina e rutina).

3.2 TÉCNICAS EMPREGADAS PARA ANÁLISE DE COMPOSTOS FENÓLICOS

Dentre as análises realizadas em hidromel, os compostos fenólicos podem ser separados e identificados por cromatografia e por espectrofotometria (Kawa-Rygielska *et al.*, 2019; Švecová *et al.*, 2015; Starowicz; Granvogl, 2020). A técnica mais utilizada foi a cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), com diferentes sistemas de detecção, elevada eficiência e precisão, porém custo elevado (Švecová *et al.*, 2015; Kawa-Rygielska *et al.*, 2019; Adamenko *et al.*, 2018; Česlová *et al.*, 2022). A amostra é preparada em água ultrapura e solventes específicos, separada na coluna cromatográfica conforme a polaridade dos compostos e conduzida a um detector (UV, visível, fluorescência ou massas). A HPLC acoplada à espectrometria de massas (HPLC-MS/MS) apresenta eficiência ainda maior, sendo rápida e confiável, contribuindo para o controle de qualidade, a caracterização sensorial e a identificação de alterações químicas no armazenamento (Česlová *et al.*, 2022). Compostos voláteis são analisados por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (GC-MS); açúcares, álcool, ácidos orgânicos e glicerol foram determinados por HPLC com detector de índice de refração (Czabaj *et al.*, 2017); Kahoun *et al.* (2017) utilizaram HPLC-ECD para fenólicos eletroativos e HPLC-UV para o HMF; e Chitarrini *et al.* (2020) aplicaram microextração em fase sólida no espaço de cabeça acoplada à cromatografia gasosa com espectrometria de massas (HS-SPME-GC-MS) para compostos voláteis.

As técnicas espectrofotométricas também são amplamente utilizadas (Starowicz; Granvogl, 2020; Kahoun *et al.*, 2017), com menor custo, preparo simples da amostra e resultados rápidos, embora com sensibilidade moderada. Starowicz e Granvogl (2020)

quantificaram o teor total de fenólicos (TPC) por Folin-Ciocalteu e a capacidade antioxidante (TAC) por DPPH, além de AAS para minerais e metais. Czabaj *et al.* (2017) monitoraram a formação de fenólicos por UV-Vis e o HMF por HPLC-UV. Kawa-Rygielska *et al.* (2019) avaliaram a atividade antioxidante e os fenólicos totais por Folin-Ciocalteu, DPPH e ABTS, complementados pela HPLC. Martín-Gómez *et al.* (2021), em sucos de mirtilo e uva, utilizaram UV-Vis a 600 nm para fenólicos e cor a 420/620 nm. Romano *et al.* (2021), em hidromel com *Cannabis sativa* L., verificaram que o cânhamo acelerou a fermentação, aumentou os fenólicos, álcoois e ésteres, e revelou canabidiol (CBD), com polifenóis totais quantificados por Folin-Ciocalteu a 765 nm.

3.3 COMPARAÇÃO ENTRE OS MÉTODOS

A cromatografia gasosa com espaço de cabeça (GC/HS), usada por Chitarrini *et al.* (2020), apresenta alta sensibilidade para compostos aromáticos, sendo ideal para a caracterização sensorial, mas não para fenólicos não voláteis, exigindo preparo complexo e custo elevado. A HPLC permite análise individual dos compostos com alta precisão, porém demanda preparo específico e equipamentos caros (Švecová *et al.*, 2015; Kawa-Rygielska *et al.*, 2019). Já o Folin-Ciocalteu, simples, barato e rápido, oferece estimativa confiável da quantidade total de fenólicos e da atividade antioxidante, embora não diferencie os tipos presentes, sendo eficiente para triagens e controle de qualidade (Švecová *et al.*, 2015; Kawa-Rygielska *et al.*, 2019; Romano *et al.*, 2021). A HPLC-MS/MS destaca-se pela elevada sensibilidade e especificidade, recomendada para estudos aprofundados, ainda que mais sofisticada e cara (Česlová *et al.*, 2022). A combinação dos métodos é uma estratégia eficiente: a HPLC-MS/MS é o padrão-ouro para análises detalhadas, enquanto o Folin-Ciocalteu permanece útil para triagens e rotina produtiva (Adamenko *et al.*, 2018; Švecová *et al.*, 2015; Česlová *et al.*, 2022). A escolha depende, portanto, dos objetivos da análise, da sensibilidade e especificidade requeridas e dos recursos disponíveis.

3.4 INFLUÊNCIA DE FATORES NA COMPOSIÇÃO FENÓLICA DO HIDROMEL

Alguns processos mostram-se importantes tanto para a eficácia da produção do hidromel quanto para a quantificação de seus compostos. O tipo de flora do mel e os efeitos do tratamento térmico do mel e do processo fermentativo do mosto, interferem significativamente na composição dos compostos fenólicos, na atividade antioxidante e nos níveis de 5-hidroximetilfurfural (HMF) (Czabaj *et al.*, 2017; Martin-Gomez *et al.*, 2021). Para a determinação do HMF, composto associado à degradação térmica de açúcares que impacta a qualidade sensorial das bebidas, os autores seguiram as recomendações da *International Honey Commission* (1997), que padroniza duas metodologias espectrofotométricas (White e Winkler) e uma cromatográfica (HPLC-DAD). A composição fenólica e os níveis de HMF podem variar conforme o tipo e a qualidade do mel, a proporção de açúcares e a adição de frutas e sucos (Švecová *et al.*, 2015). O tratamento térmico do mosto é necessário, desde que com controle adequado, pois sua ausência favorece a proliferação de bactérias indesejáveis, comprometendo a qualidade do produto (Czabaj *et al.*, 2017). O controle adequado das amostras também é relevante nas análises por GC/HS, técnica de alta sensibilidade para compostos aromáticos, mas não destinada a fenólicos não voláteis, sendo o processo fermentativo igualmente determinante para a qualidade das análises (Martin-Gomez *et al.*, 2021; Chitarrini *et al.*, 2020).

4 CONCLUSÃO

A revisão sistematizada, conduzida com base no método *Methodi Ordinatio*, possibilitou a identificação e a seleção de estudos com grande relação com as técnicas de identificação e quantificação dos compostos fenólicos no mel e no hidromel.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90444

As pesquisas analisadas abordam desde a influência de fatores como tratamento térmico, processo fermentativo, tipo de mel e adição de frutas, até técnicas instrumentais avançadas, como a HPLC-MS/MS, demonstrando o avanço das análises químicas aplicadas ao hidromel e contribuindo para produtos com maior qualidade sensorial e funcional.

Além dos principais métodos analíticos, foi possível verificar as variáveis que interferem na composição fenólica do hidromel tipo de mel, aditivos e tratamento térmico durante a fermentação, que afetam diretamente a composição química e, consequentemente, as características sensoriais e a estabilidade do produto.

A escolha da técnica analítica está ligada à intenção da pesquisa e aos recursos disponíveis, devendo considerar sensibilidade, especificidade, custo, tempo de análise e infraestrutura. O avanço das pesquisas na padronização das análises contribui para hidroméis com maior qualidade funcional e sensorial, podendo impulsionar o mercado de bebidas fermentadas, diante da crescente valorização de processos produtivos sustentáveis e de ingredientes de origem ecológica.

REFERÊNCIAS

ADAMENKO, Kinga et al. Characteristics of biologically active compounds in Cornelian cherry meads. **Molecules**, v. 23, n. 8, p. 2024, 14 ago. 2018.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 17, de 9 de abril de 2018**. Altera a Instrução Normativa nº 34, de 2012, que aprova o regulamento técnico de identidade e qualidade para as bebidas alcoólicas fermentadas. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 69, p. 3, 10 abr. 2018.

ČESLOVÁ, Lenka et al. Rapid HPLC/MS/MS analysis of phenolic content and profile for mead quality assessment. **Food Control**, v. 135, p. 108800, 2022.

CHITARRINI, Giorgia et al. Volatile profile of mead fermenting blossom honey and honeydew honey with or without Ribes nigrum. **Molecules,** v. 25, n. 9, p. 1257, 2020.

CZABAJ, Sylwia et al. Effects of mead wort heat treatment on the mead fermentation process and antioxidant activity. **Molecules**, v. 22, n. 7, p. 1184, 2017.

DE SOUZA, Hugo F et al. Growing conditions of Saccharomyces boulardii for the development of potentially probiotic mead: Fermentation kinetics, viable cell counts and bioactive compounds. **Food Science and Technology International**, v. 28, n. 4, p. 377–390, 2022.

INTERNATIONAL HONEY COMMISSION. **Harmonised methods of the European Honey Commission**. Apidologie, special issue, 1997. Disponível em: <https://www.ihc-platform.net/ihcmethods1997.pdf>. Acesso em: 09 jul. 2025.

KAHOUN, David; ŘEZKOVÁ, Šárka; KRÁLOVSKÝ, Jan. Effect of heat treatment and storage conditions on mead composition. **Food Chemistry**, v. 237, p. 357–363, 2017.

KAWA-RYGIELSKA, Joanna et al. Fruit and herbal meads – Chemical composition and antioxidant properties. **Food Chemistry**, v. 283, p. 63–74, 2019.

MARTIN-GOMEZ, Javier et al. Phenolic compounds, antioxidant activity and color in the fermentation of mixed blueberry and grape juice with different yeasts. **LWT – Food Science and Technology,** v. 147, 2021.

PAGANI, Regina Negri. **Methodi Ordinatio atualizada em maio de 2022**: Parte 1. Paraná: Methodi Ordinatio, 3 maio 2022. [vídeo]. (2 h 15 min 15 s). Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=9nMHv2A8lps. Acesso em: 13 jun. 2025.

PAGANI, Regina Negri; PEDROSO, Bruno; DOS SANTOS, C. B. Methodi Ordinatio 2.0: revisited under statistical estimation, and presenting FInder and RankIn. **Qualitative and Quantitative**, v. 57, p. 4563–4602, 2023.

RINIVETZ, Alexandru E et al. Hydromel, food fortification potencial. **Journal of Agroalimentary Processes and Tachnologies**, v. 27, n. 2, p. 203–210, 2021.

ROMANO, Raffaele et al. Characterization of a new type of mead fermented with Cannabis sativa L. (hemp). **Journal of Food Science**, v. 86, n. 5, p. 1837–1846, 2021. DOI: 10.1111/1750-3841.15614.

STAROWICZ, Małgorzata; GRANVOGL, Michael. An overview of mead production and the physicochemical, toxicological, and sensory characteristics of mead with a special emphasis on flavor. **Trends in Food Science & Technology**, v. 106, p. 402–416, 2020. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224420305963. Acesso em: 07 jul. 2025.

ŠVECOVÁ, Barbora et al. Analysis of Czech meads: Sugar content, organic acids content and selected phenolic compounds content. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 38, p. 80–88, 2015.

DO COMBATE AO FOGO À SUSTENTABILIDADE TERRITORIAL: INOVAÇÃO LOCAL E RESILIÊNCIA DE UMA BRIGADA COMUNITÁRIA NA MATA ATLÂNTICA, EM CACARIA, PIRAÍ-RJ

RICARDO ALVES-SILVA; ATHUS TAVOLARO BALTAZAR; MARIA INÊS BRITO WEISENBERG MAIMON; TATIANY NUNES FRANKLIM

RESUMO

Os incêndios florestais constituem um desafio à sustentabilidade de territórios rurais, especialmente quando ameaçam simultaneamente remanescentes florestais, áreas em restauração, recursos hídricos e comunidades que dependem desses ambientes. Este trabalho analisa a experiência de organização e atuação da Brigada Comunitária da Fundação GMon, em Cacaria, Piraí-RJ, território inserido na bacia hidrográfica do Rio Cacaria e na Região Hidrográfica II do Estado do Rio de Janeiro. A análise foi estruturada como relato de experiência, articulando registros da atuação local, conhecimento territorial acumulado e literatura científica relacionada ao manejo integrado do fogo e à sustentabilidade. A experiência tem origem em ações de conservação, restauração e prevenção desenvolvidas no território desde 2007, posteriormente fortalecidas pela constituição da Fundação GMon, em 2025. O relato evidencia como o conhecimento acumulado sobre áreas recorrentes de fogo, acessos rurais, disponibilidade de água e limitações operacionais passou a orientar ações de prevenção, monitoramento e resposta inicial. Destacam-se a mobilização de colaboradores e moradores, a educação ambiental, a articulação com estruturas de gestão ambiental e o desenvolvimento do Aquamóvel 4x4, solução tecnológica adaptada às condições locais de acesso e combate. A permanência voluntária de participantes e a comunicação espontânea de focos de incêndio por moradores constituem ainda evidências qualitativas de envolvimento comunitário na proteção do território. A experiência demonstra que a prevenção comunitária aos incêndios pode ultrapassar a dimensão operacional do combate e integrar uma estratégia de sustentabilidade territorial, articulando conservação ambiental, mobilização social, adaptação tecnológica e capacidade institucional. Conclui-se que territórios mais resilientes ao fogo são construídos não apenas pela disponibilidade de equipamentos, mas pela integração entre conhecimento territorial, prevenção, aprendizagem, participação comunitária e articulação institucional.

Palavras-Chave: Incêndios florestais; Manejo integrado; Prevenção ambiental.

1 INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais constituem um desafio para a sustentabilidade dos territórios, pois podem afetar cobertura vegetal, biodiversidade, propriedades do solo, processos hidrológicos e serviços ecossistêmicos (Giorgis *et al.*, 2021; Roces-Díaz *et al.*, 2022). Sua recorrência envolve também dimensões sociais e institucionais ligadas à prevenção, à capacidade local de resposta e à articulação entre comunidades e estruturas de gestão. Nesse contexto, a gestão do fogo passou a incorporar conhecimentos locais, planejamento, participação social e integração entre diferentes atores (Falleiro; Santana; Berni, 2016; Berlinck; Lima, 2021).

No Brasil, essa abordagem foi fortalecida pela Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo, instituída pela Lei nº 14.944/2024. O Manejo Integrado do Fogo (MIF) articula

DOI: 10.51189/vii-coninters/90462

aspectos ecológicos, culturais, socioeconômicos e técnicos e inclui, entre seus instrumentos, planos de manejo integrado, programas de brigadas florestais e educação ambiental (Brasil, 2024).

Essa perspectiva é relevante na Região Hidrográfica II (RH II) do Estado do Rio de Janeiro, onde se insere a bacia do Rio Cacaria, em Piraí. Com aproximadamente 7.000 ha, o território reúne remanescentes de Mata Atlântica, áreas rurais e nascentes e integra o sistema hidrográfico do Rio Guandu. Estudos locais relacionam cobertura vegetal, funcionamento hidrológico e fragilidade ambiental em áreas historicamente perturbadas (Baylão Junior *et al.*, 2011; Teixeira, 2015). Estudo hidrodinâmico atribuiu ao Rio Cacaria área de drenagem de aproximadamente 74 km² e vazão média de 1,31 m³/s (Lightger, 2011).

A caracterização do uso e cobertura do solo reforça a relevância ambiental do território. Mapeamento por sensoriamento remoto, com imagem IKONOS de 2002, estimou 38,65% da bacia ocupada por mata, 21,91% por capoeira e 37,96% por campo antrópico, evidenciando a coexistência entre cobertura florestal e áreas historicamente antropizadas (Farias, 2010).

A vulnerabilidade regional ao fogo foi abordada pelo Plano Associativo de Prevenção e Combate às Queimadas e Incêndios Florestais da RH II, que identificou áreas críticas e enfatizou a necessidade de planejamento preventivo e articulação entre instituições públicas, organizações da sociedade civil e atores locais (Agevap, 2014).

Em Cacaria, a recorrência de incêndios estimulou formas locais de prevenção e resposta inicial. Trabalhadores, colaboradores e outros atores ligados ao território acumularam conhecimento sobre acessos, áreas recorrentes de fogo e limitações operacionais, evoluindo gradativamente para uma organização mais estruturada e relacionada à conservação de remanescentes florestais, áreas restauradas, nascentes e serviços ecossistêmicos.

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo analisar a experiência de organização e atuação da Brigada Comunitária da Fundação GMon, em Cacaria, Piraí-RJ, discutindo como a integração entre conhecimento territorial, prevenção, mobilização comunitária, soluções tecnológicas adaptadas ao território e articulação institucional pode contribuir para a sustentabilidade e a resiliência socioambiental de territórios rurais vulneráveis aos incêndios florestais.

2 RELATO DE CASO/EXPERIÊNCIA

A área de desenvolvimento da experiência localiza-se em Cacaria, distrito rural de Piraí-RJ, na bacia do Rio Cacaria e na RH II. Estudos locais registram ambientes com declividade acentuada, baixa infiltração, atividade pecuária, queimadas recorrentes e elevada fragilidade em ecossistemas perturbados, contextualizando a vulnerabilidade ambiental local (Baylão Junior *et al.*, 2011; Baylão Junior; Valcarcel; Nettesheim, 2013).

A experiência que daria origem à Brigada Comunitária antecede a institucionalização da Fundação GMon. Desde 2007, Maria Inês Brito Weisenberg Maimon e Zeev Lucyan Maimon, futuros instituidores da Fundação, promoviam e apoiavam ações de conservação e restauração no território, incorporando medidas preventivas contra incêndios, como abertura e manutenção de aceiros. Colaboradores, trabalhadores rurais e moradores também atuavam diante das ocorrências com recursos disponíveis nas propriedades, acumulando conhecimento empírico sobre acessos, comportamento local do fogo, áreas de maior incidência e dificuldades operacionais.

Em 2012, os futuros instituidores tiveram contato com os estudos que subsidiaram o Plano Associativo de Prevenção e Combate às Queimadas e Incêndios Florestais da RH II. Os mapas de criticidade permitiram confrontar a percepção empírica local com um diagnóstico regional mais amplo, fortalecendo a compreensão do fogo como problema territorial permanente e a necessidade de ações anteriores às emergências (Agevap, 2014).

DOI: 10.51189/vii-coninters/90462

Ao longo dos anos, a atuação evoluiu do uso de ferramentas disponíveis localmente para a incorporação de abafadores, bombas costais, equipamentos de comunicação e outros recursos destinados à prevenção e à resposta inicial. A experiência acumulada permitiu reconhecer áreas de recorrência de incêndios, entre elas a Estrada do Quintela, a divisa do Lote 47, o Lote 77, as trilhas do morro da Caieira, o Lote 75 e áreas mais remotas do Mato Doce. Observou-se que parte importante dessas ocorrências se concentra em áreas associadas à circulação de pessoas, especialmente estradas, caminhos e trilhas utilizadas para acesso a propriedades rurais e à região da represa de Ribeirão das Lajes, inclusive para atividades de pesca e caça. Outro padrão recorrente observado pela equipe está relacionado a áreas de atividade pecuária, nas quais o uso do fogo ainda ocorre no manejo de pastagens. A repetição espacial e temporal dessas ocorrências permitiu à equipe antecipar períodos e locais de maior atenção, orientando ações preventivas, monitoramento e planejamento dos acessos. Embora essas associações constituam evidências empíricas acumuladas pela brigada, não permitem, isoladamente, atribuir autoria ou determinar a causa específica de cada incêndio.

Nesse processo, o conhecimento territorial consolidou-se como componente da estratégia local. Informações sobre acessos rurais, relevo, água disponível, áreas restauradas, propriedades vizinhas e locais historicamente atingidos passaram a subsidiar decisões de campo. A brigada é composta predominantemente por colaboradores da Fundação GMon, reunindo diferentes experiências e formações. A permanência voluntária de ex-colaboradores constitui indicativo de pertencimento e continuidade da mobilização. Também se observou mudança na relação com a comunidade: moradores passaram progressivamente a comunicar espontaneamente focos de fogo e sua localização. Embora não mensurada por instrumentos específicos de avaliação social, essa comunicação sugere maior reconhecimento do problema e participação comunitária na vigilância do território.

As dificuldades de deslocamento e de disponibilidade imediata de água em determinadas ocorrências estimularam o desenvolvimento do Aquamóvel 4x4. Sua concepção resultou de construção colaborativa e incremental da equipe, a partir das dificuldades observadas nas ocorrências e do conhecimento acumulado sobre acessos, disponibilidade de água e condições de operação no território. Concebido como arranjo modular, com proposta de baixo custo e adaptável a diferentes veículos com tração 4x4, o sistema reúne, em sua configuração utilizada pela brigada, dois reservatórios de 200 litros, totalizando 400 litros de água, motobomba, mangueira de aproximadamente 30 metros, quatro bombas costais, quatro abafadores, enxadas e foices, podendo ser preparado para operação em cerca de 10 minutos. A solução foi utilizada em ocorrências reais, inclusive em ações integradas com a brigada da Área de Proteção Ambiental do Rio Guandu. A operação é complementada por rádios de comunicação e grupos de WhatsApp, utilizados no acionamento e na troca de informações, além de drone empregado no reconhecimento inicial quando a localização, a extensão ou as condições de acesso ao foco não estão suficientemente claras.

A prevenção passou também a incorporar sensibilização e educação ambiental, com sinalizações sobre prevenção de incêndios, proteção da fauna, nascentes e conservação, além de ações educativas junto à comunidade e ao ambiente escolar, considerando crianças e jovens como potenciais multiplicadores de práticas preventivas.

A constituição da Fundação GMon, em 2025, marcou essa trajetória. A instituição não inaugurou as ações de conservação e prevenção em Cacaria, mas permitiu organizá-las sob estrutura própria, ampliando condições de planejamento, articulação institucional, captação de recursos e continuidade. Nesse contexto, a atuação voluntária ganhou maior organização com a formalização da Brigada Comunitária, preservando a experiência territorial acumulada.

Após a institucionalização, a brigada passou a integrar de forma mais organizada prevenção, monitoramento, mobilização comunitária e resposta inicial, ampliando a articulação com estruturas de gestão ambiental da RH II. Destaca-se a aproximação com

guarda-parques e a brigada da APA do Rio Guandu, com diálogo técnico, atuação integrada, compartilhamento de experiências e de soluções locais, como o Aquamóvel 4x4. A articulação alcança ainda a educação ambiental, com participação da Fundação no planejamento anual de atividades com a APA. Essa trajetória converge com a literatura sobre brigadas voluntárias (Silva, 2020) e com atribuições reconhecidas pela Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo (Brasil, 2024).

Persistem limitações relacionadas à formação especializada, equipamentos de proteção individual, comunicação, recursos financeiros e acesso. A capacitação e a estruturação operacional representam, portanto, qualificação de uma experiência comunitária preexistente. Por não constituir estrutura pública de resposta nem possuir autoridade para ingresso em propriedades de terceiros, a brigada depende de autorização ou solicitação de apoio, o que pode limitar intervenções. Essa condição reforça a importância da articulação com estruturas públicas, especialmente guarda-parques e a brigada da APA do Rio Guandu, e evidencia a transformação progressiva da experiência prática em estratégia organizada de prevenção e resposta.

3 DISCUSSÃO

A experiência de Cacaria evidencia que a prevenção aos incêndios em territórios rurais depende não apenas de estruturas formais de combate, mas da capacidade local de reconhecer vulnerabilidades, mobilizar atores e transformar conhecimento territorial em prevenção e respostas adaptadas. Essa interpretação é coerente com a evolução do MIF no Brasil, que incorpora dimensões ecológicas e socioculturais e valoriza conhecimentos locais e participação comunitária (Falleiro; Santana; Berni, 2016; Berlinck; Lima, 2021).

Na bacia do Rio Cacaria, a vulnerabilidade ao fogo relaciona-se a características ambientais e ao histórico de ocupação e uso do solo. Farias (2010) demonstrou a coexistência entre cobertura florestal e áreas antropizadas, enquanto estudos locais registraram atividade pecuária, queimadas recorrentes, declividade acentuada, baixa infiltração e ecossistemas perturbados (Baylão Junior *et al.*, 2011; Baylão Junior; Valcarcel; Nettesheim, 2013). Esse mosaico reforça que o planejamento preventivo deve considerar remanescentes florestais, áreas em regeneração e interfaces com ambientes modificados pelo uso rural.

Essa compreensão encontra respaldo no Plano Associativo de Prevenção e Combate às Queimadas e Incêndios Florestais, que identificou áreas críticas e destacou a integração entre prevenção, combate, pesquisa, monitoramento, comunicação e educação ambiental (Agevap, 2014), evidenciando a gestão do fogo como questão territorial e não exclusivamente operacional.

Brigadas comunitárias podem aproximar o planejamento regional da realidade cotidiana. Silva (2020) destaca sua atuação em combate, prevenção, desenvolvimento de tecnologias, produção de dados e difusão de uma cultura de cuidado ambiental. A proximidade dos voluntários favorece o conhecimento de acessos e condições locais, especialmente relevante em áreas rurais com limitações de relevo e infraestrutura.

O Aquamóvel 4x4 constitui um dos principais resultados da articulação entre conhecimento territorial, aprendizagem prática e adaptação tecnológica observada na experiência. Sua concepção decorreu de limitações identificadas nas próprias ocorrências, especialmente quanto ao deslocamento e à disponibilidade de água em locais de difícil acesso. Desenvolvido de forma colaborativa e incremental pela equipe, o sistema traduz problemas identificados na prática em uma solução operacional adaptada às condições locais. Embora sua eficiência ainda demande avaliação sistemática por indicadores quantitativos, sua utilização em situações reais demonstra aplicabilidade no contexto em que foi desenvolvido. Seu caráter modular e adaptável a diferentes veículos 4x4 sugere potencial de replicabilidade

em outros territórios rurais com limitações operacionais semelhantes, hipótese a ser avaliada em experiências futuras.

A integração entre prevenção e conservação ambiental também é central. Estudos locais demonstram a fragilidade de ecossistemas perturbados por atividade pecuária e queimadas recorrentes e a importância da regeneração da vegetação (Baylão Junior *et al.*, 2011; Baylão Junior; Valcarcel; Nettesheim, 2013). Revisões mais amplas mostram efeitos do fogo sobre organismos, solo e serviços ecossistêmicos (Giorgis *et al.*, 2021; Roces-Díaz *et al.*, 2022). Assim, a recorrência do fogo ameaça processos ecológicos e esforços de recuperação de áreas degradadas.

A dimensão hídrica reforça essa relação. O Rio Cacaria integra a RH II, com área de drenagem estimada em aproximadamente 74 km² e vazão média de 1,31 m³/s (Lightger, 2011). Teixeira (2015) relacionou cobertura vegetal, propriedades hidráulicas do solo e serviços ambientais hidrológicos na própria bacia. A prevenção de perturbações recorrentes, entre elas o fogo, integra, portanto, a proteção das funções hidroecológicas do território.

A dimensão social completa a abordagem. A presença cotidiana dos colaboradores favorece conhecimento contínuo do território, enquanto a permanência voluntária de ex-colaboradores sugere pertencimento e corresponsabilidade. A comunicação espontânea de moradores sobre focos e localização dos incêndios amplia a participação comunitária na vigilância. Embora demandem avaliação sistemática, esses elementos constituem evidências qualitativas de mobilização, coerentes com a literatura sobre participação social e conhecimento local no MIF (Silva, 2020; Falleiro; Santana; Berni, 2016).

A Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo prevê articulação interinstitucional, brigadas florestais e educação ambiental e reconhece a participação das comunidades (Brasil, 2024). Berlinck e Lima (2021) registraram, em unidades de conservação federais, resultados promissores relacionados à redução da área atingida por incêndios, de conflitos com comunidades e à conservação da sociobiodiversidade. Embora não diretamente extrapoláveis para Cacaria, esses resultados reforçam modelos que combinam conhecimento ecológico, participação social, planejamento e capacidade operacional.

Sob a perspectiva da sustentabilidade, a experiência da Brigada Comunitária da Fundação GMon permite reconhecer quatro dimensões interdependentes: ambiental, pela proteção da vegetação, biodiversidade, áreas em restauração e recursos hídricos; social, pela mobilização, voluntariado e educação ambiental; tecnológica, pelo desenvolvimento de soluções adaptadas às condições locais; e institucional, pela articulação entre comunidade, organização da sociedade civil e estruturas regionais de gestão ambiental. Essa integração é compatível com abordagens de sistemas socioecológicos, nas quais aprendizagem, conhecimento, redes sociais, capacidade adaptativa e governança são relevantes para a resiliência e a manutenção de serviços ecossistêmicos (Folke, 2006). Também apresenta convergência com a Agenda 2030, particularmente com o ODS 15 - Vida Terrestre, pela proteção de ecossistemas e biodiversidade; com o ODS 13 - Ação contra a Mudança Global do Clima, pelo fortalecimento da capacidade local de prevenção e resiliência frente ao fogo; e com o ODS 17 - Parcerias e Meios de Implementação, pela articulação entre comunidade, organização da sociedade civil e estruturas de gestão ambiental (Nações Unidas, 2015).

Essa interpretação converge com a ideia de territórios resilientes, nos quais a capacidade de enfrentar perturbações resulta não apenas de recursos materiais, mas também do conhecimento acumulado, das relações sociais e institucionais e da capacidade de aprendizagem e adaptação. Na experiência analisada, esse processo pode ser sintetizado pela sequência conhecer → valorizar → engajar → transformar → cuidar, na qual o conhecimento do território favorece o reconhecimento de seus valores ambientais, estimula o envolvimento comunitário e contribui para transformar práticas de prevenção e cuidado. Assim, a brigada

comunitária deixa de ser compreendida exclusivamente como estrutura de combate e passa a integrar uma estratégia mais ampla de sustentabilidade e resiliência socioambiental.

4 CONCLUSÃO

A experiência da Brigada Comunitária da Fundação GMon demonstra que a prevenção e a resposta inicial aos incêndios florestais em territórios rurais podem ser fortalecidas quando estruturadas a partir do conhecimento acumulado sobre o próprio território. A identificação de áreas recorrentes de fogo, acessos e limitações operacionais, associada a medidas preventivas e soluções adaptadas às condições locais, foi relevante para a organização da experiência analisada.

A trajetória de Cacaria evidencia que a mobilização e as ações promovidas pelos futuros instituidores antecederam a formalização institucional. A constituição da Fundação GMon, em 2025, permitiu organizar e fortalecer ações preexistentes, ampliando planejamento, articulação e busca por qualificação operacional. A continuidade voluntária de participantes, inclusive ex-colaboradores, reforça qualitativamente o vínculo com a proteção do território.

Sob a perspectiva da sustentabilidade, a experiência demonstra a interdependência entre conservação ambiental, proteção hídrica, prevenção de incêndios, mobilização social, soluções adaptadas e articulação institucional. Proteger o território frente ao fogo significa também proteger restauração, biodiversidade, serviços ecossistêmicos e esforços ambientais construídos ao longo do tempo.

Conclui-se, portanto, que a construção de territórios mais resilientes aos incêndios florestais depende não apenas de equipamentos e capacidade de resposta, mas da integração contínua entre conhecimento, prevenção, engajamento comunitário, aprendizagem e capacidade de adaptação. A experiência de Cacaria sugere que iniciativas comunitárias territorialmente enraizadas podem contribuir para estratégias locais de sustentabilidade e Manejo Integrado do Fogo, especialmente quando articuladas às políticas públicas e às estruturas institucionais de gestão ambiental.

REFERÊNCIAS

AGEVAP – AGÊNCIA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. Plano Associativo de Prevenção e Combate às Queimadas e Incêndios Florestais na Bacia Hidrográfica dos Rios Guandu, Guandu-Mirim e da Guarda. Resende: AGEVAP, 2014. Elaboração e execução: Tecnogeo Informática Ltda.

BAYLÃO JUNIOR, H. F.; VALCARCEL, R.; ROPPA, C.; NETTESHEIM, F. C. Levantamento de espécies rústicas em área de pastagem e em remanescente florestal na Mata Atlântica, Piraí-RJ. Floresta e Ambiente, v. 18, n. 1, p. 50-59, 2011. DOI: 10.4322/floram.2011.022.

BAYLÃO JUNIOR, H. F.; VALCARCEL, R.; NETTESHEIM, F. C. Fatores do meio físico associados ao estabelecimento de espécies rústicas em ecossistemas perturbados na Mata Atlântica, Piraí, RJ – Brasil. Ciência Florestal, v. 23, n. 3, p. 305-315, 2013. DOI: 10.5902/1980509810542.

BERLINCK, C. N.; LIMA, L. H. A. Implementação do manejo integrado do fogo em unidades de conservação federais no Brasil: resultados e perspectivas. Biodiversidade Brasileira, v. 11, n. 2, p. 128-138, 2021. DOI: 10.37002/biobrasil.v11i2.1709.

BRASIL. Lei nº 14.944, de 31 de julho de 2024. Institui a Política Nacional de Manejo Integrado do Fogo e altera as Leis nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Brasília, DF: Presidência da República, 2024.

FALLEIRO, R. M.; SANTANA, M. T.; BERNI, C. R. As contribuições do Manejo Integrado do Fogo para o controle dos incêndios florestais nas Terras Indígenas do Brasil. Biodiversidade Brasileira, v. 6, n. 2, 2016. DOI: 10.37002/biodiversidadebrasileira.v6i2.655.

FARIAS, Leonardo Novaes de. Técnica, ciência e imagens de satélite como uso instrumental para o planejamento de políticas públicas agrícolas no Estado do Rio de Janeiro. 2010. Monografia (Curso de Geografia e Meio Ambiente) – Departamento de Geografia, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

FOLKE, C. Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. Global Environmental Change, v. 16, n. 3, p. 253-267, 2006. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002.

GIORGIS, M. A.; ZEBALLOS, S. R.; CARBONE, L.; ZIMMERMANN, H.; VON WEHRDEN, H.; AGUILAR, R.; FERRERAS, A. E.; TECCO, P. A.; KOWALJOW, E.; BARRI, F.; GURVICH, D. E.; VILLAGRA, P.; JAUREGUIBERRY, P. A review of fire effects across South American ecosystems: the role of climate and time since fire. Fire Ecology, v. 17, art. 11, 2021. DOI: 10.1186/s42408-021-00100-9.

LIGHTGER. PCH Paracambi – Modelagem Hidrodinâmica para desvio do Rio – LIGHTGER 001/11. [S. l.]: LIGHTGER, 2011.

NAÇÕES UNIDAS. Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. 2015. Disponível em: https://brasil.un.org/pt-br/91863-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentavel. Acesso em: 8 set. 2026.

ROCES-DÍAZ, J. V.; SANTÍN, C.; MARTÍNEZ-VILALTA, J.; DOERR, S. H. A global synthesis of fire effects on ecosystem services of forests and woodlands. Frontiers in Ecology and the Environment, v. 20, n. 3, p. 170-178, 2022. DOI: 10.1002/fee.2349.

SILVA, A. F. Voluntary brigades work on integrated fire management in conservation units. Biodiversidade Brasileira, v. 10, n. 1, p. 24, 2020. DOI: 10.37002/biobrasil.v10i1.1528.

TEIXEIRA, G. M. Serviços ambientais hidrológicos das áreas de preservação permanente em topo de morros. 2015. 49 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais) – Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2015.

PREVENÇÃO DE FATBERGS NA ORIGEM: APLICAÇÃO DE CONSÓRCIO DE *BACILLUS SPP.* EM CAIXAS DE GORDURA DE ESTABELECIMENTOS DE ALIMENTAÇÃO NO RIO DE JANEIRO

THAIANE SOARES MONTANDON

RESUMO

O acúmulo de óleos e gorduras de origem alimentar na rede coletora de esgoto favorece a formação de fatbergs, massas sólidas que comprometem o escoamento e elevam os custos de manutenção da infraestrutura urbana. A caixa de gordura, instalada na saída dos estabelecimentos geradores, constitui o ponto de controle na origem desse processo. Este relato descreve a aplicação de um consórcio de cinco espécies de *Bacillus* (*B. subtilis*, *B. pumilus*, *B. amyloliquefaciens*, *B. licheniformis* e *B. megaterium*) em caixas de gordura de dois estabelecimentos de alimentação em orla marítima no Rio de Janeiro, com o objetivo de avaliar o desempenho operacional do tratamento biológico na redução da carga orgânica e lipídica. O desenho adotado foi de comparação antes-depois em cada ponto, sem grupo controle paralelo, com coleta inicial e final analisada por laboratório independente acreditado pela ISO/IEC 17025. No Estabelecimento A, com 20 dias de ensaio, a DBO_5 reduziu 88,2% (3.156 para 374 mg/L) e a DQO, 79,1% (5.065 para 1.059 mg/L). No Estabelecimento B, com 15 dias de ensaio, a DBO_5 reduziu 63,1% (1.161 para 428 mg/L), os óleos e graxas totais caíram de 83 mg/L a valor não detectável e o nitrogênio amoniacal reduziu 99,7%. Em nenhum dos dois ensaios houve remoção mecânica por caminhão limpa-fossa entre as coletas, o que reforça a hipótese de que a redução observada está associada ao tratamento biológico. Os sólidos suspensos totais aumentaram 20,9% no Estabelecimento B, comportamento discutido a partir de hipóteses sobre mobilização de material aderido às paredes da caixa. Os resultados sugerem que o tratamento biológico na origem pode funcionar como etapa preliminar de controle de carga antes do lançamento na rede coletora, sem substituir o tratamento final exigido para o efluente.

Palavras-chave: bioaumentação; efluente lipídico; saneamento urbano.

1 INTRODUÇÃO

O termo fatberg foi incluído no Oxford English Dictionary em 2015. Fatbergs são massas sólidas endurecidas, formadas pelo acúmulo e pela solidificação progressiva de óleos e gorduras nas redes coletoras de esgoto. A dimensão econômica do problema é expressiva: estima-se um custo da ordem de £100 milhões por ano no Reino Unido associado a bloqueios de rede; óleos e gorduras de origem alimentar responderam por mais de 60% dos bloqueios registrados em Hong Kong no ano 2000; e cidades norte-americanas relatam gastos elevados com desobstrução e manutenção emergencial de redes coletoras (Mata *et al.*, 2024; Hernández-Montelongo *et al.*, 2026). Nas áreas litorâneas o problema é ainda maior, pois bloqueios e extravasamentos de esgoto bruto alcançam mais facilmente o ambiente marinho e as áreas de banho, afetando diretamente a saúde pública e o uso recreativo da orla (Martínez-Gomariz *et al.*, 2021).

A persistência do depósito de ácidos graxos tem base físico-química bem descrita: a hidrofobicidade dos triglicerídeos e ácidos graxos livres, a saponificação na presença de íons

DOI: 10.51189/vii-coninters/90474

cálcio, a cristalização por queda de temperatura ao longo da rede e a agregação progressiva de material particulado formam, juntas, uma matriz sólida de difícil remoção (Court *et al.*, 2021).

A estratégia recomendada internacionalmente consiste em evitar, desde a origem, que óleos e gorduras cheguem à rede coletora, ao invés de agir apenas quando bloqueios já se formaram e precisam ser removidos (Court *et al.*, 2021; Tzirita *et al.*, 2018). Dentro dessa lógica, a caixa de gordura posicionada na saída dos estabelecimentos geradores representa a unidade fundamental dessa prevenção: ela realiza a separação física do material graxo presente no efluente, porém sua função se limita ao acúmulo, não havendo eliminação desse material. Já a remoção mecânica realizada por caminhão limpa-fossa atua sobre o depósito já formado, sem interferir na velocidade de novos depósitos — efeito restrito a uma contenção pontual (Mata *et al.*, 2024; Tzirita *et al.*, 2018).

Além da via mecânica e da via química, soma-se uma alternativa biológica. Neste relato, ela é representada por um consórcio composto por cinco espécies de *Bacillus*, cada qual com perfil enzimático já descrito na literatura. O *B. subtilis* produz lipases, proteases e biossurfactantes (Barros *et al.*, 2013); o *B. pumilus*, lipase resistente à proteólise e biossurfactante emulsificante (Sangeetha; Arulpandi; Geetha, 2014; Marchut-Mikołajczyk *et al.*, 2021); o *B. amyloliquefaciens* e o *B. licheniformis* destacam-se na produção de enzimas hidrolíticas a partir de efluentes industriais complexos (Nguyen *et al.*, 2025); e o *B. megaterium* produz lipase termoestável (Sekhon *et al.*, 2006).

Um consórcio de cinco espécies, e não uma cepa isolada, amplia a cobertura: cada espécie de *Bacillus* ocupa uma faixa distinta, e apenas parcialmente sobreposta, de especificidade enzimática, pH ótimo e tolerância à temperatura. Essa distribuição amplia a janela de condições em que ao menos uma fração do consórcio permanece ativa em efluente real, de composição e temperatura variáveis, e consórcios assim tendem a superar cepas isoladas nesse tipo de efluente (Prasad; Manjunath, 2011; Arpigny; Jaeger, 1999).

Essas enzimas hidrolisam triglicerídeos, emulsificam a fração lipídica e degradam a fração proteica e amilácea da matéria orgânica acumulada na caixa. Dados de campo em operação comercial real, porém, ainda são escassos na literatura. Este relato tem como objetivo avaliar o desempenho operacional do tratamento biológico na redução da carga orgânica e lipídica lançada na rede coletora; a avaliação de conformidade com padrões de lançamento de efluentes não integra o escopo deste trabalho.

2 RELATO DE EXPERIÊNCIA

A análise foi feita em dois estabelecimentos na orla marítima do Rio de Janeiro, sendo ambos unidades de alimentação com cardápio que inclui frituras, preparações na chapa e grelhados, além de rotina de lavagem intensiva de louça; neste relato, são identificados apenas como Estabelecimento A e Estabelecimento B.

No Estabelecimento A, o ensaio teve duração de 20 dias, de 25/02/2026 a 17/03/2026, com painel analítico de DBO_5, DQO e pH; no Estabelecimento B, com duração de 15 dias, de 11/05/2026 a 26/05/2026, o painel foi ampliado e passou a incluir óleos e graxas totais, nitrogênio amoniacal, sólidos sedimentáveis e sólidos suspensos totais, além de DBO_5 e pH.

O consórcio de cinco espécies de *Bacillus* descrito na Introdução foi aplicado em ambos os pontos às segundas, quartas e sextas-feiras, pela manhã, na dosagem recomendada pelo fabricante.

As coletas exigem a abertura da caixa de gordura, procedimento que interfere na operação do estabelecimento, e por isso foram agendadas nos períodos de menor movimento. Essa condicionante operacional determinou os intervalos entre as coletas, que por isso diferem entre os dois estabelecimentos.

Os dois sistemas são compostos por caixas dispostas em série, subterrâneas e instaladas em área externa descoberta. No Estabelecimento A, o conjunto é formado por duas caixas de

DOI: 10.51189/vii-coninters/90474

gordura de 1 m³ cada. No Estabelecimento B, duas caixas de filtração em meio granular fino, do tipo areia, precedem uma caixa de porte grande, de 3 m³, cujo alçapão de acesso possui grade vazada. Essas caixas atuam por filtração em meio fino, e não por retenção mecânica de sólidos grosseiros. O consórcio foi aplicado em todas as caixas, pias e sanitários de cada estabelecimento, com metodologia idêntica nos dois pontos e variação apenas na quantidade aplicada, proporcional ao volume de cada instalação. As coletas foram realizadas sempre na última caixa da série, imediatamente antes da saída para a rede coletora. O efluente monitorado é predominantemente proveniente das caixas de gordura, embora receba também contribuição de esgoto sanitário. Todas as determinações analíticas foram realizadas por laboratório independente acreditado pela ISO/IEC 17025, segundo os métodos padronizados do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA/AWWA/WEF, 24ª edição), com coleta simples no mesmo ponto físico de cada caixa e cadeia de custódia documentada em todas as etapas. As amostras foram recebidas pelo laboratório no mesmo dia da coleta, em temperatura inferior a 5 °C.

Não houve grupo controle paralelo em nenhum dos dois pontos: cada caixa funciona como seu próprio referencial temporal, com a coleta do Dia 0 realizada imediatamente antes da primeira aplicação e comparada à coleta final. Nesse intervalo, nenhuma das duas caixas foi submetida a remoção mecânica por caminhão limpa-fossa, permanecendo em operação contínua durante todo o monitoramento. A redução de carga observada, portanto, não decorre do esvaziamento físico das caixas

Os resultados dos Estabelecimentos A e B constam nas Tabelas 1 e 2; a Figura 1 compara a redução percentual de DBO_5 entre os dois pontos.

Tabela 1. Resultados do Estabelecimento A (20 dias, 25/02 a 17/03/2026).

Parâmetro	Dia 0	Dia 20	Variação
DBO_5 (mg/L)	3.156	374	−88,2%
DQO (mg/L)	5.065	1.059	−79,1%
Razão DBO_5/DQO	0,62	0,35	-
pH	5,56	6,32	+0,76

Tabela 2. Resultados do Estabelecimento B (15 dias, 11/05 a 26/05/2026).

Parâmetro	Dia 0	Dia 15	Variação
DBO_5 (mg/L)	1.161	428	−63,1%
Óleos e graxas totais (mg/L)	83	N.D. (<5)	redução > 94%
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	60,93	0,16	−99,7%
Sólidos sedimentáveis (mL/L)	2,0	<0,1	redução > 95%
SST (mg/L)	193,6	234,0	+20,9%
pH	6,3	5,88	−0,42

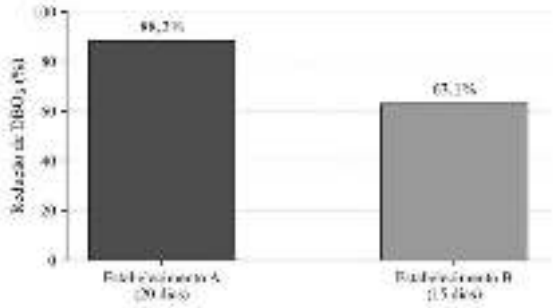


Figura 1. Redução percentual de DBO_5 nos dois estabelecimentos avaliados.

3 DISCUSSÃO

DOI: 10.51189/vii-coninters/90474

Nos dois estabelecimentos, avaliados em pontos independentes, com painéis analíticos e janelas de tempo distintas, a redução da carga orgânica medida pela DBO_5 apresentou a mesma direção e ordem de grandeza (88,2% no Estabelecimento A e 63,1% no Estabelecimento B). Essa convergência não substitui um grupo controle paralelo; reduz, isso sim, a probabilidade de o resultado refletir uma flutuação isolada do efluente de um único ponto e sugere um padrão associado à aplicação do consórcio nos dois casos.

Na literatura sobre consórcios bacterianos aplicados a efluente lipídico e a esgoto real, os estudos com maior sobreposição de cepas em relação ao consórcio aqui utilizado reforçam a mesma direção e ordem de grandeza dos resultados observados neste trabalho. Safitri *et al.* (2015) avaliaram um consórcio de *B. licheniformis*, *B. pumilus* e *B. subtilis* — três das cinco espécies do consórcio comercial utilizado neste relato — associado a *B. coagulans*, *Nitrosomonas* sp. e *Pseudomonas putida*, aplicado a efluente real de uma estação de tratamento de esgoto na Indonésia; a formulação mais eficaz reduziu 71,93% da DBO_5, 64,30% da DQO e 94,85% dos sólidos suspensos totais. Marquez Fontalvo *et al.* (2022) testaram um consórcio comercial de oito cepas, incluindo *B. subtilis*, *B. licheniformis* e *B. megaterium*, em esgoto doméstico real, tanto em escala de bancada quanto em uma estação de tratamento operacional, ao longo de 15 dias — janela temporal e tipo de efluente comparáveis aos do presente relato —, obtendo reduções de DQO entre 73% e 76% e de DBO_5 entre 55% e 82%. Por fim, Anderle *et al.* (2026) demonstraram que *B. megaterium* isolado, aplicado ao pré-tratamento de efluente real de abatedouro de peixes, reduziu óleos e graxas totais em até 87,44% e a DQO em 61,11%, corroborando a atividade lipolítica atribuída a essa espécie na Introdução. Os três estudos, por utilizarem efluente real e, em dois casos, janelas temporais equivalentes às adotadas nos Estabelecimentos A e B, aproximam-se metodologicamente do presente relato mais do que ensaios de bancada com meio sintético — embora persistam diferenças de composição do consórcio, escala do sistema e tipo de efluente gerador que impedem uma equivalência metodológica plena.

As janelas de 20 e 15 dias situam-se em faixa comparável à dos ensaios de bancada citados e correspondem a um estágio em que o consórcio já superou a adaptação inicial ao efluente, sem que se possa afirmar desempenho máximo. Em interceptores de gordura reais, a aplicação continuada de produto biológico altera a comunidade microbiana do sistema, associando-se a diferenças de desempenho entre ciclos tratados e não tratados (He; So; De los Reyes, 2016). A reaplicação três vezes por semana, e não em dose única, reforça essa leitura: o consórcio foi reintroduzido em um sistema aberto e continuamente alimentado. As reduções relatadas refletem, portanto, um estágio inicial de tratamento, não o patamar máximo.

No Estabelecimento A, a razão DBO5/DQO caiu de 0,62 para 0,35 em 20 dias, coerente com o consumo preferencial da fração prontamente biodegradável — indicador geral de atividade biológica, não específico do gênero Bacillus (Partani et al., 2025) — e não com diluição: não houve precipitação nas 24 horas anteriores a nenhuma das coletas finais, segundo a estação pluviométrica mais próxima (Rio de Janeiro, 2026). Uma razão de 0,35 converge com o descrito por Partani et al. (2025) para efluente moderadamente biodegradável, cuja fração remanescente é proporcionalmente mais resistente à degradação biológica.

A queda dos óleos e graxas totais de 83 mg/L para valor não detectável (limite de quantificação inferior a 5 mg/L), no Estabelecimento B, é o resultado mais ligado à finalidade da caixa de gordura, respaldado pela hidrólise lipolítica e emulsificação por biossurfactantes já descritas para espécies do consórcio (Barros *et al.*, 2013; Mendes *et al.*, 2005; Wong *et al.*, 2025).

O comportamento do pH subiu de 5,56 para 6,32 no Estabelecimento A e recuou de 6,3 para 5,88 no Estabelecimento B. Ambos os valores permanecem em faixa coerente com a atividade lipolítica do consórcio (Wong *et al.*, 2025; Arpigny; Jaeger, 1999).

DOI: 10.51189/vii-coninters/90474

Os resultados são coerentes com o mecanismo enzimático do consórcio descrito na Introdução (Barros *et al.*, 2013; Nguyen *et al.*, 2025). No Estabelecimento B, o nitrogênio amoniacal reduziu 99,7% (de 60,93 para 0,16 mg/L); convergindo com a assimilação de amônio na biomassa e a nitrificação heterotrófica associada a espécies do consórcio (Zhang *et al.*, 2024).

Sólidos Suspensos Totais

Os sólidos suspensos totais aumentaram 20,9% no Estabelecimento B, de 193,6 para 234,0 mg/L. Conforme o escopo declarado na Introdução, o achado é tratado apenas como comportamento operacional a explicar. Quatro hipóteses são consideradas, sem que nenhuma seja afirmada como certa.

A primeira, e mais defensável tecnicamente, é a mobilização de material aderido às paredes da caixa pela ação do consórcio, só contabilizado como sólido suspenso após se desprender — compatível com desestruturação da crosta aderida, não necessariamente com falha do tratamento, mecanismo já descrito para o biossurfactante de B. licheniformis sobre óleo aderido a superfícies (Ali et al., 2019).

A segunda hipótese é o incremento de biomassa microbiana ativa nos sólidos suspensos medidos; a terceira, o estágio ainda inicial do ensaio (15 dias). A quarta é o aporte pluvial: a caixa do Estabelecimento B, em área externa descoberta com alçapão de grade vazada, registrou 34,0 mm de chuva em 20/05/2026 e 14,2 mm em 21/05/2026, dias antes da coleta final (Rio de Janeiro, 2026), sugerindo arraste de sólidos do entorno. O próprio aumento dos sólidos é evidência contrária à diluição, que reduziria a concentração de sólidos junto com a DBO5, não o inverso observado. Sólidos Voláteis Suspensos permitiriam, em ensaios futuros, distinguir biomassa microbiana de sólidos de origem no afluente.

A ausência de acionamento de caminhão limpa-fossa em ambos os ensaios reforça que a redução de carga não decorre da via mecânica, sugerindo possível efeito sobre a frequência de manutenção das caixas, sem que este relato estime a economia associada.

Limitações

O desenho antes-depois sem controle paralelo é reconhecido na literatura de monitoramento ambiental como viável em campo, ainda que com limitações específicas (Smokorowski; Randall, 2017). As limitações deste relato são: ausência de grupo controle paralelo; número reduzido de coletas por ponto, apenas a inicial e a final em cada estabelecimento, o que impede tratamento estatístico e a caracterização da trajetória entre os extremos; painéis analíticos assimétricos entre os dois estabelecimentos; janelas de tempo distintas entre os dois pontos (20 e 15 dias); ausência de caracterização microbiológica da colônia aplicada, de modo que o efeito relatado é inferido pelo desempenho físico-químico do efluente; e exposição das caixas, em área externa descoberta, a aporte pluvial não quantificado.

4 CONCLUSÃO

Os dois casos relatados mostraram redução consistente da carga orgânica e lipídica em caixas de gordura sob operação comercial real, sem acionamento de remoção mecânica por caminhão limpa-fossa durante os períodos monitorados. O tratamento biológico com o consórcio de Bacillus spp. avaliado neste relato constitui uma etapa preliminar de controle de carga na origem, que não substitui o tratamento final exigido para o lançamento do efluente na rede coletora. Caixa a caixa, em cada estabelecimento gerador, esse controle é o que permite que cada ponto de origem deixe de contribuir para o passivo de óleos e gorduras que se acumula na rede coletora e favorece a formação de fatbergs. Consolidar essa evidência preliminar exige séries temporais mais longas, a inclusão de Sólidos Voláteis Suspensos no painel analítico,

painéis uniformizados entre os pontos e, quando o contexto operacional permitir, desenhos com grupo controle paralelo.

REFERÊNCIAS

ALI, N. et al. Production and Application of Biosurfactant Produced by *Bacillus licheniformis* Ali5 in Enhanced Oil Recovery and Motor Oil Removal from Contaminated Sand. **Molecules**, v. 24, n. 24, art. 4448, 2019. DOI: 10.3390/molecules24244448.

ANDERLE, G. A. et al. Effectiveness of *Bacillus megaterium* in pretreatment of fish slaughterhouse effluent. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, 2026. DOI: 10.1007/s43153-026-00641-z.

ARPIGNY, J. L.; JAEGER, K.-E. Bacterial lipolytic enzymes: classification and properties. **Biochemical Journal**, v. 343, n. 1, p. 177-183, 1999. DOI: 10.1042/bj3430177.

BARROS, F. F. C. et al. Production of enzymes from agroindustrial wastes by biosurfactant-producing strains of *Bacillus subtilis*. **Biotechnology Research International**, v. 2013, art. 103960, 2013. DOI: 10.1155/2013/103960.

COURT, E. K. et al. Looking through the FOG: microbiome characterization and lipolytic bacteria isolation from a fatberg site. **Microbiology**, v. 167, n. 12, art. 001117, 2021. DOI: 10.1099/mic.0.001117.

HE, X.; SO, M. J.; DE LOS REYES III, F. L. Shifts in microbial communities in bioaugmented grease interceptors removing fat, oil, and grease (FOG). **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 100, n. 16, p. 7025-7035, 2016. DOI: 10.1007/s00253-016-7398-7.

HERNÁNDEZ-MONTELONGO, R. et al. Fats, Oils, and Grease (FOG) Management in the Restaurant Sector of the Guadalajara Metropolitan Area, Mexico. **Resources**, v. 15, n. 3, art. 35, 2026. DOI: 10.3390/resources15030035.

MARCHUT-MIKOŁAJCZYK, O. et al. Biosurfactant from endophytic *Bacillus pumilus* 2A: physicochemical characterization, production and optimization and potential for plant growth promotion. **Microbial Cell Factories**, v. 20, art. 40, 2021. DOI: 10.1186/s12934-021-01533-2.

MARQUEZ FONTALVO, N. P. et al. Removal of Nitrogenous Compounds from Municipal Wastewater Using a Bacterial Consortium: an Opportunity for More Sustainable Water Treatments. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 233, art. 339, 2022. DOI: 10.1007/s11270-022-05754-y.

MARTÍNEZ-GOMARIZ, E. et al. Citizens' Perception of Combined Sewer Overflow Spills into Bathing Coastal Areas. **Water, Air, & Soil Pollution**, v. 232, n. 9, art. 370, 2021. DOI: 10.1007/s11270-021-05305-x.

MATA, A. et al. A review of grease trap waste management in the US and the upcycle as feedstocks for alternative diesel fuels. **Environments**, v. 11, n. 8, art. 159, 2024. DOI: 10.3390/environments11080159.

MENDES, A. A. et al. Aplicação de lipases no tratamento de águas residuárias com elevados teores de lipídeos. **Química Nova**, v. 28, n. 2, p. 296-305, 2005. DOI: 10.1590/S0100-40422005000200022.

NGUYEN, V. M. L. et al. Evaluation of industrial wastewaters as low-cost resources for sustainable enzyme production by *Bacillus* species. **Clean Technologies**, v. 7, n. 2, art. 45, 2025. DOI: 10.3390/cleantechnol7020045.

PARTANI, S. et al. Developing a reliable predictive model for the biodegradability index in industrial complex effluent. **Scientific Reports**, v. 15, art. 30108, 2025. DOI: 10.1038/s41598-025-15866-0.

PRASAD, M. P.; MANJUNATH, K. Comparative study on biodegradation of lipid-rich wastewater using lipase producing bacterial species. **Indian Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 1, p. 121-124, 2011.

RIO DE JANEIRO (Município). **Sistema Alerta Rio: dados pluviométricos - estação Barra/Barrinha**. Rio de Janeiro: Fundação GEO-Rio, 2026. Disponível em: https://www.sistema-alerta-rio.com.br/download/dados-pluviometricos/. Acesso em: 7 set. 2026.

SAFITRI, R. et al. Ability of bacterial consortium: *Bacillus coagulans, Bacilus licheniformis, Bacillus pumilus, Bacillus subtilis, Nitrosomonas* sp. and *Pseudomonas putida* in bioremediation of waste water in Cisirung waste water treatment plant. **AgroLife Scientific Journal**, v. 4, n. 1, p. 146-152, 2015. DOI: 10.17930/AGL2015122.

SANGEETHA, R.; ARULPANDI, I.; GEETHA, A. Molecular characterization of a proteolysis-resistant lipase from *Bacillus pumilus* SG2. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 45, n. 2, p. 389-393, 2014. DOI: 10.1590/s1517-83822014000200004.

SEKHON, A. et al. Production of extracellular lipase by *Bacillus megaterium* AKG-1 in submerged fermentation. **Indian Journal of Biotechnology**, v. 5, p. 179-183, 2006.

SMOKOROWSKI, K. E.; RANDALL, R. G. Cautions on using the Before-After-Control-Impact design in environmental effects monitoring programs. **FACETS**, v. 2, p. 212-232, 2017. DOI: 10.1139/facets-2016-0058.

TZIRITA, M. et al. Waste fat biodegradation and biomodification by *Yarrowia lipolytica* and a bacterial consortium composed of *Bacillus* spp. and *Pseudomonas putida*. **Engineering in Life Sciences**, v. 18, n. 12, p. 932-942, 2018. DOI: 10.1002/elsc.201800067.

WONG, J.-Y. et al. Influence of pH on the biodegradation efficiency of fats, oils, and grease by biosurfactant-producing bacterial consortia. **Biodegradation**, v. 36, n. 4, art. 50, 2025. DOI: 10.1007/s10532-025-10146-0.

ZHANG, X. et al. Characteristics of novel heterotrophic nitrification-aerobic denitrification bacteria *Bacillus subtilis* F4 and *Alcaligenes faecalis* P4 isolated from landfill leachate biochemical treatment system. **Water**, v. 16, n. 14, art. 1993, 2024. DOI: 10.3390/w16141993.

EQUIDADE E OPERACIONALIZAÇÃO DA POLÍTICA CLIMÁTICA MUNICIPAL EM TERESINA

MAIRA DANUSE SANTOS DE OLIVEIRA

RESUMO

As mudanças climáticas incidem sobre cidades marcadas por desigualdades socioespaciais, tornando insuficiente avaliar políticas locais apenas pela presença formal de metas e ações. Este estudo analisa como a equidade inscrita no Plano de Ação Climática de Teresina se aproxima de mecanismos capazes de orientar decisões públicas. Adotou-se estudo de caso qualitativo e longitudinal, com amostragem documental intencional e recorte entre outubro de 2023 e 8 de setembro de 2026. As 23 ações prioritárias do Plano foram codificadas manualmente, em duas passagens integrais, segundo três marcadores conservadores: territorialização operacional, participação institucionalizada em governança, deliberação ou monitoramento e dispositivo distributivo explícito. A análise foi triangulada com o Plano Municipal de Redução de Riscos, registros institucionais e o diagnóstico ClimateScanner do Tribunal de Contas do Estado do Piauí. Embora as 23 fichas contenham análise de equidade, apenas 8 (34,8%) apresentam territorialização operacional explícita, 2 (8,7%) institucionalizam participação e 6 (26,1%) contêm dispositivo distributivo. Os documentos posteriores indicam avanço mais consistente na produção de conhecimento territorial sobre riscos e na estrutura governamental do que na participação contínua, na integração setorial, no monitoramento e no financiamento climático. O ClimateScanner reforça essa assimetria ao registrar maior maturidade em gestão de riscos e estrutura administrativa, em contraste com baixos resultados em engajamento das partes interessadas e justiça climática. Conclui-se que a incorporação normativa da equidade não equivale à operacionalização institucional de dimensões da justiça climática. A passagem entre ambas exige que vulnerabilidades influenciem critérios territoriais de prioridade, composição das instâncias decisórias, distribuição de benefícios, instrumentos setoriais e rastreamento de recursos.

Palavras-chave: Governança urbana; Justiça ambiental; Vulnerabilidade socioambiental.

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas tensionam o planejamento urbano porque seus efeitos se distribuem sobre cidades social e espacialmente desiguais. Calor extremo, inundações, escassez hídrica e outros perigos interagem com renda, moradia, infraestrutura, acesso a serviços e capacidade institucional. O IPCC (2022) situa a interação entre perigo, exposição e vulnerabilidade no centro da adaptação e assinala que perdas e possibilidades de resposta não se distribuem de forma homogênea. Por isso, a ação climática municipal envolve não apenas metas de mitigação ou obras adaptativas, mas também os critérios que orientam prioridades, alocação de recursos e participação dos grupos expostos.

A existência de um plano climático, isoladamente, informa pouco sobre sua capacidade de produzir mudanças nas rotinas de governo. Aboagye e Sharifi (2024), ao revisarem 257 planos urbanos, identificaram progressos na abrangência temática acompanhados por fragilidades persistentes em implementação, monitoramento e avaliação. Em chave institucional, Marquardt, Fünfgeld e Elsässer (2023) observam que objetivos climáticos

DOI: 10.51189/vii-coninters/90558

adquirem maior estabilidade quando ingressam nas práticas e estruturas estatais. Rogers, Adams e Byrne (2025) acrescentam que liderança, recursos, coordenação e capacidade organizacional condicionam a implementação municipal da adaptação.

A justiça climática amplia esse problema ao perguntar quem suporta os impactos, quem recebe proteção, quem participa das decisões e quais experiências são reconhecidas. Schlosberg (2007) articula dimensões distributivas, procedimentais e de reconhecimento, permitindo distinguir a menção a desigualdades de sua conversão em regras de decisão. Essa distinção é particularmente pertinente para Teresina, cujo Plano de Ação Climática, publicado em 2023, organiza cinco eixos e 23 ações prioritárias e inclui análise de equidade em todas as fichas (Prefeitura Municipal de Teresina, 2023). Brito et al. (2026) identificaram essa incorporação como característica singular entre as capitais nordestinas analisadas, embora tenham classificado a implementação local em estágio inicial.

O problema, portanto, não é verificar apenas se a equidade aparece no documento, mas se ela alcança critérios de priorização territorial, participação institucionalizada e distribuição explícita de recursos, serviços ou benefícios. Este estudo tem por objetivo analisar as 23 ações prioritárias do Plano de Ação Climática de Teresina segundo esses três marcadores e relacionar o desenho normativo aos mecanismos institucionais documentados entre 2023 e 2026.

2 RELATO DE CASO/EXPERIÊNCIA

A pesquisa adotou abordagem qualitativa, desenho de estudo de caso e recorte longitudinal entre outubro de 2023 e 8 de setembro de 2026. A unidade empírica corresponde à institucionalização inicial da política climática municipal a partir do Plano de Ação Climática. Não foram medidos eficácia, redução efetiva de emissões ou efeitos sobre a vulnerabilidade, pois essas inferências exigiriam séries temporais, execução físico-financeira e indicadores de resultado ainda não consolidados. O exame concentrou-se na correspondência documentada entre compromissos normativos e mecanismos institucionais posteriores.

O corpus foi constituído por amostragem documental intencional. Foram incluídos registros públicos, oficiais ou científicos com autoria identificável, relação temporal direta com a trajetória do Plano, pertinência a pelo menos uma dimensão analítica e data verificável. O núcleo probatório reuniu o Plano de Ação Climática de 2023, produtos técnicos e registros institucionais municipais, o Plano Municipal de Redução de Riscos concluído tecnicamente em 2025 e o diagnóstico ClimateScanner aplicado pelo Tribunal de Contas do Estado do Piauí entre julho e setembro de 2025. Registros de 2025 e 2026 foram utilizados como sinais de trajetória quando ainda não havia documentação suficiente para demonstrar consolidação.

As 23 ações do Plano foram tratadas individualmente como unidades de codificação. O marcador T, territorialização operacional, foi atribuído quando subação, meta, indicador ou arranjo de execução definiu prioridade espacial associada a risco climático ou socioambiental, vulnerabilidade, déficit socioespacial de acesso ou prioridade ecológica explicitamente vinculada à adaptação. O marcador P, participação institucionalizada, exigiu função explícita de governança, deliberação ou monitoramento para sociedade civil, comunidades ou grupos afetados. O marcador D, dispositivo distributivo, foi registrado quando recursos, serviços, incentivos ou benefícios foram dirigidos explicitamente a grupos ou territórios vulnerabilizados. Os marcadores não são mutuamente exclusivos, não recebem pesos e não compõem índice. Menções restritas ao campo de análise de equidade, benefícios genéricos, campanhas educativas e formas de participação exclusivamente executivas foram classificadas como reconhecimento normativo, e não como mecanismo operacional.

A codificação foi realizada por um único codificador, manualmente, em duas passagens integrais pelas 23 fichas. Casos ambíguos foram rechecados e receberam valor 0 quando o mecanismo não estava explícito; a matriz de codificação preserva, para cada ação, página, decisão e justificativa, permitindo replicação independente. Em seguida, a trajetória

institucional foi acompanhada em seis dimensões: riscos e territorialização; governança; participação; justiça climática; integração e monitoramento; e financiamento. O ClimateScanner foi empregado somente como triangulação externa padronizada, sem substituir a análise autoral nem gerar as categorias. A ausência de registro no corpus foi interpretada como ausência de comprovação documental, e não como prova de inexistência na gestão municipal.

Os resultados mostram diferença clara entre a amplitude do reconhecimento normativo e a presença de dispositivos operacionais. Das 23 ações, 8 (34,8%) apresentam territorialização operacional explícita, 2 (8,7%) institucionalizam participação em governança, deliberação ou monitoramento e 6 (26,1%) contêm dispositivo distributivo. A territorialização aparece nas ações relacionadas a espaços verdes, Defesa Civil, drenagem, esgotamento sanitário, recursos hídricos, conservação de ecossistemas, transporte público e soluções baseadas na natureza em áreas sujeitas a inundação ou alagamento. A participação institucionalizada está nas ações de fortalecimento da Defesa Civil e governança climática. Os dispositivos distributivos são identificados nas ações de resíduos sólidos, reciclagem e compostagem, esgotamento sanitário, hortas urbanas, recursos hídricos e negócios e empregos verdes.

Tabela 1 - Marcadores operacionais nas 23 ações prioritárias do Plano

Marcador	Critério operacional	Ações com presença	n (%)
Territorialização	Prioridade espacial associada a risco, vulnerabilidade, déficit socioespacial ou prioridade ecológica vinculada à adaptação	A1, A2, A3, A6, A9, A11, A14, A19	8 (34,8%)
Participação	Função explícita de governança, deliberação ou monitoramento	A2, A10	2 (8,7%)
Dispositivo distributivo	Recursos, serviços, incentivos ou benefícios dirigidos a grupos ou territórios vulnerabilizados	A4, A5, A6, A7, A9, A20	6 (26,1%)

Fonte: elaboração própria a partir de Prefeitura Municipal de Teresina (2023). Nota: T, P e D não são mutuamente exclusivos, não recebem pesos e não compõem índice.

A trajetória posterior reforça a assimetria entre capacidades. Entre 2024 e 2025, o processo de elaboração do Plano Municipal de Redução de Riscos ampliou o conhecimento geoespacial e sistematizou intervenções para setores de risco (Cabral et al., 2025). No ClimateScanner, o componente de gestão de riscos alcançou aproximadamente 84%, enquanto a dimensão associada à Defesa Civil e ao risco de desastre ficou em torno de 33% (Tribunal de Contas do Estado do Piauí, 2026). O contraste indica que a capacidade de mapear riscos avançou mais rapidamente do que sua incorporação integral à prevenção, resposta, recuperação e financiamento.

Na governança, registro institucional de 2024 informou a criação da Comissão Municipal de Justiça Climática e sua composição intersetorial. A avaliação externa, entretanto, atribuiu aproximadamente 78% à estrutura governamental, 44% à coordenação horizontal e vertical e 17% ao engajamento das partes interessadas (Tribunal de Contas do Estado do Piauí,

2026). A distância entre esses resultados sugere que a criação de estruturas administrativas não equivale, por si só, à consolidação de cooperação regular e participação contínua.

A mesma diferença aparece na justiça climática. O componente recebeu aproximadamente 11% no ClimateScanner de 2025. O relatório reconheceu elementos socioeconômicos do Plano e a existência da comissão temática, mas registrou limitações na participação institucionalizada de grupos vulnerabilizados, na utilização sistemática de informações sociais para priorização e em salvaguardas distributivas. Na integração setorial, a estratégia de mitigação alcançou cerca de 33% e a de adaptação 44%; na dimensão financeira, finanças e gastos públicos ficaram em aproximadamente 17% e a capacidade de captação em 45% (Tribunal de Contas do Estado do Piauí, 2026).

3 DISCUSSÃO

O núcleo do caso está na diferença entre reconhecer desigualdades e convertê-las em critérios verificáveis de ação. Todas as fichas do Plano possuem análise de equidade, mas a frequência dos três marcadores é muito menor. Isso não reduz a importância do desenho normativo. Ao contrário, mostra que a política incorporou um vocabulário distributivo relevante, mas ainda o traduz seletivamente em regras capazes de orientar onde investir, quem participa e quem deve receber proteção ou recursos prioritariamente. T, P e D não medem justiça climática em sua totalidade; registram dimensões operacionais relevantes à sua institucionalização e não constituem escala agregada.

A leitura é consistente com Schlosberg (2007), para quem reconhecimento, distribuição e procedimento são dimensões interdependentes da justiça ambiental. Um plano pode identificar populações vulneráveis e benefícios esperados sem assegurar que essas populações influenciem decisões ou que a alocação siga critérios redistributivos. Di Giulio et al. (2025) reforçam, no contexto brasileiro, que a justiça distributiva da adaptação depende da articulação entre capacidades específicas diante dos perigos e condições gerais de vida e de funcionamento institucional. Em Teresina, o avanço do conhecimento territorial constitui base relevante, mas sua função distributiva depende de alterar prioridades de investimento e instrumentos setoriais.

A participação é o ponto em que a distância entre abertura consultiva e institucionalização se torna mais visível. A existência de oficinas, fóruns ou mobilização social não foi tratada como equivalente a participação com função de governança, deliberação ou monitoramento. Yazar et al. (2022) relacionam aprendizagem institucional à possibilidade de conhecimentos sociais modificarem enquadramentos e prioridades. Nesse sentido, a presença de apenas duas ações com participação institucionalizada ajuda a explicar por que o engajamento das partes interessadas permanece entre os componentes mais frágeis da avaliação externa.

A assimetria também aparece na integração às rotinas administrativas. Amado et al. (2026) identificaram baixa articulação entre planos climáticos e mecanismos ordinários de gestão urbana em capitais brasileiras. O caso de Teresina segue esse padrão quando o Plano central apresenta instrumentos para dados abertos, compras sustentáveis e incorporação da variável clima às decisões, mas o corpus ainda não registra integração equivalente em todos os setores nem série consolidada de monitoramento. A institucionalização, portanto, depende de a agenda climática ultrapassar estruturas especializadas e ingressar em orçamento, planejamento territorial, políticas setoriais e prestação de contas.

Iniciativas posteriores, como fóruns de justiça climática e projetos associados ao CITinova II, indicam continuidade e ampliação da agenda, mas são recentes para demonstrar mudança consolidada no padrão decisório. O mesmo cuidado se aplica à captação de recursos. A mobilização externa pode ampliar capacidade de investimento, mas não substitui um sistema municipal de financiamento climático com classificação orçamentária, identificação das fontes, acompanhamento da execução e transparência. A passagem do desenho à institucionalização

deve ser observada, portanto, na permanência dos mecanismos e na sua incorporação às rotinas ordinárias, não apenas no surgimento de novos projetos.

4 CONCLUSÃO

A análise confirma que a equidade está disseminada no desenho do Plano de Ação Climática de Teresina, mas sua operacionalização é seletiva. Das 23 ações, 8 (34,8%) territorializam explicitamente prioridades, 2 (8,7%) institucionalizam participação e 6 (26,1%) incorporam dispositivos distributivos. A trajetória entre 2023 e 2026 mostra maior avanço na produção de conhecimento territorial sobre riscos e na estrutura governamental do que na participação contínua, integração setorial, monitoramento e financiamento.

O resultado sustenta que a incorporação normativa da equidade não equivale à operacionalização institucional de dimensões da justiça climática. Para avançar nessa passagem, diagnósticos de risco precisam orientar critérios públicos de priorização territorial; grupos vulnerabilizados devem dispor de participação continuada nos espaços de decisão; e mitigação, adaptação e financiamento precisam ingressar de forma verificável nos instrumentos setoriais e orçamentários. O estudo é limitado pelo caráter documental, pelo curto horizonte posterior ao Plano e pela natureza conservadora da codificação. A classificação por um único codificador, ainda que realizada em duas passagens integrais e apoiada por matriz auditável, recomenda recodificação independente em estudos de replicação. Pesquisas futuras podem confrontar o desenho com execução física e financeira, decisões das instâncias participativas e distribuição espacial dos investimentos.

REFERÊNCIAS

ABOAGYE, P. D.; SHARIFI, A. Urban climate adaptation and mitigation action plans: a critical review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 189, 113886, 2024. DOI: 10.1016/j.rser.2023.113886.

AMADO, M.; SANTOS, J.; REMBISKI, F.; SALVALAIO, R.; ALVAREZ, C. Contributions of sustainable planning to climate action plans in Brazil. **City and Environment Interactions**, v. 29, 100293, 2026. DOI: 10.1016/j.cacint.2025.100293.

BRITO, I. B. de; ANDRADE, J. C. S.; VENTURA, A. C.; SILVA, Â. M. A. Climate action plans of Brazilian northeastern capitals: comparative analysis and challenges. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales**, v. 19, n. 1, p. 49-63, 2026. DOI: 10.22201/iingen.0718378xe.2026.19.1.89169.

CABRAL, D. da S.; ANDRETTA, E. R.; SANTOS, L. F. dos; OLIVEIRA, M. A. **Plano municipal de redução de riscos**: Teresina, PI. Teresina: Serviço Geológico do Brasil; São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2025.

DI GIULIO, G. M.; SERRAO-NEUMANN, S.; LINDOSO, D. P.; PEREZ, G. G.; NEDER, E. A.; TORRES, R. Advancing adaptation of highly heterogeneous urban contexts for improved distributive climate justice: an analysis of specific and generic adaptive capacities of Brazilian cities. **Sustainable Cities and Society**, v. 130, 106665, 2025. DOI: 10.1016/j.scs.2025.106665.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change 2022**: impacts, adaptation and vulnerability. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. DOI: 10.1017/9781009325844.

MARQUARDT, J.; FÜNFGELD, A.; ELSÄSSER, J. P. Institutionalizing climate change mitigation in the Global South: current trends and future research. **Earth System Governance**, v. 15, 100163, 2023. DOI: 10.1016/j.esg.2022.100163.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TERESINA. **Plano de Ação Climática**: Teresina rumo ao carbono neutro. Teresina: Agenda Teresina 2030, 2023.

ROGERS, N. J. L.; ADAMS, V. M.; BYRNE, J. A. Moving beyond the plan: exploring the opportunities to accelerate the implementation of municipal climate change adaptation policies and plans. **Environmental Policy and Governance**, v. 35, n. 2, p. 276-291, 2025. DOI: 10.1002/eet.2142.

SCHLOSBERG, D. **Defining environmental justice**: theories, movements, and nature. Oxford: Oxford University Press, 2007. DOI: 10.1093/acprof:oso/9780199286294.001.0001.

TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO PIAUÍ. **Diagnóstico das ações governamentais no município de Teresina voltadas à resiliência climática, por meio da metodologia "ClimateScanner - TCU"**: relatório de levantamento. Processo TC/008895/2025. Teresina: TCE-PI, 2026.

YAZAR, M.; HAARSTAD, H.; DRENGENES, L. L.; YORK, A. Governance learning from collective actions for just climate adaptation in cities. **Frontiers in Sustainable Cities**, v. 4, 932070, 2022. DOI: 10.3389/frsc.2022.932070.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

DA PESQUISA AO PRODUTO TÉCNICO: PLATAFORMA DIGITAL PARA GOVERNANÇA SUSTENTÁVEL NO PLANO PIAUÍ 2030

MAIRA DANUSE SANTOS DE OLIVEIRA

Introdução: No Plano Piauí 2030, a dispersão de informações, a baixa integração entre comunicação e acompanhamento, as limitações de inteligibilidade e a reduzida visibilidade do retorno institucional configuraram um problema aplicado de governança: como transformar necessidades identificadas pela pesquisa em componentes funcionais de uma solução digital, preservando a correspondência entre diagnóstico, requisito funcional e configuração da solução. **Objetivo:** Relatar o desenvolvimento de uma plataforma digital para o Plano Piauí 2030 como produto técnico de pesquisa aplicada, explicitando a cadeia entre achados da investigação, requisitos funcionais e decisões de arquitetura orientadas à governança sustentável. **Relato de caso/experiência:** O desenvolvimento baseou-se em pesquisa qualitativa que articulou revisão sistemática da literatura, análise documental e 23 entrevistas semiestruturadas com agentes públicos e do canal institucional de escuta, representantes da sociedade civil, juventude, setor produtivo e cidadãos. Na etapa aplicada, estabeleceu-se correspondência analítica entre problema identificado, requisito funcional e componente da solução. Limitações de inteligibilidade fundamentaram recursos de comunicação em linguagem acessível; a dispersão informacional orientou a integração de notícias, indicadores e dados territoriais; a baixa continuidade da interação sustentou mecanismos de participação social; e a reduzida visibilidade do retorno institucional orientou funcionalidades de devolutiva e acompanhamento. A arquitetura resultante reuniu módulos de comunicação e transparência, monitoramento de metas e Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, participação social e devolutiva institucional, além de camada transversal de acessibilidade e núcleo integrador de governança digital. O portal foi materializado como produto técnico informativo e não oficial. **Conclusão:** O principal resultado foi tornar explícita e verificável a passagem da evidência produzida pela pesquisa para o requisito funcional e deste para a configuração arquitetural do produto. Essa correspondência explicita a lógica de desenvolvimento técnico e demonstra uma forma de converter conhecimento aplicado em solução digital orientada à sustentabilidade institucional. A efetividade institucional não foi avaliada nesta etapa; sua análise posterior requer examinar a integração administrativa, a definição de responsabilidades e as rotinas permanentes de monitoramento, participação e retorno.

Palavras-chave: **INOVAÇÃO PÚBLICA; PARTICIPAÇÃO SOCIAL; SUSTENTABILIDADE INSTITUCIONAL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90563

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

AGENDA 2030 E UNIVERSIDADES FEDERAIS: MECANISMOS DE INSTITUCIONALIZAÇÃO DOS ODS

MARCO AURÉLIO GUIMARÃES; DANIELA DE SOUZA SILVA; LUCIANA TEIXEIRA

Introdução: Diante do avanço das preocupações socioambientais em escala global, a Agenda 2030 e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas configuram-se como uma importante diretriz estratégica para as Instituições de Ensino Superior. Devido às suas funções essenciais de formação de novos profissionais, produção acadêmica, fomento à inovação e extensão comunitária, as universidades desempenham um papel de liderança e transformação social no cumprimento dessas metas globais. **Objetivo:** Nesse contexto, este estudo objetiva compreender como as Universidades Federais Brasileiras classificadas no *UI GreenMetric World University Rankings* 2023 estão implementando e institucionalizando os ODS. **Metodologia:** Metodologicamente, a pesquisa caracteriza-se como qualitativa e descritiva, utilizando a técnica de análise documental aplicada a uma amostra de 19 universidades públicas federais. Foram analisados documentos institucionais obrigatórios: Planos de Desenvolvimento Institucional (PDI), Relatórios de Gestão e Planos de Logística Sustentável (PLS), além de informações disponibilizadas nos sites oficiais das instituições. O aporte teórico fundamenta-se na articulação entre a Teoria da Legitimidade e a Teoria Institucional. **Resultados:** Os resultados revelam que o processo de institucionalização dos ODS nas universidades analisadas encontra-se em estágio de construção contínua. Observa-se que a incorporação dos ODS ocorre de forma predominante mediante a obrigatoriedade de vinculação dos objetivos globais aos projetos de pesquisa e de extensão, bem como pelo alinhamento formal das diretrizes estratégicas contidas nos PDIs. Além disso, evidencia-se um comportamento isomórfico impulsionado pela busca de validação pública, reputação e obtenção de legitimidade perante a sociedade e seus *stakeholders*, externado principalmente na ampla divulgação da participação em rankings sustentáveis e prêmios. **Conclusão:** Conclui-se que, apesar de disparidades na transparência e no nível de aprofundamento das informações prestadas nos relatórios formais, as IES federais utilizam os ODS para respaldar suas práticas de gestão, embora seja necessário um avanço na padronização da divulgação e na integração prática contínua das metas socioambientais.

Palavras-chave: **OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL; UNIVERSIDADES FEDERAIS; UI GREENMETRIC**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90581

POTENCIAL DOS RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS PARA PRODUÇÃO DE BIOETANOL: UMA ABORDAGEM SOB A PERSPECTIVA DA ECONOMIA CIRCULAR E DA DESCARBONIZAÇÃO

LAYS LAYBER DE CASTRO

RESUMO

A crescente necessidade de redução das emissões de gases de efeito estufa e de diversificação das fontes energéticas tem impulsionado a busca por alternativas aos combustíveis fósseis. Nesse contexto, o aproveitamento de resíduos agroindustriais lignocelulósicos para produção de bioetanol apresenta potencial para associar a geração de biocombustíveis à valorização de resíduos e aos princípios da economia circular. Este trabalho teve como objetivo analisar o potencial de resíduos agroindustriais para a produção de bioetanol, com ênfase no bagaço de cana-de-açúcar e na casca de soja, considerando suas contribuições para a economia circular e a descarbonização do setor de combustíveis. A pesquisa foi desenvolvida por meio de revisão bibliográfica de estudos publicados entre 2021 e 2026, complementada pela análise de resultados de um estudo de caso desenvolvido pela autora sobre a produção de etanol de segunda geração a partir de casca de soja integrada a uma usina de cana-de-açúcar. Os resultados da literatura indicam que resíduos lignocelulósicos apresentam potencial para conversão em biocombustíveis e outros produtos de maior valor agregado, contribuindo para o aproveitamento de recursos e para a redução da dependência de matérias-primas fósseis. No estudo de caso, a simulação indicou produção de 463,3 L de etanol por tonelada de casca de soja processada, enquanto a avaliação econômica estimou preço mínimo de venda de US$ 0,43/L. A Avaliação do Ciclo de Vida indicou potencial de aquecimento global de 3,95 kg CO_2 eq no sistema *gate-to-gate*, com destaque para a contribuição do consumo energético e dos insumos químicos. Conclui-se que a valorização de resíduos agroindustriais para produção de bioetanol apresenta potencial para contribuir para a economia circular e a descarbonização, embora os benefícios ambientais e econômicos dependam da eficiência tecnológica, da integração industrial e das condições operacionais adotadas.

Palavras-chave: resíduos agroindustriais; economia circular; descarbonização.

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), associada à crescente demanda energética e à dependência histórica de combustíveis fósseis, tem ampliado o interesse por fontes renováveis capazes de contribuir para a transição para sistemas energéticos de menor intensidade de carbono. Nesse cenário, os biocombustíveis produzidos a partir de biomassa lignocelulósica constituem uma alternativa relevante, especialmente quando obtidos a partir de resíduos e subprodutos de cadeias agroindustriais já estabelecidas. Estudos recentes apontam que a valorização de resíduos agrícolas pode simultaneamente reduzir a disposição inadequada de biomassa, gerar produtos de maior valor agregado e substituir parcialmente matérias-primas de origem fóssil, aproximando as cadeias produtivas dos

DOI: 10.51189/vii-coninters/90620

princípios da bioeconomia circular (MUJTABA et al., 2023; YAASHIKAA; KUMAR; VARJANI, 2023).

A biomassa lignocelulósica apresenta particular interesse para a produção de bioetanol de segunda geração (2G) devido à presença de celulose e hemicelulose, que podem ser convertidas em açúcares fermentescíveis após etapas de pré-tratamento e hidrólise. Diferentemente de matérias-primas utilizadas diretamente na produção convencional de etanol, a utilização de resíduos agroindustriais permite direcionar materiais já gerados pelas atividades agrícolas e industriais para novas rotas produtivas, favorecendo a recuperação de recursos e a criação de cadeias de valor adicionais. Nesse sentido, a valorização de resíduos lignocelulósicos é apontada como uma das possibilidades de aproximação entre produção de biocombustíveis e economia circular (MUJTABA et al., 2023; BHAT et al., 2024).

Entre os resíduos de relevância para o contexto brasileiro destaca-se o bagaço de cana-de-açúcar, cuja disponibilidade está diretamente relacionada à expressiva cadeia sucroenergética nacional. A literatura recente demonstra que diferentes rotas podem ser empregadas para sua conversão em bioetanol, sendo a combinação entre simulação de processos e Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) uma abordagem importante para identificar o desempenho ambiental dessas alternativas. Santoyo-Castelazo et al. (2023), por exemplo, avaliaram a produção de bioetanol a partir do bagaço por meio da integração entre simulação e ACV, evidenciando a relevância da avaliação ambiental para a análise da rota tecnológica.

A casca de soja, por sua vez, constitui outro resíduo agroindustrial com potencial para aproveitamento energético e biotecnológico. Estudos experimentais recentes demonstram sua capacidade de conversão em bioetanol de segunda geração. Nishida et al. (2021) estimaram a obtenção de até 124 kg de bioetanol por tonelada de casca de soja mediante pré-tratamento com imidazol, enquanto Nishida et al. (2023) obtiveram rendimento máximo de bioetanol de 78,9% após pré-tratamento e hidrólise enzimática.

Entretanto, o aproveitamento de resíduos para produção de biocombustíveis não implica, por si só, desempenho ambiental ou econômico superior. O consumo energético, os reagentes empregados no pré-tratamento e na hidrólise, a eficiência da conversão, o transporte da biomassa e as características do sistema analisado podem influenciar significativamente os resultados. Patel e Singh (2024), por exemplo, demonstraram, por meio de ACV, que diferentes resíduos agrícolas podem apresentar desempenhos ambientais distintos e que a produção de bioetanol ainda pode apresentar dependência significativa de fontes fósseis em determinadas configurações.

Diante desse contexto, este trabalho tem como objetivo analisar o potencial de resíduos agroindustriais para a produção de bioetanol, com ênfase no bagaço de cana-de-açúcar e na casca de soja, sob a perspectiva da economia circular e da descarbonização, utilizando evidências da literatura recente e resultados obtidos em estudo de caso de produção de etanol 2G a partir de casca de soja integrada a uma unidade de produção de etanol de cana-de-açúcar.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo caracteriza-se como uma pesquisa qualitativa, exploratória e descritiva, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica e análise de resultados provenientes de estudo de caso previamente desenvolvido pela autora. A estratégia metodológica foi estruturada de modo a relacionar três dimensões principais: potencial tecnológico de conversão dos resíduos em bioetanol, contribuição para a economia circular e potencial de descarbonização.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90620

A revisão bibliográfica contemplou publicações científicas disponíveis entre 2021 e 2026, priorizando estudos relacionados à utilização de resíduos agroindustriais, biomassa lignocelulósica, produção de bioetanol de segunda geração, economia circular, bioeconomia, Avaliação do Ciclo de Vida e redução das emissões de GEE. Foram considerados, especialmente, estudos relacionados ao bagaço de cana-de-açúcar e à casca de soja, além de trabalhos de revisão sobre valorização de resíduos agrícolas e produção de biocombustíveis.

Como complemento à revisão, foram utilizados resultados da dissertação de mestrado da autora, intitulada *Uso da casca de soja como matéria-prima alternativa na entressafra da cana-de-açúcar para produção de bioetanol: simulação, análise tecnoeconômica e ambiental* (CASTRO, 2026). O estudo avaliou a integração de uma rota de produção de etanol 2G a partir de casca de soja a uma usina de etanol de cana-de-açúcar durante o período de entressafra. A metodologia contemplou simulação do processo no Aspen Plus®, análise econômica e Avaliação do Ciclo de Vida, utilizando o OpenLCA e o método ReCiPe 2016 Midpoint. A fronteira adotada para a ACV foi do tipo *gate-to-gate*.

A rota tecnológica analisada compreendeu as etapas de conversão da biomassa lignocelulósica, com destaque para o pré-tratamento e a hidrólise, posteriormente integrada às etapas existentes da produção de etanol de primeira geração. A dissertação estruturou a ACV conforme as diretrizes das normas ABNT NBR ISO 14040 e ABNT NBR ISO 14044, contemplando definição de objetivo e escopo, análise de inventário, avaliação de impactos e interpretação.

Na análise econômica, foi utilizado o Minimum Ethanol Selling Price (MESP) como indicador para avaliar a competitividade econômica da rota proposta. O MESP foi determinado a partir dos custos de capital e operacionais, considerando os parâmetros econômicos empregados no modelo desenvolvido no Aspen Process Economic Analyzer (APEA).

Os resultados do estudo de caso foram posteriormente confrontados com as evidências encontradas na literatura recente, permitindo uma análise integrada do potencial dos resíduos agroindustriais como matérias-primas para produção de bioetanol e de suas contribuições para a economia circular e a descarbonização.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Potencial dos resíduos agroindustriais para produção de bioetanol

A literatura recente evidencia que resíduos agroindustriais lignocelulósicos constituem uma fonte relevante de carbono renovável para produção de combustíveis e produtos químicos. A valorização desses materiais pode contribuir para a substituição de matérias-primas fósseis e para a criação de cadeias produtivas baseadas na recuperação de recursos, aproximando os sistemas de produção dos princípios da economia circular (MUJTABA et al., 2023; YAASHIKAA; KUMAR; VARJANI, 2023).

Nesse contexto, o bioetanol de segunda geração apresenta uma vantagem conceitual importante: sua produção pode utilizar biomassa que já integra outras cadeias produtivas, evitando, em determinadas condições, a necessidade de destinar áreas agrícolas exclusivamente à produção de matéria-prima energética. A conversão de resíduos em combustíveis pode, portanto, representar uma estratégia de valorização de recursos residuais, desde que os impactos associados às etapas adicionais de processamento sejam devidamente considerados.

A literatura também demonstra que a valorização de biomassa lignocelulósica pode ultrapassar a simples produção de energia, possibilitando a obtenção de diferentes produtos em sistemas de biorrefinaria. Essa característica reforça a relação entre aproveitamento de resíduos e economia circular, uma vez que um mesmo fluxo residual pode ser direcionado para diferentes

DOI: 10.51189/vii-coninters/90620

produtos de maior valor agregado, aumentando o aproveitamento dos recursos disponíveis (MUJTABA et al., 2023; SEGERS et al., 2024).

3.2 Bagaço de cana-de-açúcar como matéria-prima para bioetanol

O bagaço de cana-de-açúcar destaca-se pela integração natural com a cadeia sucroenergética. A possibilidade de direcionar parte dessa biomassa para a produção de etanol 2G permite ampliar a produção de biocombustível sem necessariamente estabelecer uma nova cadeia agrícola para obtenção da matéria-prima.

Santoyo-Castelazo et al. (2023) avaliaram a produção de bioetanol a partir do bagaço de cana por meio de simulação e ACV, obtendo uma produção estimada de 0,42 L de bioetanol por quilograma de bagaço na configuração analisada. O estudo demonstra, ainda, a importância da integração entre modelagem de processos e avaliação ambiental na identificação do desempenho da rota.

Resultados mais recentes reforçam essa tendência. Joshikumar et al. (2026) avaliaram uma rota de valorização do bagaço de cana para produção de bioetanol combinando avaliação tecnoeconômica e ACV. Os autores observaram que alterações nas condições de processo poderiam reduzir simultaneamente custos de produção e potencial de aquecimento global, demonstrando a importância da otimização tecnológica para o desempenho ambiental e econômico da rota.

Assim, o bagaço apresenta potencial não apenas como fonte de carbono para produção de etanol, mas também como elemento de integração entre diferentes etapas da cadeia sucroenergética. A utilização dessa biomassa, contudo, deve considerar seus usos alternativos e a configuração energética da usina, uma vez que o bagaço também desempenha papel importante na geração de energia e vapor.

3.3 Casca de soja como matéria-prima para bioetanol

A casca de soja apresenta características favoráveis à conversão bioquímica devido à presença de frações estruturais de celulose e hemicelulose. Estudos experimentais recentes confirmam sua possibilidade de utilização na produção de bioetanol de segunda geração.

Nishida et al. (2021) demonstraram a possibilidade de produção simultânea de bioetanol e ácido succínico a partir da casca de soja. No estudo, aproximadamente 1 tonelada de casca poderia resultar em até 124 kg de bioetanol utilizando *Saccharomyces cerevisiae*, evidenciando o potencial da biomassa para obtenção de produtos de interesse industrial.

Posteriormente, Nishida et al. (2023) avaliaram diferentes condições de pré-tratamento da casca de soja com imidazol e verificaram rendimento máximo de bioetanol de 78,9% após hidrólise enzimática e fermentação. Esses resultados reforçam a importância da etapa de pré-tratamento para aumentar a acessibilidade da celulose e favorecer a conversão dos carboidratos estruturais.

Os resultados obtidos na dissertação da autora ampliam essa discussão ao avaliar a casca de soja não apenas em escala experimental, mas em uma configuração conceitual integrada a uma usina de etanol de cana-de-açúcar. A simulação realizada no Aspen Plus® indicou uma produção de 463,3 L de etanol por tonelada de casca de soja processada.

Esse resultado evidencia que a casca de soja apresenta potencial para ser incorporada a uma cadeia produtiva de biocombustíveis, especialmente quando sua utilização é associada à infraestrutura industrial existente. Entretanto, os resultados devem ser interpretados considerando que a simulação representa uma configuração conceitual e depende das premissas adotadas para composição da biomassa, conversões, disponibilidade de matéria-prima e condições operacionais.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90620

3.4 Economia circular e valorização dos resíduos

A transformação de resíduos agroindustriais em bioetanol representa uma mudança de perspectiva em relação ao modelo linear de produção, no qual matérias-primas são extraídas, processadas, consumidas e posteriormente descartadas. Na perspectiva circular, os resíduos são considerados potenciais recursos capazes de retornar ao sistema produtivo sob a forma de novos produtos.

Mujtaba et al. (2023) destacam que a biomassa lignocelulósica proveniente de resíduos agrícolas pode ser direcionada para diferentes aplicações dentro de uma lógica de economia circular, incluindo biocombustíveis, bioplásticos e biocompósitos. Yaashikaa, Kumar e Varjani (2023) também ressaltam o potencial da recuperação de resíduos agrícolas para geração de bioenergia e produtos de maior valor agregado.

No caso estudado por Castro (2026), a integração da casca de soja à infraestrutura de uma usina de etanol existente representa uma estratégia particularmente interessante de circularidade industrial. A proposta considera a utilização de uma matéria-prima alternativa durante a entressafra da cana, aproveitando parte da infraestrutura instalada e ampliando a utilização temporal dos ativos industriais. A dissertação destaca justamente o potencial dessa integração para diversificação das matérias-primas e aproveitamento da infraestrutura existente.

Portanto, a contribuição para a economia circular não está restrita ao simples aproveitamento da biomassa. Ela envolve também a integração entre cadeias produtivas, utilização mais eficiente de infraestrutura, geração de novos produtos e redução da necessidade de descarte ou de destinação de resíduos.

3.5 Bioetanol e potencial de descarbonização

A valorização de resíduos agrícolas para produção de bioetanol pode contribuir para a redução da dependência de combustíveis fósseis, mas o benefício ambiental depende das características específicas de cada rota. Patel e Singh (2024) demonstraram que diferentes resíduos agrícolas apresentam desempenhos ambientais distintos e que o consumo de energia e a dependência de fontes fósseis podem permanecer relevantes mesmo em sistemas baseados em biomassa residual.

Essa questão é particularmente importante no estudo da casca de soja desenvolvido pela autora. A ACV realizada no sistema *gate-to-gate* apresentou 3,95 kg CO_2 eq de potencial de aquecimento global, sendo identificada contribuição relevante do consumo energético e da utilização de insumos químicos nas etapas de conversão da biomassa.

O resultado demonstra que a classificação da casca de soja como “resíduo” não é suficiente para garantir, isoladamente, um desempenho ambiental superior. A etapa de transformação do resíduo em combustível também deve ser considerada. Dessa maneira, melhorias na eficiência energética, otimização das condições de pré-tratamento e redução ou substituição de insumos de maior impacto podem contribuir para aumentar os benefícios ambientais da rota.

Essa interpretação é coerente com estudos recentes sobre biocombustíveis de resíduos agrícolas, que apontam a necessidade de considerar simultaneamente emissões, demanda energética, consumo de água e incertezas metodológicas na avaliação de sustentabilidade (PATEL; SINGH, 2024).

Mais recentemente, Kusmayadi et al. (2026) destacaram que tecnologias avançadas de conversão podem aumentar o rendimento dos biocombustíveis e contribuir para a redução das emissões, embora custos, logística e condições de implantação ainda constituam desafios importantes para a expansão dessas rotas.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90620

Dessa forma, a descarbonização proporcionada pelo bioetanol de resíduos deve ser entendida como potencial condicionado ao desempenho do sistema, e não como uma consequência automática da utilização de biomassa residual.

3.6 Integração das dimensões ambiental, econômica e tecnológica

Os resultados analisados indicam que a avaliação da sustentabilidade de resíduos agroindustriais como matérias-primas para bioetanol deve considerar simultaneamente aspectos tecnológicos, ambientais e econômicos.

No estudo de Castro (2026), a produção simulada de 463,3 L de etanol por tonelada de casca de soja foi associada a um MESP de US$ 0,43/L, enquanto o custo operacional anual estimado foi de US$ 104,48 milhões. A própria dissertação, entretanto, conclui que o potencial técnico e ambiental não implica necessariamente competitividade econômica, indicando a necessidade de otimização operacional e redução dos custos de produção.

Essa constatação é relevante para a perspectiva de sustentabilidade adotada neste trabalho. Uma rota de produção de bioetanol baseada em resíduos somente poderá contribuir de forma consistente para uma transição sustentável se apresentar condições técnicas adequadas, impactos ambientais compatíveis e perspectiva econômica de implantação.

Nesse sentido, a economia circular não deve ser compreendida exclusivamente como estratégia ambiental. A valorização de resíduos precisa também gerar valor econômico e eficiência no uso dos recursos, de modo que a circularidade seja tecnicamente aplicável e economicamente sustentável.

4 CONCLUSÃO

A análise realizada evidencia que resíduos agroindustriais lignocelulósicos apresentam potencial relevante para produção de bioetanol de segunda geração e podem contribuir para a construção de sistemas produtivos mais circulares e de menor dependência de combustíveis fósseis. O bagaço de cana-de-açúcar apresenta vantagem associada à sua disponibilidade e integração com a cadeia sucroenergética, enquanto a casca de soja demonstra potencial como matéria-prima alternativa para produção de etanol, conforme evidenciado tanto por estudos experimentais recentes quanto pelo estudo de caso desenvolvido nesta pesquisa.

Os resultados da dissertação analisada demonstraram produção simulada de 463,3 L de etanol por tonelada de casca de soja, MESP de US$ 0,43/L e potencial de aquecimento global de 3,95 kg CO_2 eq no sistema *gate-to-gate*. Esses resultados indicam potencial técnico e ambiental da rota, mas também evidenciam a necessidade de melhorias relacionadas ao consumo energético, à utilização de insumos e à competitividade econômica.

Sob a perspectiva da economia circular, a utilização desses resíduos permite ampliar o aproveitamento de recursos já inseridos em cadeias agroindustriais, gerar produtos de maior valor agregado e, no caso de sistemas integrados, aumentar a utilização de infraestrutura industrial existente. Do ponto de vista da descarbonização, a substituição de matérias-primas e combustíveis fósseis por biomassa residual apresenta potencial de redução de impactos, embora os benefícios dependam da eficiência das etapas de conversão e das características do sistema produtivo.

Conclui-se, portanto, que a valorização de resíduos agroindustriais para produção de bioetanol constitui uma estratégia promissora de integração entre economia circular, sustentabilidade industrial e descarbonização, mas sua efetividade deve ser avaliada de maneira sistêmica, considerando simultaneamente aspectos tecnológicos, ambientais e econômicos.

REFERÊNCIAS

DOI: 10.51189/vii-coninters/90620

BHAT, M. A. et al. Lignocellulosic biomass in circular economy: a techno-transition in carbon neutrality towards sustainable energy production. *Biomass and Bioenergy*, 2024.

CASTRO, Lays Layber de. *Uso da casca de soja como matéria-prima alternativa na entressafra da cana-de-açúcar para produção de bioetanol: simulação, análise tecnoeconômica e ambiental*. 2026. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2026.

JOSHIKUMAR, N.; NOOR, A.; PANT, K. K.; BOTHA, F.; HENRY, R. J. Economic assessment and life cycle analysis of sugarcane bagasse valorization to bioethanol via one-pot deep eutectic solvent pretreatment. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, v. 20, n. 3, p. 1475-1491, 2026. DOI: 10.1002/bbb.70139.

KHATRI, P.; PANDIT, A. B. Systematic review of life cycle assessments applied to sugarcane bagasse utilization alternatives. *Biomass and Bioenergy*, 2022.

KUSMAYADI, A. et al. Advancements in low-carbon biofuel production from agricultural waste valorization. *Biomass and Bioenergy*, v. 207, 108726, 2026. DOI: 10.1016/j.biombioe.2025.108726.

MUJTABA, M. et al. Lignocellulosic biomass from agricultural waste to the circular economy: a review with focus on biofuels, biocomposites and bioplastics. *Journal of Cleaner Production*, v. 402, 136815, 2023. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.136815.

NISHIDA, V. S. et al. Bioethanol and succinic acid co-production from imidazole-pretreated soybean hulls. *Industrial Crops and Products*, v. 172, 114060, 2021. DOI: 10.1016/j.indcrop.2021.114060.

NISHIDA, V. S. et al. Second Generation Bioethanol Production from Soybean Hulls Pretreated with Imidazole as a New Solvent. *Fermentation*, v. 9, n. 2, 93, 2023. DOI: 10.3390/fermentation9020093.

PATEL, K.; SINGH, S. K. Environmental sustainability, energy efficiency and uncertainty analysis of agricultural residue-based bioethanol production: a comprehensive life cycle assessment study. *Biomass and Bioenergy*, v. 191, 107439, 2024. DOI: 10.1016/j.biombioe.2024.107439.

SANToyo-CASTELAZO, E. et al. Life cycle assessment of bioethanol production from sugarcane bagasse using a gasification conversion process: bibliometric analysis, systematic literature review and a case study. *Applied Thermal Engineering*, v. 219, 119414, 2023. DOI: 10.1016/j.applthermaleng.2022.119414.

SEGERS, B. et al. Lignocellulosic biomass valorisation: a review of feedstocks, processes and potential value chains and their implications for the decision-making process. *RSC Sustainability*, v. 2, p. 3730-3749, 2024.

YAASHIKAA, P. R.; KUMAR, P. S.; VARJANI, S. Recovery of agricultural waste biomass: a path for circular bioeconomy. *Science of the Total Environment*, v. 870, 161904, 2023. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.161904.

DO RESÍDUO À SUSTENTABILIDADE: TRANSFORMAÇÃO DO ÓLEO DE COZINHA EM SABÃO ECOLÓGICO POR MEIO DA EXTENSÃO

LUCIELE DAMAS PEREIRA; RAISSA BARBOSA OLIVEIRA; ANA CRISTINA DA SILVA SOUSA; VANTHELLY DO NASCIMENTO GOMES; JOVAN MARQUES LARA JUNIOR

RESUMO

O projeto de extensão do Instituto Federal do Piauí (IFPI) teve como objetivo sensibilizar a comunidade sobre os impactos ambientais do descarte inadequado do óleo residual de cozinha e demonstrar uma alternativa de reaproveitamento por meio da produção de sabão ecológico. A ação, vinculada ao curso de Tecnologia em Gestão Ambiental, foi desenvolvida com um grupo de mulheres da comunidade de Teresina-PI e organizada em etapas de pré-planejamento, planejamento e execução. Inicialmente, realizou-se levantamento bibliográfico sobre os impactos ambientais associados ao descarte irregular do óleo e sobre possibilidades de reciclagem, além da seleção e do teste prévio de uma formulação de sabão com baixo custo e materiais acessíveis. Na etapa de execução, realizada em dezembro de 2024, foram promovidas palestra dialogada e oficina prática, abordando descarte adequado, reaproveitamento de resíduos, sustentabilidade e possibilidades de geração complementar de renda. Durante a produção do sabão, foram adotadas medidas de segurança e utilizados Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), em razão do manuseio de hidróxido de sódio. A receptividade do público foi acompanhada por observação direta e por formulário de satisfação aplicado após a atividade. Participaram da avaliação 18 mulheres, das quais 16 (88,9%) atribuíram notas entre 9 e 11, indicando elevada aceitação da metodologia empregada. Também foram observados questionamentos, anotações e participação nas etapas práticas. Os resultados evidenciaram a contribuição da ação para aproximar conhecimentos acadêmicos e práticas cotidianas de gestão de resíduos, demonstrando uma destinação útil para o óleo residual. Conclui-se que a atividade apresentou potencial como estratégia de sensibilização ambiental, valorização de resíduos e fortalecimento da relação entre instituição de ensino e comunidade.

Palavras-chave: sensibilização; educação ambiental; economia circular

1 INTRODUÇÃO

As ações antrópicas exercem influência direta sobre os ciclos naturais e o equilíbrio ambiental. O crescimento populacional, associado à intensificação dos processos produtivos e à incorporação de novas tecnologias, tem contribuído para o aumento da geração de resíduos com diferentes características físicas, químicas e biológicas. Nesse cenário, a gestão adequada desses materiais constitui um dos principais desafios socioambientais contemporâneos, especialmente diante da crescente preocupação com a conservação dos recursos naturais e com os efeitos das mudanças climáticas.

Embora no senso comum seja frequente a utilização do termo “lixo” para designar materiais descartados após o consumo, nem todos esses materiais são necessariamente rejeitos. Parte deles apresenta características que possibilitam sua reutilização, reciclagem ou aproveitamento em novos ciclos produtivos. Assim, quando manejados adequadamente, determinados resíduos podem adquirir novo valor ambiental, social e econômico, reduzindo a

DOI: 10.51189/vii-coninters/90721

demanda por matérias-primas e os impactos associados à disposição inadequada.

Nesse contexto, destaca-se a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), instituída pela Lei nº 12.305/2010, que estabelece princípios, objetivos e instrumentos relacionados à gestão e ao gerenciamento dos resíduos sólidos no Brasil. Para os fins da legislação, o conceito de resíduo sólido também abrange determinados líquidos cujas particularidades inviabilizam seu lançamento na rede pública de esgotamento sanitário ou em corpos d'água, exigindo soluções técnicas ou economicamente viáveis para sua destinação adequada (Brasil, 2010).

Entre os resíduos que apresentam essas características encontra-se o óleo residual de cozinha, gerado em residências e estabelecimentos comerciais do setor alimentício. O elevado consumo de óleos vegetais no país resulta, consequentemente, na geração de quantidades expressivas desse resíduo. Segundo Segatto (2013), estima-se que aproximadamente três bilhões de litros de óleo de cozinha sejam consumidos anualmente no Brasil.

Diante desse cenário, compreender os problemas decorrentes de seu descarte inadequado torna-se fundamental para o desenvolvimento e a disseminação de alternativas ambientalmente adequadas para seu reaproveitamento.Após sua utilização em processos de fritura, o óleo sofre alterações em suas características físicas e químicas, perceptíveis, por exemplo, por mudanças na cor, no odor e na viscosidade. Além dessas modificações, a exposição repetida a elevadas temperaturas favorece processos oxidativos e a formação de compostos potencialmente prejudiciais à saúde, tornando desaconselhável sua reutilização contínua para fins alimentícios. Dessa forma, após o encerramento de sua vida útil na preparação de alimentos, torna-se necessária a adoção de formas adequadas de acondicionamento, coleta e destinação.

Apesar disso, o descarte do óleo de cozinha no lixo comum ou diretamente nas redes de esgotamento sanitário ainda constitui uma prática observada em residências, bares, restaurantes, hospedarias e outros estabelecimentos (Martins *et al*., 2020).

Por apresentar característica hidrofóbica, o óleo não se mistura facilmente à água e, quando lançado inadequadamente em corpos hídricos, pode formar uma película superficial capaz de dificultar as trocas gasosas e comprometer a qualidade ambiental desses ecossistemas (Castellanelli *et al*., 2007). Seu lançamento na rede de esgoto também pode ocasionar incrustações, obstruções e dificuldades nos processos de tratamento dos efluentes.

Quando disposto diretamente no solo, o óleo residual também pode alterar suas propriedades e interferir nos processos de infiltração e circulação da água, contribuindo para impactos sobre a qualidade ambiental. Assim, considerando os efeitos associados ao descarte inadequado, a reciclagem e o reaproveitamento desse resíduo apresentam-se como alternativas para minimizar sua disposição no ambiente e possibilitar sua transformação em novos produtos (Mendonça, 2021).

Entre as possibilidades de aproveitamento do óleo residual de cozinha destacam-se sua utilização na fabricação de biodiesel, tintas, lubrificantes, detergentes e sabões. A reinserção desse material em novos ciclos produtivos aproxima-se dos princípios da economia circular e da logística reversa, uma vez que prolonga a utilização dos recursos e reduz a quantidade de resíduos destinados ao descarte. Além dos benefícios ambientais, essas práticas podem proporcionar vantagens econômicas e contribuir para a redução de problemas nos sistemas de coleta e tratamento de águas residuárias (Martins *et al*., 2020).

Sob essa perspectiva, determinados resíduos sólidos apresentam potencial para serem transformados em produtos com valor agregado, podendo inclusive contribuir para a geração complementar de renda (Amaral; Chaud; Reigota, 2016). Entre essas alternativas, a produção artesanal de sabão a partir do óleo residual de cozinha destaca-se pela relativa simplicidade do processo, disponibilidade da matéria-prima e baixo custo dos insumos. Além de promover o reaproveitamento de um resíduo potencialmente poluidor, essa prática pode ser empregada como estratégia de educação ambiental, favorecendo a sensibilização da comunidade quanto ao

consumo, descarte responsável e aproveitamento de resíduos (Neves, 2021).

Nesse sentido, ações extensionistas desenvolvidas por instituições de ensino podem contribuir para aproximar o conhecimento científico das demandas da sociedade, possibilitando a construção e a troca de saberes com a comunidade. A realização de atividades práticas voltadas ao reaproveitamento de resíduos constitui uma oportunidade de articular educação ambiental, sustentabilidade e geração de renda, estimulando a participação social na busca por soluções para problemas ambientais presentes no cotidiano.

2 RELATO DE CASO/EXPERIÊNCIA

O presente trabalho caracteriza-se como um relato de experiência, de natureza descritiva e abordagem qualitativa, desenvolvido a partir de uma ação extensionista vinculada ao curso de Tecnologia em Gestão Ambiental do Instituto Federal do Piauí (IFPI). O projeto teve início em 2023, foi desenvolvido por cinco discentes e teve como público-alvo um grupo de mulheres idosas da comunidade local.

A ação foi organizada em três etapas: pré-planejamento, planejamento e execução. As duas primeiras ocorreram entre 2023 e 2024 e envolveram a definição do público-alvo, levantamento bibliográfico, seleção e teste da formulação do sabão ecológico e organização das atividades educativas. A escolha das participantes considerou localização, facilidade de deslocamento, disponibilidade de horários e possibilidade de adesão, sendo selecionado um grupo que realizava encontros semanais em uma igreja da comunidade. A articulação ocorreu com o auxílio da coordenadora do grupo, inclusive por meio do aplicativo WhatsApp.

Após a definição do público, realizou-se pesquisa bibliográfica sobre os impactos ambientais do descarte inadequado do óleo residual de cozinha e suas possibilidades de reaproveitamento. Diferentes formulações de sabão artesanal foram avaliadas considerando baixo custo, disponibilidade dos ingredientes e viabilidade de aplicação na oficina. A formulação selecionada foi previamente testada pelos extensionistas em ambiente laboratorial, permitindo verificar o procedimento e os cuidados necessários para sua execução.

Para a produção do sabão foram utilizados 2 L de óleo residual de cozinha previamente filtrado, 300 g de hidróxido de sódio (NaOH) em flocos a 99%, 500 mL de água, 200 mL de água sanitária, 150 a 200 mL de detergente e, opcionalmente, três colheres de sopa de sal ou bicarbonato de sódio. O óleo foi filtrado para remoção de resíduos sólidos e, separadamente, preparou-se a solução alcalina em recipiente de polietileno de alta densidade (PEAD), em ambiente ventilado e com utilização de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs). Posteriormente, o óleo foi incorporado gradualmente à solução alcalina, seguido dos demais componentes, mantendo-se agitação contínua por aproximadamente 20 a 30 minutos, até obtenção de mistura homogênea. Após a solidificação, o sabão foi desenformado, cortado em barras e submetido ao período de cura. As barras produzidas nos testes preliminares foram embaladas e distribuídas às participantes como lembrança da ação.

A execução da atividade extensionista ocorreu em dezembro de 2024, em dois momentos complementares. Inicialmente, realizou-se palestra dialogada sobre os impactos ambientais do descarte inadequado do óleo residual e os benefícios ambientais, sociais e econômicos de seu reaproveitamento. Em seguida, foi desenvolvida a oficina prática de produção do sabão ecológico. As participantes receberam material impresso com a formulação e orientações de segurança, incluindo o uso de EPIs. O procedimento foi inicialmente demonstrado pelos extensionistas e, posteriormente, as participantes auxiliaram na preparação, sob orientação da equipe.

Durante a ação também foram fornecidas orientações sobre coleta, armazenamento e destinação adequada do óleo residual, destacando seu reaproveitamento como matéria-prima e seu potencial como alternativa complementar de geração de renda. A participação e receptividade foram acompanhadas por observação direta, considerando interação, perguntas,

DOI: 10.51189/vii-coninters/90721

anotações e envolvimento na atividade prática. Ao final, aplicou-se uma avaliação quantitativa de satisfação, por meio de escala numérica, para verificar a percepção das participantes sobre a palestra e a oficina.

Figura 1 – Síntese do sabão ecológico a partir do óleo residual de cozinha

3 DISCUSSÃO

A metodologia empregada durante a palestra e a oficina prática foi avaliada pelas participantes por meio de um formulário de satisfação elaborado no Google Forms, aplicado após a realização da ação extensionista. O instrumento permitiu avaliar quantitativamente a percepção do público em relação às atividades desenvolvidas, mediante atribuição de notas em uma escala de 0 a 11**.**

Participaram da avaliação 18 mulheres**.** Os resultados demonstraram elevada aceitação da ação, uma vez que 16 participantes (88,9%) atribuíram notas entre 9 e 11**.** Dentre as respostas, 10 participantes (55,6%) atribuíram nota 11, enquanto as notas 9 e 10 foram atribuídas por três participantes cada (16,7%). As notas 7 e 8 receberam uma resposta cada (5,6%), não sendo registradas avaliações inferiores a 7.

Tabela 1 – Nível de satisfação das participantes em relação à ação extensionista

Nota	Número de participantes	Percentual (%)
7	1	5,6
8	1	5,6
9	3	16,7
10	3	16,7
11	10	55,6
Total	18	100,0

Fonte: Dados da pesquisa (2024).

DOI: 10.51189/vii-coninters/90721

A concentração das respostas nas maiores pontuações indica uma avaliação favorável da metodologia empregada, especialmente pela combinação entre exposição dialogada e atividade prática. O resultado demonstra que a proposta apresentou boa receptividade entre as participantes, com predominância das avaliações situadas na faixa superior da escala adotada. As notas 7 e 8, embora inferiores às demais, também permaneceram na faixa positiva da avaliação.

Cabe destacar que os resultados do formulário representam o nível de satisfação das participantes com a ação**,** não constituindo, isoladamente, evidência de mudança efetiva de comportamento ambiental.

Entretanto, durante a realização das atividades, também foram observadas manifestações de interesse, como questionamentos, anotações e participação nas etapas práticas da oficina. Esses elementos, associados aos resultados do formulário, indicam receptividade do público à temática e às estratégias educativas utilizadas.

A ação possibilitou apresentar às participantes uma alternativa prática para o reaproveitamento do óleo residual de cozinha, por meio de sua transformação em sabão ecológico.

Dessa maneira, a atividade articulou conhecimentos relacionados à educação ambiental, gestão de resíduos e reaproveitamento de materiais, ao mesmo tempo em que demonstrou a possibilidade de obtenção de um produto com utilidade doméstica e potencial valor econômico.

Resultados semelhantes são relatados por Pereira (2024), no trabalho intitulado *"Produção de sabão ecológico como ferramenta de educação ambiental e alfabetização científica no Ensino Fundamental II: relato de experiência de uma escola pública na Paraíba"*. A experiência desenvolvida no Colégio Waldecyr também utilizou a produção de sabão a partir do óleo residual como estratégia educativa, articulando conhecimentos teóricos e atividades práticas relacionadas à educação ambiental.

Segundo Pereira (2024), a participação dos estudantes nas etapas práticas favoreceu a aproximação entre os conhecimentos científicos e situações presentes no cotidiano, contribuindo para que conceitos relacionados à ciência e ao meio ambiente fossem trabalhados de maneira concreta.

Essa perspectiva aproxima-se da experiência desenvolvida no presente projeto, no qual a oficina permitiu demonstrar às participantes uma aplicação prática para um resíduo gerado frequentemente no ambiente doméstico.

A utilização da produção de sabão como instrumento de educação ambiental também foi abordada por Silva Júnior *et al.* (2023), no trabalho *"Reciclagem do óleo de cozinha usado para a fabricação de sabão artesanal, aplicado na pesquisa, ensino e extensão do IFPI"*. Os autores desenvolveram oficinas de reciclagem do óleo residual articuladas às dimensões da pesquisa, do ensino e da extensão, destacando a possibilidade de utilizar essa prática como estratégia de sensibilização para questões ambientais.

A aproximação entre esses trabalhos e a presente experiência evidencia que a produção de sabão a partir do óleo residual pode ultrapassar a finalidade de obtenção de um produto, constituindo-se também em uma estratégia educativa. A atividade permite abordar conceitos relacionados ao consumo, geração de resíduos, descarte adequado, reciclagem e sustentabilidade a partir de situações presentes no cotidiano dos participantes.

Além da dimensão ambiental e educativa, o reaproveitamento do óleo apresenta uma dimensão socioeconômica. O sabão produzido pode ser destinado ao próprio consumo doméstico, contribuindo potencialmente para a redução de gastos com produtos de limpeza.

A possibilidade de geração de renda também foi apresentada durante a ação como uma das formas de valorização do resíduo, embora esse aspecto não tenha sido mensurado economicamente no presente estudo.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90721

A fabricação de sabão possui antecedentes históricos e passou por diferentes processos de transformação ao longo do tempo. Conforme Santos *et al.* (2018), diferentes civilizações desenvolveram práticas relacionadas à produção e utilização de substâncias com propriedades semelhantes às dos sabões.

Atualmente, esses produtos apresentam diferentes formulações e aplicações, reforçando a importância econômica e social de seus derivados.

Dessa forma, os resultados obtidos demonstram que a ação extensionista apresentou elevado nível de satisfação entre as participantes e possibilitou integrar conhecimentos ambientais a uma experiência prática de reaproveitamento de resíduos.

A associação entre palestra dialogada e oficina favoreceu a participação do público e permitiu demonstrar, de maneira acessível, como o óleo residual de cozinha pode ser reinserido em um novo ciclo de utilização por meio da produção de sabão ecológico.

4 CONCLUSÃO

O reaproveitamento do óleo residual de cozinha para a produção de sabão ecológico mostrou-se uma alternativa de educação ambiental capaz de integrar conhecimentos teóricos e práticas sustentáveis. Além de contribuir para a destinação adequada desse resíduo e para a redução de impactos sobre o solo, os sistemas de esgotamento sanitário e os recursos hídricos, sua transformação em um produto de utilidade doméstica pode favorecer a redução de despesas e representar uma possibilidade de geração complementar de renda.

Os resultados indicaram elevada receptividade à ação extensionista, considerando a participação das mulheres durante a palestra e a oficina e a avaliação da metodologia empregada. Entre as 18 participantes que responderam ao formulário de satisfação, 88,9% atribuíram notas entre 9 e 11. A experiência também favoreceu a aproximação entre instituição de ensino e comunidade, permitindo aos discentes aplicar conhecimentos da Gestão Ambiental e promover a troca de saberes. Entretanto, os resultados representam indicadores de satisfação, participação e sensibilização, não sendo possível afirmar mudanças permanentes de comportamento ambiental, uma vez que não foram aplicados instrumentos de avaliação antes e após a intervenção.

A formulação utilizada mostrou-se acessível em razão do baixo custo e da disponibilidade dos materiais, embora a produção artesanal de sabão exija cuidados rigorosos devido ao uso de hidróxido de sódio, tornando indispensáveis orientação adequada e utilização de EPIs. Recomenda-se a realização de novas ações de ensino, pesquisa e extensão com diferentes públicos, incorporando avaliações antes e após as intervenções e análises relacionadas ao conhecimento e à percepção ambiental, bem como à qualidade, ao custo e à viabilidade econômica do produto obtido.

REFERÊNCIAS

AMARAL, V. A.; CHAUD, M. V.; REIGOTA, M. A. dos S. Alternativas políticas pedagógicas da produção de sabão artesanal: um diálogo com a Educação Ambiental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, *[S. l.]*, v. 14, n. 3, p. 50–74, 2019. DOI:10.34024/revbea.2019.v14.9365. Disponível em: https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/9365. Acesso em: 8 set. 2023.

C. A. Castellanelli, C. I. d. Mello, J. E. Ruppenthal, and H. Ronaldo, “Óleos comestíveis: o rotulo das embalagens como ferramenta informativa da correta destinação de pós-uso”,2007.

MARTINS, Charlene Testa; CONTI, Tábata Zeferino; LISBOA, Vanessa Gonçalo. Uma alternativa consciente de reaproveitamento do óleo de Cozinha: a fabricação de sabão

caseiro. **XIV Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e X Encontro Latino Americano de Pós-Graduação-Universidade do Vale do Paraíba**, 2020.

MENDONÇA, Stephanny Clarissy da Silva. Contribuindo para a conscientização ambiental de alunos do ensino médio de escolas estaduais: Reciclagem do óleo de cozinha. 2021. 64f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.

NEVES, Bianca Ferreira et al. A produção de sabão como uma forma de preservação do meio ambiente e de ensino de Ciências. 2021.
PEREIRA, Larissa da Silva. **PRODUÇÃO DE SABÃO ECOLÓGICO COMO FERRAMENTA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO ENSINO FUNDAMENTAL II: RELATO DE EXPERIÊNCIA DE UMA ESCOLA PÚBLICA NA PARAÍBA**. 2024. 53 p. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em química) - Universidade federal da paraíba, [*S. l.*], 2024.
PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA CASA CIVIL SUBCHEFIA PARA ASSUNTOS JURÍDICOS. Lei decreto nº LEI Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. [S. l.], 2 ago. 2010.

SANTOS, A. L.; LORENZUTTI, A. O. F.; SANTOS, E. S. A.; CUNHA, G. C. A.; LEITE, S. Q. M. Alfabetização científica em uma abordagem CTS/CTSA a partir da produção artesanal de sabão com óleo vegetal. In: Congresso Regional de Formação e EAD - CONCEFOR, 5. 2018, Vitória. Anais [...] Vitória, 2018.

SEGATTO, F. B. **Conhecendo as formas de descartes do óleo saturado de cozinha para verificar a educação ambiental na escola**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, [S. l.], v. 10, n. 10, p. 2122–2129, 2013. DOI: 10.5902/223611707602. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/7602.

SILVA JÚNIOR, Jorge Henrique; SANTOS, Francisco José Borges dos; MATOS, Fábio de Oliveira; CORTEZ, Neydiane Lopes; ANJOS, Mateus de Lima; SANTOS, Francisco Fabrício
da Silva; MONTE, Maria José Soares; ROSA, Mirna Sales Loiola; DAMASCENO, Antônia Paula Araújo. Reciclagem do óleo de cozinha usado para a fabricação de sabão artesanal, aplicada na pesquisa, ensino e extensão do IFPI. *Somma: Revista Científica do Instituto Federal do Piauí*, Teresina, v. 10, p. 1–19 (e181024), 2024. DOI: 10.51361/somma.v10i1.206. Disponível em: https://revistas.ifpi.edu.br/index.php/somma/article/view/206.

DA RESTAURAÇÃO À REGENERAÇÃO TERRITORIAL: UMA EXPERIÊNCIA INTEGRADA DE ÁGUA, SOLO, BIODIVERSIDADE E AGRICULTURA FAMILIAR NA CAATINGA

MARCELO VILLA FORTE DE OLIVEIRA

RESUMO

A degradação de territórios no semiárido brasileiro resulta de processos interdependentes que envolvem disponibilidade hídrica, funcionalidade do solo, cobertura vegetal, biodiversidade e condições de permanência das populações rurais. Este trabalho apresenta um relato de experiência desenvolvido em uma propriedade rural de Euclides da Cunha, Bahia, no bioma Caatinga, a partir da implantação de uma abordagem de regeneração territorial que articula manejo da água, recuperação progressiva do solo, revegetação com espécies nativas e participação da agricultura familiar. A experiência foi sistematizada a partir de registros operacionais, fotografias e observações de campo do ciclo inicial de implantação, consolidados até agosto de 2026. Entre os resultados de implantação encontram-se a execução de estruturas destinadas a reduzir e redistribuir o escoamento superficial, a organização de áreas de plantio e o estabelecimento inicial de aproximadamente quatrocentas mudas de espécies adaptadas à Caatinga. Os registros permitiram distinguir resultados efetivamente executados de impactos biofísicos ainda não mensurados. A experiência indica que intervenções isoladas apresentam capacidade limitada de reorganização territorial quando não são articuladas aos demais componentes do sistema. Em condições semiáridas, a água mostrou-se um elemento estruturante para ordenar as intervenções, mas sua contribuição depende da capacidade do solo de infiltrar, armazenar e transformar essa disponibilidade em suporte aos processos biológicos. O relato também evidenciou que a dimensão produtiva e a presença humana precisam ser incorporadas desde o desenho da intervenção, sem antecipar resultados econômicos ainda não consolidados. Conclui-se que a passagem de estratégias pontuais de restauração para abordagens de regeneração territorial requer integração entre processos biofísicos, experiência local, monitoramento e capacidade adaptativa. O acompanhamento longitudinal será necessário para testar a evolução de indicadores de solo, água, vegetação, biodiversidade e desempenho produtivo.

Palavras-chave: Desenvolvimento regional; Semiárido; Sistemas socioecológicos.

1 INTRODUÇÃO

A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro marcado por elevada variabilidade climática, sazonalidade hídrica e forte dependência da capacidade do território de captar, infiltrar, armazenar e redistribuir a água disponível. Em ambientes semiáridos, os efeitos da degradação não se restringem à perda de cobertura vegetal. Alterações físicas, químicas e microbiológicas do solo podem reduzir produtividade, ciclagem de nutrientes, controle da erosão e outras funções ecossistêmicas, dificultando trajetórias de recuperação. Em estudo realizado sob diferentes condições de Caatinga, Macedo et al. (2023) observaram perdas significativas de atributos e serviços ecossistêmicos em áreas mais degradadas, reforçando a necessidade de estratégias capazes de reconstruir a funcionalidade do sistema.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90744

O manejo da água constitui um componente particularmente relevante. Brito et al. (2008), ao avaliarem sistemas de captação in situ no semiárido brasileiro, demonstraram que diferentes formas de manejo do escoamento produzem diferenças expressivas nas perdas de água e solo. O estudo reforça que a simples ocorrência de chuva não é suficiente: a forma como a paisagem recebe e conduz essa água influencia infiltração, erosão e disponibilidade para os processos produtivos.

A discussão contemporânea sobre agricultura regenerativa oferece referências úteis, embora o conceito permaneça aberto. Newton et al. (2020), ao analisarem definições acadêmicas e de organizações praticantes, identificaram abordagens centradas tanto em processos quanto em resultados, com recorrência de objetivos ligados à saúde do solo, biodiversidade, carbono, água e bem-estar socioeconômico. Schreefel et al. (2020) propõem o solo como ponto de entrada para regenerar múltiplos serviços ecossistêmicos. Lehmann et al. (2020), por sua vez, destacam a saúde do solo como capacidade continuada de funcionar como ecossistema vivo, conectando produção, água, clima, plantas, animais e seres humanos.

Esses aportes sugerem que a regeneração de áreas rurais degradadas pode exigir uma escala de leitura mais ampla do que a parcela produtiva. A perspectiva dos sistemas socioecológicos reconhece a interação entre processos ecológicos e ações humanas e enfatiza resiliência, adaptação, incerteza e transformação (Folke, 2006). A experiência relatada neste trabalho parte dessa integração e busca compreender o território como uma unidade em que água, solo, vegetação, biodiversidade, produção e presença humana se condicionam mutuamente.

O objetivo deste trabalho é analisar o ciclo inicial de implantação de uma experiência de regeneração territorial na Caatinga, identificando as intervenções efetivamente realizadas, os aprendizados derivados de sua execução e os limites do conhecimento disponível nesta etapa, de modo a distinguir resultados de implantação de impactos ecológicos ou econômicos que ainda dependem de monitoramento longitudinal.

2 RELATO DE CASO/EXPERIÊNCIA

A experiência foi desenvolvida na Fazenda São José, situada na localidade de Baixa do Enxú, zona rural de Euclides da Cunha, Bahia. A propriedade possui aproximadamente 204 hectares e reúne áreas produtivas e extensões de Caatinga nativa ou em regeneração. O local funciona como área piloto do Instituto Arvoreser para desenvolvimento e aprendizagem de uma abordagem de regeneração territorial adaptada ao semiárido.

O ciclo inicial foi organizado a partir de uma leitura territorial preliminar, com observação do relevo, caminhos preferenciais de escoamento, pontos de concentração de água, condições aparentes do solo, cobertura vegetal e usos produtivos. Em vez de iniciar pelo plantio, a implantação priorizou a relação da paisagem com a água, buscando identificar onde a precipitação se concentrava, onde o escoamento adquiria energia erosiva e onde seria possível aumentar o tempo de permanência da água no terreno.

Como resultados concretos de implantação, foram executadas estruturas de manejo do escoamento superficial, incluindo caixas secas em pontos estratégicos e estruturas de retenção distribuídas no terreno. Essas intervenções foram concebidas para desacelerar fluxos, favorecer infiltração localizada e reduzir a transferência rápida de água e sedimentos para as cotas mais baixas. A experiência também passou a integrar estruturas de reservação hídrica existentes no território à lógica de planejamento das áreas de regeneração e produção.

Após essa primeira organização física, foram definidas áreas e linhas de implantação vegetal. Em junho de 2026, o ciclo inicial registrou o plantio de aproximadamente quatrocentas mudas, com utilização de espécies adaptadas à Caatinga e de interesse ecológico ou produtivo, entre elas umbuzeiro, quixabeira, aroeira, angico, licuri, imburana, baraúna e catingueira. O estabelecimento das mudas foi tratado como etapa de uma trajetória, e não como indicador

suficiente de restauração. Sobrevivência, crescimento, contribuição para cobertura, aporte de matéria orgânica e interação com outras espécies exigem acompanhamento posterior.

A presença de agricultor familiar parceiro foi incorporada à experiência desde a implantação, permitindo aproximar decisões sobre água, manejo e vegetação das condições concretas de uso produtivo do território. Entretanto, o relato não utiliza aumento de renda como resultado, pois ainda não existe série econômica consolidada que permita demonstrar efeito atribuível às intervenções. Da mesma forma, não são apresentados como resultados aumentos de infiltração, carbono no solo, biodiversidade ou produtividade, por ausência, nesta etapa, de séries comparáveis anteriores e posteriores às intervenções.

A sistematização do relato baseou-se em registros operacionais, fotografias, acompanhamento direto da implantação e observações de campo realizadas até agosto de 2026. Para evitar a transformação de intenção em evidência, os achados foram separados em três níveis: resultados de implantação, correspondentes ao que foi efetivamente executado; observações de campo, que orientam novas perguntas, mas não constituem prova causal; e resultados de impacto, que somente poderão ser afirmados após monitoramento com indicadores e séries temporais adequadas.

Essa distinção produziu um aprendizado metodológico relevante. A execução mostrou que a regeneração territorial não deve ser avaliada apenas pela quantidade de estruturas construídas ou mudas plantadas. Esses produtos são condições iniciais. A questão científica que permanece é se, ao longo do tempo, tais intervenções conseguem modificar processos: infiltração e armazenamento de água no solo, estabilidade superficial, matéria orgânica, cobertura vegetal, diversidade funcional, produtividade e capacidade de permanência das famílias no território.

3 DISCUSSÃO

A primeira contribuição da experiência está na mudança da unidade de intervenção. A restauração ecológica pode concentrar-se em recompor estruturas e funções de uma área degradada; a regeneração territorial, tal como tratada neste relato, acrescenta a necessidade de compreender relações entre os componentes do sistema. Isso não significa substituir restauração por um conceito mais amplo de forma meramente terminológica. Significa perguntar se a intervenção reorganiza processos capazes de sustentar continuidade ecológica e social.

Nesse sentido, a água apareceu como elemento ordenador da implantação. A experiência não permite afirmar, nesta etapa, que as estruturas executadas aumentaram a infiltração em determinada proporção. Ainda assim, a decisão de intervir sobre caminhos de escoamento antes de ampliar o plantio é coerente com evidências de que práticas de captação in situ podem alterar perdas de água e solo no semiárido (Brito et al., 2008). A formulação decorrente do campo é que, em ambientes de precipitação irregular, a água não deve ser compreendida apenas como insumo armazenado, mas como fluxo territorial cuja velocidade, concentração, infiltração e permanência condicionam outros processos.

O segundo aprendizado refere-se ao solo. A disponibilidade hídrica somente se converte em possibilidade biológica quando encontra um solo capaz de recebê-la e armazená-la. A literatura sobre saúde do solo reforça que sua função não se limita à fertilidade agrícola, abrangendo serviços relacionados à água, clima e biodiversidade (Lehmann et al., 2020). Na Caatinga, a degradação pode reduzir matéria orgânica, atividade microbiana e outros atributos associados ao funcionamento ecológico (Macedo et al., 2023). Por isso, a experiência levou à necessidade de estruturar monitoramento antes, durante e após intervenções, incluindo indicadores de infiltração, umidade, compactação, erosão, cobertura e matéria orgânica.

O terceiro aprendizado diz respeito à biodiversidade. O plantio de espécies nativas não foi tratado como objetivo paisagístico isolado. A escolha de espécies com diferentes funções e usos busca, ao longo do tempo, favorecer cobertura, ciclagem, oferta de recursos para fauna,

DOI: 10.51189/vii-coninters/90744

produção e maior complexidade ecológica. Entretanto, o número de mudas implantadas não pode ser confundido com recuperação de biodiversidade. A avaliação dessa dimensão exigirá indicadores de sobrevivência, recrutamento, diversidade, estrutura da vegetação e respostas de grupos funcionais.

A quarta dimensão é social e produtiva. Revisões sobre agricultura regenerativa mostram que objetivos socioeconômicos aparecem nas definições, mas frequentemente com menor desenvolvimento metodológico do que as dimensões ambientais (Schreefel et al., 2020; Newton et al., 2020). A experiência aqui relatada sugere que, em territórios rurais, a presença humana não pode ser tratada como variável externa ao sistema. A permanência de famílias, sua capacidade de decisão, o trabalho necessário à manutenção das intervenções e a viabilidade dos sistemas produtivos influenciam diretamente a continuidade da regeneração.

Essa leitura aproxima o caso da perspectiva de sistemas socioecológicos, na qual mudanças ecológicas e sociais são acopladas e marcadas por incerteza, adaptação e não linearidade (Folke, 2006). A consequência prática é evitar modelos determinísticos. Não é possível afirmar que determinada estrutura hídrica produzirá, por si só, solo mais funcional, biodiversidade maior ou prosperidade. O que se pode construir são hipóteses de trajetória, indicadores verificáveis e ciclos de aprendizagem capazes de corrigir decisões à medida que novas evidências surgem.

Do ponto de vista metodológico, o principal limite do relato é justamente a curta duração do acompanhamento. O ciclo inicial permite descrever implantação e aprendizados, mas não sustenta atribuição causal de impactos de longo prazo. Essa limitação orienta a fase seguinte: estabelecer linha de base e acompanhamento periódico de água, solo, vegetação e produção, relacionando os resultados biofísicos às decisões de manejo. A incorporação de evidências antes, durante e depois das intervenções será fundamental para transformar uma experiência prática em objeto de investigação comparável e replicável.

4 CONCLUSÃO

A experiência analisada indica que a regeneração de territórios semiáridos não deve ser reduzida à revegetação de áreas degradadas nem à aplicação isolada de técnicas agrícolas. O ciclo inicial mostrou a utilidade de organizar a intervenção a partir da relação da paisagem com a água e, em seguida, conectar essa dimensão à funcionalidade do solo, ao estabelecimento da vegetação, à biodiversidade e às condições de uso produtivo.

Os resultados apresentados são, deliberadamente, resultados de implantação: estruturas de manejo hídrico executadas, áreas organizadas, plantio inicial de espécies adaptadas e integração da agricultura familiar ao processo. Não se atribuem, neste momento, ganhos quantitativos de infiltração, carbono, biodiversidade, produtividade ou renda. Essa separação entre execução, observação e impacto é essencial para preservar a qualidade da evidência e evitar que intenções sejam apresentadas como resultados.

A principal contribuição do relato está, portanto, na formulação de uma abordagem integrada e testável. A experiência sugere que, no semiárido, a água pode funcionar como primeira infraestrutura da regeneração, desde que seu manejo seja articulado ao solo e aos demais componentes do sistema socioecológico. O acompanhamento longitudinal deverá verificar se essa sequência de intervenção produz alterações consistentes e duradouras e em quais condições elas ocorrem. Mais do que apresentar um modelo concluído, o caso estabelece uma agenda de investigação aplicada sobre como intervenções territoriais podem gerar trajetórias de regeneração ecológica, produtiva e social.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90744

REFERÊNCIAS

BRITO, L. T. L.; CAVALCANTI, N. B.; ANJOS, J. B.; SILVA, A. S.; PEREIRA, L. A. Perdas de solo e de água em sistemas de captação in situ no Semi-Árido brasileiro. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 507-515, 2008. DOI: 10.1590/S0100-69162008000300011.

FOLKE, C. *Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. Global Environmental Change,* v. 16, n. 3, p. 253-267, 2006. DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002.

LEHMANN, J.; BOSSIO, D. A.; KÖGEL-KNABNER, I.; RILLIG, M. C. *The concept and future prospects of soil health. Nature Reviews Earth & Environment, v. 1*, p. 544-553, 2020. DOI: 10.1038/s43017-020-0080-8.

MACEDO, R. S.; MORO, L.; LAMBAIS, E. O.; LAMBAIS, G. R.; BAKKER, A. P. *Effects of degradation on soil attributes under Caatinga in the Brazilian semi-arid.* Revista Árvore, v. 47, e4702, 2023. DOI: 10.1590/1806-908820230000002.

NEWTON, P.; CIVITA, N.; FRANKEL-GOLDWATER, L.; BARTEL, K.; JOHNS, C. *What is regenerative agriculture? A review of scholar and practitioner definitions based on processes and outcomes. Frontiers in Sustainable Food Systems, v. 4*, 577723, 2020. DOI: 10.3389/fsufs.2020.577723.

SCHREEFEL, L.; SCHULTE, R. P. O.; DE BOER, I. J. M.; PAS SCHRIJVER, A.; VAN ZANTEN, H. H. E. *Regenerative agriculture - the soil is the base. Global Food Security, v. 26*, 100404, 2020. DOI: 10.1016/j.gfs.2020.100404.

REDUÇÃO DA PEGADA DE CARBONO E DAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA: DESAFIOS, ESTRATÉGIAS E PERSPECTIVAS PARA UMA TRANSIÇÃO DE BAIXO CARBONO

NÁDIA AWAD SCARIOT; RAÍSSA OCHÔA GOLIN; CAROLINA DE MATTOS NOGUEIRA.

RESUMO

As mudanças climáticas constituem um dos principais desafios ambientais, econômicos e sociais contemporâneos. O aumento das concentrações atmosféricas de gases de efeito estufa (GEE), decorrente principalmente das atividades humanas, tem provocado alterações substanciais no clima em todo o mundo. O IPCC (2023) observa que as atividades humanas, sobretudo através das emissões de gases de efeito estufa, causaram o aquecimento global cada vez mais intenso. Nesse cenário, a redução da pegada de carbono caracteriza-se como uma estratégia crucial de mitigação, pois permite identificar, mensurar e reduzir emissões associadas a atividades, produtos, organizações, cadeias produtivas e territórios. Contudo, os estudos demonstram que a mensuração das pegadas ambientais oferece desafios metodológicos, pois diferentes critérios e fronteiras de análise podem produzir resultados distintos. O presente estudo tem como objetivo analisar os principais desafios relacionados à redução da pegada de carbono e das emissões de GEE, discutindo estratégias de mitigação aplicáveis aos diferentes setores econômicos. A pesquisa caracteriza-se como bibliográfica e documental, de abordagem qualitativa e caráter exploratório e descritivo. Os resultados demonstram que a redução das emissões exige ações integradas e sistêmicas abrangendo transição energética, eficiência produtiva, mobilidade sustentável, agricultura de baixo carbono, conservação florestal, economia circular, alterações nos padrões de consumo e fortalecimento da governança climática. Também se evidencia a necessidade de incorporar a justiça climática às estratégias de descarbonização, uma vez que custos e benefícios da transição podem ser distribuídos de maneira desigual entre grupos sociais e territórios. Conclui-se, então, que a transição para uma economia de baixo carbono deve ser compreendida como um processo sistêmico, o qual envolve as dimensões, econômicas, ambientais, sociais territoriais e tecnológicas.

Palavras-chave: Mudanças climáticas; Pegada de carbono; Descarbonização..

1 INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas representam um dos maiores desafios enfrentados pela sociedade contemporânea, considerando que seus efeitos repercutem sobre os ecossistemas, a produção de alimentos, a disponibilidade hídrica, a saúde pública, a infraestrutura e as condições de desenvolvimento socioeconômico. O Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas demonstra que as atividades humanas, especialmente as relacionadas à emissão de gases de efeito estufa, provocaram inequivocamente o aquecimento global, sendo observadas alterações amplas e rápidas na atmosfera, nos oceanos, na criosfera e na biosfera (IPCC, 2023).

DOI: 10.51189/vii-coninters/90798

O aumento das concentrações de dióxido de carbono (CO_2), metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O) e outros gases intensifica o efeito estufa natural e altera o balanço energético do planeta. Segundo o IPCC (2023), o aquecimento global observado decorre especialmente das emissões antropogênicas, provenientes de padrões históricos e culturais de produção de energia, industrialização, transporte, uso da terra e consumo.

Nessa perspectiva, a redução da pegada de carbono apresenta-se como importante instrumento de enfrentamento das mudanças climáticas. A pegada de carbono pode ser entendida como uma medida das emissões de gases de efeito estufa associadas direta ou indiretamente a determinado produto, serviço, organização, atividade ou território. Contudo, sua utilização exige atenção metodológica. Matuštík e Kočí (2021) destacam que não existe uma definição universalmente consensual para os indicadores de pegada ambiental e que diferenças metodológicas podem produzir resultados diferentes e, até mesmo, contraditórios. Isso demonstra que a mensuração da pegada de carbono deve ser acompanhada de transparência quanto aos limites do sistema, critérios utilizados e fontes de dados.

Além disso, estudos sobre pegadas de carbono baseadas no consumo demonstram que as emissões não devem ser analisadas exclusivamente no local em que são fisicamente produzidas. Heinonen *et al*. (2020), em revisão de mais de cem estudos sobre pegadas de carbono associadas ao consumo, demonstram a importância de considerar as cadeias produtivas e os fluxos de bens e serviços entre territórios. Essa abordagem permite compreender que parte das emissões associadas ao consumo de determinada população pode ocorrer em outros territórios.

A gravidade da situação torna-se ainda mais relevante, considerando a insuficiência ou a falta de engajamento nas discussões climáticas atuais. O Emissions Gap Report 2025 demonstra que as políticas e compromissos atuais ainda não colocam o mundo em trajetória compatível com a meta de limitar o aquecimento global a 1,5 °C (UNEP, 2025).

Esse estudo tem como objetivo analisar os principais desafios e obstáculos relacionados à redução da pegada de carbono e das emissões de gases de efeito estufa, procurando identificar estratégias que promovam a mitigação e a viabilidade de aplicação no contexto brasileiro.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa caracteriza-se como bibliográfica e documental, de natureza qualitativa, com abordagem exploratória e descritiva. A pesquisa bibliográfica foi desenvolvida a partir da análise de artigos científicos, livros, relatórios técnicos e documentos institucionais relacionados às mudanças climáticas, pegada de carbono, mitigação, descarbonização, transição energética e justiça climática.

Para a elaboração do artigo utilizou-se como principais referências os relatórios do IPCC (2022; 2023), principalmente os referentes à mitigação das mudanças climáticas além dos documentos do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, especialmente o *Emissions Gap Report 2025* (UNEP, 2025), e documentos oficiais brasileiros relacionados à política climática.

A literatura científica selecionada contempla estudos sobre pegadas ambientais e de carbono (HEINONEN *et al*., 2020; MATUŠTÍK; KOČÍ, 2021), transição energética (SCHWANEN *et al*., 2022), justiça energética (BENNEAR, 2022), transição justa (ATKINS, 2022; NEWELL *et al*., 2021) e estratégias de descarbonização.

A análise foi organizada a partir de quatro abordagens: a) fundamentos da pegada de carbono e das emissões de GEE; b) principais fontes emissoras; c) estratégias de mitigação e descarbonização; e d) desafios sociais, territoriais e institucionais da transição para uma economia de baixo carbono.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90798

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Pegada de carbono e emissões de gases de Efeito Estufa

A pegada de carbono caracteriza-se como um instrumento relevante para identificar e mensurar a influência de determinada atividade para as alterações do clima. Quantificar as emissões possibilita detectar fontes primárias e organizar metas para reduzi-las.

Entretanto, a literatura demonstra que o conceito apresenta complexidade metodológica. Matuštík e Kočí (2021) argumentam que diferentes metodologias de cálculo de pegadas ambientais podem apresentar resultados distintos em razão das fronteiras do sistema, dos indicadores utilizados e dos critérios metodológicos adotados. Assim, a utilização da pegada de carbono exige clareza sobre o que está sendo efetivamente mensurado.

A abordagem baseada nos padrões de consumo contribui para essa discussão. Heinonen *et al*. (2020) demonstram que as avaliações de pegadas de carbono baseadas no consumo vêm sendo utilizadas para compreender os impactos ambientais associados aos padrões de consumo, permitindo identificar emissões incorporadas em bens e serviços comercializados entre diferentes territórios.

Essa perspectiva é especialmente relevante em economias globalizadas. Por isso, um produto consumido em determinado país pode ter sido produzido utilizando energia e matérias-primas provenientes de diversos outros territórios, razão pela qual, a análise exclusiva das emissões territoriais pode não revelar integralmente a responsabilidade associada aos padrões de consumo.

Bhan *et al*. (2021) acrescentam que a atribuição das emissões decorrentes do uso da terra apresenta desafios metodológicos significativos. No caso da biomassa e dos produtos agropecuários, por exemplo, é necessário considerar as alterações nos estoques de carbono e as mudanças de uso da terra para evitar interpretações equivocadas sobre a origem das emissões.

Nesse contexto, o IPCC (2022) demonstra que estratégias relacionadas à demanda podem contribuir de forma significativa para a mitigação das emissões. Mudanças nos sistemas de mobilidade, alimentação, edificações e utilização de produtos podem reduzir consideravelmente a demanda por energia e materiais.

As pesquisas demonstram, ainda, que fatores estruturais condicionam as escolhas individuais, de forma que uma pessoa pode, por exemplo, ter a intenção de usar transporte coletivo, mas essa opção não estar disponível ou acessível para o consumidor. Da mesma forma, a utilização de tecnologias energeticamente eficientes depende de renda, crédito e infraestrutura. Desta forma, as políticas de redução da pegada de carbono devem estar associadas a mudanças nos comportamentos de consumo e às transformações estruturais.

3.2 Principais fontes de emissão e desafios da descarbonização

O processo de descarbonização requer transformações profundas nos sistemas de energia, transporte, indústria, agricultura, edificações e uso da terra. O IPCC (2022) destaca que limitar o aquecimento global requer reduções rápidas e profundas das emissões em praticamente todos os setores.

Uma estratégia crucial no setor energético é a substituição do uso de combustíveis fósseis por fontes renováveis. A expansão da energia solar e eólica, a eletrificação e o aumento da eficiência energética apresentam potencial relevante de redução das emissões de gases que provocam o efeito estufa.

A transição energética, entretanto, não pode ser compreendida apenas como mudança tecnológica. Schwanen *et al*. (2022) ressaltam que processos de descarbonização energética podem produzir impactos significativos sobre comunidades e territórios, sendo necessária participação social e consideração das condições locais.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90798

No setor de transportes, a combinação entre transporte coletivo, mobilidade ativa, eletrificação da frota e planejamento urbano constitui estratégia relevante. O IPCC (2022) destaca que mudanças no desenho urbano e nos padrões de mobilidade podem reduzir simultaneamente emissões, congestionamentos e outros impactos ambientais.

O setor industrial apresenta desafios ainda maiores. Setores como cimento, aço e produtos químicos provocam emissões provenientes s tanto do consumo energético quanto dos próprios processos produtivos. A descarbonização desses setores requer inovação tecnológica, eficiência, eletrificação, substituição de matérias-primas e, em determinados casos, utilização de tecnologias de captura de carbono.

Na agricultura, estratégias como recuperação de pastagens, sistemas integrados, manejo adequado do solo, redução de emissões de metano e utilização eficiente de fertilizantes apresentam potencial de mitigação. A literatura brasileira recente também evidencia que a contabilização das emissões relacionadas à mudança de uso da terra na agricultura apresenta elevada complexidade e incerteza espacial (RIBEIRO *et al*., 2025).

No Brasil, o uso da terra constitui elemento fundamental importância. A redução das emissões observada em 2024 esteve fortemente associada à redução do desmatamento (SEEG, 2025). Esse resultado demonstra a importância da conservação florestal para o cumprimento das metas climáticas nacionais.

Contudo, depender fortemente da redução do desmatamento para alcançar resultados climáticos positivos, demonstra a necessidade de progredir no processo de descarbonização, também, nos demais setores. A estratégia nacional precisa combinar proteção florestal, agricultura sustentável, transição energética, mobilidade de baixo carbono e transformação industrial.

3.3 Estratégias para a redução da pegada de carbono

A redução da pegada de carbono requer a combinação de diferentes estratégias, sendo que a primeira consiste na eficiência energética, a qual possibilita a redução do consumo de energia necessário à produção de bens e serviços.

A segunda estratégia consiste na expansão das energias renováveis. A substituição de combustíveis fósseis por fontes renováveis pode reduzir, de forma significativa, as emissões, principalmente, quando associada à eletrificação de processos industriais e transportes.

A terceira estratégia implica em mudanças nos padrões de mobilidade. Sistemas de transporte coletivo eficientes, eletrificação, mobilidade ativa e planejamento urbano integrado podem reduzir a dependência do transporte individual e, assim, reduzir as emissões.

A quarta estratégia refere-se à economia circular. A redução da extração de recursos, a reutilização, a reciclagem e o prolongamento da vida útil dos produtos podem reduzir emissões incorporadas na produção de bens e serviços.

A quinta estratégia envolve mudanças nos sistemas alimentares. A produção de alimentos está relacionada ao uso da terra, consumo energético, fertilizantes, pecuária e transporte. A redução das perdas e desperdícios representa, nesse contexto, medida relevante de mitigação.

O IPCC (2022) destaca que mudanças na demanda podem representar importante componente de estratégia climática. Essa constatação é reforçada por estudos que demonstram a relação entre consumo, desigualdade e pegadas de carbono.

A literatura também evidencia a necessidade de considerar os efeitos distributivos das políticas climáticas. Bennear (2022) demonstra que políticas de descarbonização podem produzir efeitos regressivos, especialmente quando aumentam custos energéticos para famílias de menor renda. Dessa forma, instrumentos de política climática precisam ser desenhados considerando acesso à energia, pobreza energética e capacidade econômica.

Outra estratégia de considerável importância, refere-se à conservação e à restauração de ecossistemas, uma vez que, as florestas, os solos e os demais ecossistemas podem absorver carbono e, desta forma, melhorar os indicadores de mitigação dos efeitos das emissões. Ressalta-se, porém, que as remoções naturais não podem substituir a redução das emissões de origem fóssil e industrial.

No contexto brasileiro, pode-se mencionar mecanismos como o Pagamento por Serviços Ambientais, instituído pela Lei nº 14.119/2021, a qual estabeleceu instrumentos de incentivo às práticas de conservação e recuperação ambiental. Esses mecanismos podem ser especialmente significativos em territórios rurais, onde a conservação de vegetação nativa, a recuperação de áreas degradadas e práticas de manejo sustentável podem gerar benefícios ambientais e econômicos.

3.4 Descarbonização, justiça ambiental e transição justa

Os debates contemporâneos acerca do processo de descarbonização devem estar conectados com a questão da justiça ambiental. A literatura evidencia que os efeitos das mudanças climáticas e os custos das políticas de mitigação não são distribuídos uniformemente. Bennett *et al*. (2021) demonstram que a justiça climática envolve diferentes dimensões, incluindo distribuição dos impactos, distribuição dos custos das políticas e distribuição dos benefícios resultantes das ações climáticas.

Essa questão é especialmente importante para as políticas de transição energética. Bennear (2022) demonstra que famílias de menor renda pode ser mais afetadas por aumentos de preços relacionados à transição energética, ao mesmo tempo em que possuem menor acesso às tecnologias mais eficientes.

Nesse sentido, a ideia de transição justa procura incorporar essas dimensões sociais. Newell et al. (2021), em revisão conceitual, identificam diferentes interpretações da transição justa, incluindo perspectivas relacionadas ao trabalho, à justiça, às transformações sociotécnicas, à governança e à participação social.

Atkins (2022) destaca que processos de descarbonização industrial precisam considerar inovação, participação e justiça, uma vez que transformações tecnológicas podem gerar resistência social quando comunidades e trabalhadores não participam adequadamente das decisões.

Wilgosh, Sorman e Barcena (2022) também demonstram a importância da articulação entre movimentos trabalhistas e ambientais para construir processos de transição capazes de conciliar proteção ambiental e justiça social.

4 CONCLUSÃO

A redução das emissões de gases de efeito estufa e da pegada de carbono, são cruciais para enfrentar e combater os efeitos das mudanças climáticas e, também, para criar modelos de desenvolvimento que sejam compatíveis e proporcionais aos limites ambientais do planeta.

A análise demonstra que a mensuração da pegada de carbono é importante para identificar fontes emissoras e orientar políticas de redução. Entretanto, diferenças metodológicas exigem cautela na interpretação dos resultados (MATUŠTÍK; KOČÍ, 2021).

Verificou-se, ainda, que a descarbonização precisa considerar as cadeias produtivas e os padrões de consumo, uma vez que as emissões podem estar incorporadas em bens e serviços comercializados entre diferentes territórios (HEINONEN et al., 2020).

No Brasil, o controle dos níveis de desmatamento permanece insuficiente, considerando que o processo de redução das emissões e da pegada de carbono, deve estar acompanhado por transformações nos setores industrial, agropecuário, energético, agropecuário, de transportes, além de uma política adequada e eficiente em relação aos resíduos.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90798

Entretanto, uma política de descarbonização somente será sustentável se incorporar a dimensão social. A literatura sobre justiça climática demonstra que os custos e benefícios da transição podem ser distribuídos de maneira desigual (BENNEAR, 2022; BENNETT et al., 2021). Portanto, a transição para uma economia de baixo carbono deve ser também uma transição justa.

A análise bibliográfica realizada permite concluir que a redução da pegada de carbono deve ser concebida a partir de uma perspectiva multidimensional, conjugando proteção ambiental, inovação tecnológica, desenvolvimento econômico, justiça social e governança territorial. Em relação ao Brasil, a trajetória para a elaboração e construção de uma economia de baixo carbono, envolve a combinação entre a conservação dos ecossistemas, alterações dos sistemas produtivos e fortalecimento das políticas climáticas

Conclui-se que a redução da pegada de carbono deve ser compreendida como estratégia multidimensional, articulando proteção ambiental, inovação tecnológica, desenvolvimento econômico, justiça social e governança territorial. No caso brasileiro, a combinação entre conservação dos ecossistemas, transformação dos sistemas produtivos e fortalecimento das políticas climáticas apresenta-se como caminho fundamental para a construção de uma economia de baixo carbono.

REFERÊNCIAS

ATKINS, J. Just transitions for industrial decarbonisation: a framework for innovation, participation, and justice. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 167, 112699, 2022. DOI: 10.1016/j.rser.2022.112699.

BENNEAR, L. S. Energy justice, decarbonization, and the clean energy transformation. **Annual Review of Resource Economics**, v. 14, p. 647-668, 2022. DOI: 10.1146/annurev-resource-111920-022328.

BENNETT, N. J. et al. Advancing social equity in and through environmental research. **One Earth**, v. 4, n. 4, p. 434-437, 2021.

BHAN, M. et al. Quantifying and attributing land use-induced carbon emissions to biomass consumption: a critical assessment of existing approaches. **Journal of Environmental Management**, v. 286, 112228, 2021. DOI: 10.1016/j.jenvman.2021.112228.

BRASIL. **Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009**. Institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima – PNMC. Brasília, DF, 2009.

BRASIL. **Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021**. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais. Brasília, DF, 2021.

HEINONEN, J. et al. Spatial consumption-based carbon footprint assessments: a review of recent developments in the field. **Journal of Cleaner Production**, v. 256, 120335, 2020. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120335.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change**. Cambridge: Cambridge University Press, 2022.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2023: Synthesis Report.** Geneva: IPCC, 2023.

MATUŠTÍK, J.; KOČÍ, V. What is a footprint? A conceptual analysis of environmental footprint indicators. **Journal of Cleaner Production**, v. 285, 124833, 2021. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.124833.

NEWELL, P. et al. Toward a just transition: labour and environmental perspectives on the low-carbon transition. **Global Environmental Change**, 2021.

RIBEIRO, C. et al. Carbon stocks and CO_2 emissions uncertainties associated with agricultural land use change in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, 2025.

SCHWANEN, T. et al. Just transition pathways of energy decarbonization under global environmental changes. **Journal of Environmental Management**, v. 309, 114713, 2022. DOI: 10.1016/j.jenvman.2022.114713.

SEEG – SISTEMA DE ESTIMATIVAS DE EMISSÕES E REMOÇÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA. **SEEG 13: Panorama das emissões brasileiras em 2024**. Observatório do Clima, 2025.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Emissions Gap Report 2025: Off Target**. Nairobi: UNEP, 2025.

UNITED NATIONS. **Paris Agreement**. Paris: United Nations, 2015.

WILGOSH, B.; SORMAN, A. H.; BARCENA, I. When two movements collide: learning from labour and environmental struggles for future Just Transitions. **Future**s, v. 137, 102903, 2022.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

PAISAGEM URBANA, MACRODRENAGEM E SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA: INTEGRAÇÃO DO PLANEJAMENTO URBANO, INFRAESTRUTURA HÍDRICA E PROCESSOS NATURAIS PARA CIDADES RESILIENTES

SONIA ROHLING SOARES; ADRIANA MARQUES ROSSETTO

Introdução: A urbanização acelerada nas cidades brasileiras tem provocado significativas mudanças no solo, vegetação, relevo e cursos d'água, resultando em maior impermeabilização e escoamento superficial, o que amplifica os riscos de alagamentos e inundações. Diante desse cenário, é imprescindível integrar a engenharia hidráulica convencional ao planejamento territorial e paisagístico, utilizando a bacia hidrográfica como unidade de planejamento e incorporando Soluções Baseadas na Natureza (SbN) à macrodrenagem urbana. **Objetivo:** Sistematizar uma proposta que integre o planejamento da paisagem urbana, a macrodrenagem e as SbN, destacando seus benefícios socioambientais e a articulação multiescalar, que vai desde o nível do lote até a bacia hidrográfica. **Relato de caso/experiência:** Foi realizada uma revisão da literatura técnica e científica, além de uma análise comparativa de marcos regulatórios municipais, com ênfase em experiências bem-sucedidas como as de Curitiba, Maringá e São Paulo, e um contraponto com o Plano Diretor de Atibaia. Essa análise resultou na sistematização de tipologias de SbN, seus benefícios e sua relação com a macrodrenagem. As SbN, quando planejadas de maneira inclusiva e associadas a políticas de justiça socioambiental, podem atuar como uma estrutura territorial que controla vazões, armazena volumes e reduz riscos, aprimorando o espaço construído, desde que se evite a gentrificação verde. No entanto, o Plano Diretor de Atibaia apresenta uma lacuna significativa: embora utilize termos como "paisagem urbana" e "ecológico", relacionados a incentivos fiscais e proteção de áreas ambientais, não menciona "macrodrenagem", "bacia hidrográfica", "córregos" ou "infraestrutura verde", o que evidencia um tratamento fragmentado e não sistêmico da drenagem urbana. **Conclusão:** a sistematização reforça a necessidade de que a drenagem urbana seja abordada de forma integrada, constituindo a espinha dorsal ecológica e paisagística do território. Essa abordagem deve ser sustentada por um desenho inclusivo, participação social e o uso de tecnologias digitais, como BIM e modelagem hidrológica. Casos como o de Atibaia demonstram que a incorporação de um vocabulário técnico-conceitual nos planos diretores é essencial para que essa integração se torne uma prática comum na gestão territorial.

Palavras-chave: **PAISAGEM URBANA; MACRODRENAGEM; SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90799

CAPACITAÇÃO E INOVAÇÃO NO PLANEJAMENTO GOVERNAMENTAL: A ATUAÇÃO DE SERVIDORES PÚBLICOS NA TERRITORIALIZAÇÃO DOS ODS EM SERGIPE VIA MATRIZ SWOT

CRISTIANO CUNHA COSTA

RESUMO

Este artigo analisa a eficácia da matriz SWOT como ferramenta metodológica para vincular as metas estratégicas estaduais de Sergipe à Agenda 2030, visando subsidiar o monitoramento de políticas públicas por meio de uma carteira integrada de indicadores. A intervenção técnico-pedagógica envolveu servidores públicos da Secretaria de Estado do Planejamento, Orçamento e Inovação em oficinas práticas estruturadas em quatro fases sequenciais. A principal inovação consistiu na adaptação da matriz SWOT ao território geográfico, social e econômico de Sergipe, superando o isolamento setorial e favorecendo a vinculação das metas estratégicas às metas ODS. Os resultados quantitativos do planejamento estratégico revelaram um cenário robusto de 812 metas governamentais formalmente alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). O eixo "Infraestrutura e Sustentabilidade" liderou a distribuição setorial com 306 metas (37,7%), seguido de perto pelo eixo de "Desenvolvimento Humano e Social" com 284 metas (35,0%). Na análise individualizada por objetivos específicos, o ODS 9 (Infraestrutura e Inovação) apresentou a maior prevalência absoluta, concentrando 31,6% das metas estaduais impulsionadas por obras estruturantes de programas governamentais como o *Acelera Sergipe* e *Pró-Rodovias*. Conclui-se que o acoplamento métrico entre os indicadores locais e os indicadores globais da Organização das Nações Unidas reduz a abstração teórica da Agenda 2030 nos municípios. Esse processo, conduzido ativamente pelos servidores de planejamento, gera uma blindagem técnica capaz de proteger as prioridades sustentáveis contra descontinuidades políticas e fornece um modelo participativo e orientado por dados espaciais totalmente replicável para outras esferas federativas.

Palavras-chave: Gestão Pública; Agenda 2030; Políticas Públicas.

1 INTRODUÇÃO

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, adotada por todos os Estados-Membros das Nações Unidas em 2015, estabeleceu um plano de ação global de alta complexidade, estruturado em 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas conexas. No entanto, a literatura contemporânea em administração pública e governança é unânime ao afirmar que o sucesso dessa agenda global depende fundamentalmente de sua capacidade de enraizamento e capilaridade nas esferas subnacionais, um processo técnico, político e social denominado "territorialização dos ODS". Territorializar, sob o prisma da gestão pública contemporânea, implica traduzir metas globais frequentemente abstratas em prioridades operacionais tangíveis, que estejam alinhadas às realidades socioeconômicas, ambientais e institucionais de cada estado e município.

No contexto da gestão pública estadual brasileira, o principal vetor para a materialização dessas metas é o arranjo institucional responsável pela elaboração, execução e monitoramento dos projetos estratégicos de governo. No Estado de Sergipe, a Secretaria de Planejamento, Orçamento e Inovação (SEPLAN) tem o papel institucional de monitorar o planejamento

DOI: 10.51189/vii-coninters/90806

estratégico de todas as secretarias e órgãos setoriais estratégicos e atua como pontes permanentes entre as demandas finalísticas de cada secretaria de Estado e as ferramentas macroestruturais de gestão, como o Plano Plurianual (PPA) e o orçamento anual.

Embora a literatura reconheça o valor intrínseco de embutir critérios de sustentabilidade no planejamento governamental, observa-se uma persistente lacuna metodológica sobre como instrumentalizar esse alinhamento de forma prática na rotina diária das equipes técnicas. Espera-se que os estados definam suas próprias metas de acordo com a sua realidade regional. No entanto, faltam ferramentas que operacionalizem essa transição do discurso normativo global para a ação administrativa pública local.

Autores de referência defendem a institucionalização dos ODS por meio de metodologias participativas que capacitem o corpo técnico a identificar e vincular metas locais às metas da Agenda 2030. Essa conexão deve representar as cinco esferas de importância crítica para a humanidade e para o planeta, sintetizadas nos chamados "5 Ps" da Sustentabilidade: Pessoas, Planeta, Prosperidade, Paz e Parcerias.

O monitoramento por plataformas corporativas de gestão exige uma vinculação das metas ODS às políticas públicas estaduais que, juntamente com a adoção de metodologias ágeis e participativas aplicadas ao setor público, revela dinâmicas baseadas em tomadas de decisão orientadas por evidências empíricas. Assim, o processo decisório deve ser democrático, sistêmico e holístico, exigindo a convergência de diferentes perspectivas para expandir o alcance das políticas públicas por todo o território administrado.

A relevância e a justificativa deste estudo fundamentam-se, portanto, na necessidade crítica de transpor o hiato existente entre o discurso normativo global da Organização das Nações Unidas (ONU) e a prática administrativa real no ecossistema público estadual. Ao fornecer subsídios empíricos sobre como operacionalizar a territorialização dos ODS dentro de estruturas governamentais integradas, o estudo não apenas otimiza a eficiência administrativa e o gasto público qualificado, mas também gera um impacto direto no âmbito social, garantindo que as políticas de estado respondam de forma integrada às vulnerabilidades socioeconômicas, ambientais e institucionais da população.

Diante desse cenário de complexidade institucional, o objetivo deste artigo é analisar a eficácia da matriz SWOT adaptada como ferramenta metodológica para vincular as metas estratégicas estaduais de Sergipe à Agenda 2030, de modo a subsidiar o monitoramento de políticas públicas por meio de oficinas realizadas com servidores públicos da SEPLAN.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A intervenção metodológica e técnico-pedagógica que serve de base para este trabalho foi realizada com os servidores da Secretaria de Planejamento, Orçamento e Inovação.

Em um primeiro momento, com o objetivo de promover o nivelamento e a equalização do conhecimento sobre a Agenda 2030, foi realizada uma palestra técnico-conceitual. Essa etapa constituiu o alicerce fundamental para o sucesso das oficinas subsequentes, atuando diretamente no letramento sobre desenvolvimento sustentável entre os servidores públicos. Ao resgatar a evolução histórica dos Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM) para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e detalhar a tridimensionalidade da Agenda 2030, a exposição desmistificou a percepção restritiva de que as metas globais se limitam a agendas estritamente ambientais. Isso permitiu o balizamento analítico necessário para aproximar os conceitos abstratos das complexidades reais do território sergipano. A palestra preparou cognitivamente o corpo técnico para decodificar conceitos macros em elementos mensuráveis de planejamento estratégico.

Para a execução das atividades práticas e das oficinas, os gestores públicos foram organizados de forma intersetorial em grupos de trabalho. Essa distribuição foi estruturada com base nos eixos temáticos que compõem o Planejamento Estratégico do Estado de Sergipe:

- Eixo 1: Trabalho e Desenvolvimento Econômico;
- Eixo 2: Desenvolvimento Humano e Social;
- Eixo 3: Infraestrutura e Sustentabilidade;
- Eixo 4: Gestão, Governança e Inovação.

A metodologia pedagógica da oficina foi estruturada de forma sequencial, lógica e incremental, dividida em quatro fases práticas de operacionalização analítica:

Fase 01: Seleção e Intersecção de Programas Finalísticos: Cada mesa de trabalho recebeu uma proposta de projeto ou meta estratégica prioritária atualmente executada pelas suas respectivas pastas no governo estadual. O objetivo desta etapa foi fundamentar o exercício pedagógico em entregas reais, concretas e de curto prazo da administração pública. Assim, foram selecionados os seguintes programas estaduais: *Primeiro Emprego* e *Casa Contêineres* (Secretaria de Emprego, Trabalho e Empreendedorismo); *Prato do Povo* (Secretaria de Assistência Social, Inclusão e Cidadania); *Sergipe no Mundo* (Secretaria de Educação); *Sergipe Delas* (Secretaria de Políticas Públicas para Mulheres); *Opera Sergipe* (Secretaria de Saúde); e *Coleta Seletiva* (Secretaria de Meio Ambiente, Sustentabilidade e Ações Climáticas).
Fase 02: Vinculação ao ODS Principal: Os técnicos realizaram uma análise aprofundada de vinculação do projeto ou meta estratégica ao ODS principal, considerando o objetivo central da entrega para a sociedade sergipana.
Fase 03: Diagnóstico por Matriz SWOT Territorializada: A principal inovação metodológica do estudo consistiu na adaptação da matriz clássica de planejamento estratégico (SWOT - Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças) e sua vinculação direta à geografia física, social, territorial e econômica do Estado de Sergipe.
Fase 04: Engenharia de Acoplamento Métrico: A última etapa consistiu na modelagem técnica do monitoramento. Os servidores realizaram o cruzamento métrico entre duas dimensões instrumentais: o Indicador da Meta Estratégica Estadual (a métrica empírica criada pelo estado para medir o desempenho de sua política pública local) e o Indicador Global do ODS correspondente (métrica padronizada pela ONU para o acompanhamento dos compromissos internacionais, conforme dados divulgados pelo IBGE). O objetivo desse encaixe de indicadores foi garantir que cada ação local seja monitorada de forma quantitativa, tornando-se informação corporativa para a tomada de decisão baseada em evidências pela alta gestão pública.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A realização de oficinas propiciou a criação de espaços reflexivos e de diálogos capazes de fomentar a participação em equipe e o comprometimento com projetos discutidos de forma coletiva, qualificando as políticas públicas (TENÓRIO, 2026). A adaptação da matriz SWOT para a prática de territorialização dos ODS funcionou como um mecanismo analítico que articulou elementos internos (capacidades e fragilidades) a fatores externos (demandas sociais ou limitações de execução) (Figura 1). Nos territórios, esse modelo contribui para a formulação de planos de ação com maior coerência entre os objetivos definidos e as demandas locais.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90806

Figura 1. Oficina da matriz SWOT ODS com os servidores públicos da SEPLAN.

A aplicação da matriz SWOT na análise de vinculação dos ODS às metas estratégicas demonstrou ser uma ferramenta interessante para compreender, de forma articulada, os aspectos internos e externos que influenciam a execução e o monitoramento da Agenda 2030 nos territórios sergipanos, uma vez que, ao promover um levantamento sistemático das potencialidades e limitações, o instrumento favoreceu uma análise crítica da realidade local, permitindo que a alta gestão tome medidas baseadas em evidências a partir de um diagnóstico estruturado em metas reais e indicadores mensuráveis. Dessa maneira, o alinhamento das metas busca alcançar a excelência na elaboração de projetos, atendendo às necessidades da população e almejando a sustentabilidade em todos os seus pilares e municípios (COSTA et al., 2020; Santos; Silva, 2025).

O diagnóstico quantitativo consolidado a partir do Planejamento Estratégico do Estado de Sergipe revelou um cenário robusto de 812 metas governamentais formalmente alinhadas aos ODS. A distribuição dessas metas revelou uma assimetria estrutural e setorial significativa entre os eixos de atuação do poder público estadual, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Distribuição e Alinhamento das Metas Estratégicas de Sergipe aos ODS por Eixo de Atuação

Eixo Estratégico	Metas ODS	Representatividade (%)
Infraestrutura e Sustentabilidade	306	37,7%
Desenvolvimento Humano e Social	284	35,0%
Trabalho e Desenvolvimento Econômico	114	14,0%
Gestão, Governança e Inovação	108	13,3%
TOTAL	812	100,0%

DOI: 10.51189/vii-coninters/90806

Observa-se que o eixo estratégico "Infraestrutura e Sustentabilidade" lidera o ordenamento corporativo com 306 metas vinculadas aos ODS. É nesse eixo que estão alocados os programas, projetos e metas de saneamento básico, segurança hídrica, sustentabilidade ambiental e infraestrutura de transportes, destacando-se o *Programa Acelera Sergipe*, a *Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos* e a *Estruturação de Destinos Turísticos e Atração de Investimentos*.

A forte disparidade observada na divisão das metas evidencia o fenômeno que os estudos acadêmicos atuais chamam de "especialização reativa" do corpo técnico local. Isso ocorre porque a inserção da Agenda 2030 na realidade regional do país é direcionada pelas demandas urgentes geradas por desigualdades históricas. Dessa forma, as ações governamentais priorizam a interiorização das políticas públicas para combater fragilidades estruturais e universalizar o atendimento à população (GALLO et al., 2022).

O eixo "Desenvolvimento Humano e Social" registra a segunda maior densidade, somando 284 metas ODS focadas no combate direto à pobreza, segurança alimentar, saúde pública e educação de base. Nesse portfólio, destacam-se os programas *Prato do Povo*, *Opera Sergipe*, *Alfabetiza Sergipe* e *CNH Social*. Por sua vez, o eixo "Trabalho e Desenvolvimento Econômico" totaliza 114 metas atreladas à inovação produtiva e ao fomento ao emprego decente, com ênfase no *Programa Primeiro Emprego*, *Sergipe Delas* e no *Fortalecimento de Arranjos Produtivos Locais (APLs)*. Por fim, o eixo "Gestão, Governança e Inovação" contempla 108 metas estruturadas para a modernização administrativa, integridade e transparência pública, operacionalizadas por meio do *Sergipe Digital*, *Sergipe é Aqui* e do *Programa de Eficiência do Gasto Público*.

O elo entre os ODS e os projetos públicos favorece substancialmente a captação de recursos externos e financiamentos internacionais, permitindo uma melhora significativa na gestão e um aumento qualitativo na elaboração e execução de projetos públicos locais. A administração pública tem como objetivo garantir os direitos coletivos e o interesse social, implementando políticas que valorizem a sustentabilidade em seus pilares social, ambiental e econômico. A integração dos ODS funciona como um importante subsídio para o planejamento e a avaliação de políticas institucionais, permitindo que o Estado assuma um papel de liderança socioambiental (PICCOLI, 2019; SANTOS; SILVA, 2025).

Além disso, na figura 2, observa-se a porcentagem de ODS vinculados por metas estratégicas. Na análise detalhada, nota-se a que o ODS 9 (Infraestrutura e Inovação) tem 31% das metas estratégicas do governo estadual, demonstrando a maior quantidade de projetos e programas públicos voltados para a infraestrutura através de projetos do Acelera e Pró-Rodovias os quais são as duas principais iniciativas estratégicas de infraestrutura do Governo de Sergipe voltadas para o desenvolvimento socioeconômico, geração de empregos e melhoria da qualidade de vida nos municípios sergipanos.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90806

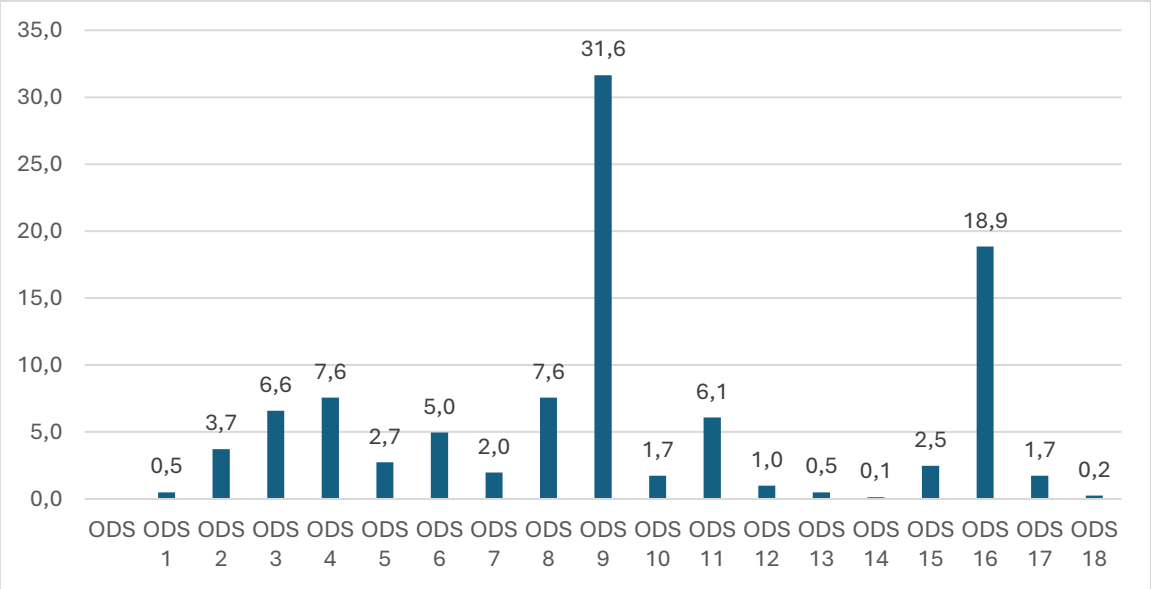


Figura 2. Porcentagem de ODS por meta estratégica.

Dentro da mesma perspectiva, observa-se que o ODS 16 está vinculado com 19% das metas estratégicas, seguido dos ODS 4 e ODS 8 e os ODS 3 e ODS 8 com 7,5% e 6%, respectivamente.

No entendimento de Piccoli (2019) e Santos e Silva (2025), o elo entre ODS e projetos públicos favorece, especialmente, na captação de recursos, permitindo como consequência melhora de gestão e, consequentemente, aumento qualitativo e quantitativo na elaboração e execução de projetos e possibilitando que o executivo municipal, atenda as demandas da população de forma mais eficaz.

A administração pública tem como um dos objetivos garantir os direitos coletivos e o interesse social, garantindo o compromisso com o desenvolvimento sustentável, implementando políticas e projetos que valorizem a sustentabilidade social, ambiental e econômica (PINHEIRO et al., 2022).

De acordo com Pinheiro et al. (2022), a integração dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) na esfera pública funciona como um importante subsídio para o planejamento e a avaliação de políticas institucionais. Esse alinhamento permite que o Estado assuma um papel de liderança socioambiental, garantindo que a eficiência administrativa caminhe junto com a preservação dos recursos naturais e a redução das desigualdades.

4 CONCLUSÃO

A intervenção técnico-pedagógica realizada junto aos servidores públicos demonstra de forma inequívoca que a territorialização da Agenda 2030 depende diretamente da superação da abstração conceitual por meio de tecnologias sociais participativas. A metodologia proposta, estruturada em quatro fases sequenciais, rompeu com a visão reducionista que limita os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável à dimensão estritamente ecológica, promovendo um autêntico letramento em planejamento, gestão e monitoramento de políticas públicas focadas na sustentabilidade multidimensional. Ao ancorar as dinâmicas analíticas na territorialização concreta dos municípios sergipanos e no portfólio de projetos estratégicos de 812 metas governamentais, a metodologia transformou diretrizes globais em planos de ação aplicáveis à rotina institucional dos gestores.

A principal contribuição prática deste estudo reside na introdução da análise SWOT territorializada e na engenharia de acoplamento métrico dos projetos e programas governamentais às metas da Agenda 2030 da ONU, convertendo a percepção intuitiva dos

técnicos em um caderno robusto de indicadores de desempenho integráveis, monitorados via plataforma digital corporativa.

Recomenda-se, para investigações futuras, o acompanhamento longitudinal da execução dessas metas por meio da referida plataforma digital, avaliando o impacto real dos indicadores na alocação eficiente dos recursos públicos, dado que o futuro da governança governamental de resultados perpassa pela fusão indissociável entre rigor métrico, sensibilidade espacial e equidade social. Por fim, conclui-se que o arranjo metodológico desenvolvido nesta pesquisa-ação apresenta plena replicabilidade para outras unidades da federação e instâncias municipais que enfrentem entraves parecidos no alinhamento de suas políticas públicas. Ao converter o planejamento tradicional em um modelo participativo e orientado por dados espaciais, a metodologia fornece um roteiro estruturado para superar o isolamento setorial das secretarias finalísticas, transformando o alinhamento de políticas públicas em uma estratégia pragmática de otimização do gasto público qualificado e redução de vulnerabilidades regionais.

REFERÊNCIAS

COSTA, C. C. *et al*. Seleção de indicadores para a gestão do planejamento estratégico da Polícia Militar do Estado de Sergipe. **Revista Boletim do Gerenciamento**, n. 20, p. 1-13, 2020.

FONTENELLE, A. **Resultados e discussão**: Como escrever a seção do artigo científico. Portal de Gestão Pública, 2024. Disponível em: Disponível em: http://andrefontenelle.com.br. Acesso em: 06 set. 2026.

GALLO, E.; GUIMARÃES, N. de F.; RIBEIRO, W. G. Território e saúde: apontamentos conceituais para a proposta de territórios saudáveis e sustentáveis. **Saúde em Debate**, v. 46, n. 2, p. 115-128, 2022.

LEMOS, M. F. **ODS como estratégia de gestão**: O desafio da liderança pública local. Plataforma Educa Cidades, 2024. Disponível em: http://educacidades.org.br. Acesso em: 06 set. 2026.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Transformando nosso mundo**: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. [S. l.]: ONU, 2015.

PICCOLI, F. A. R. S. **A importância da criação de escritórios de projetos na prefeitura de Caxias do Sul-RS, para otimizar a captação de recursos e alinhar os ODS da Agenda 2030 às políticas públicas locais**. 2019. Monografia (Especialização) – Escola Nacional de Administração Pública (ENAP), Brasília, DF, 2019.

PINHEIRO, A. B. *et al*. Agenda 2030: alinhamento dos projetos estratégicos dos tribunais de justiça aos objetivos de desenvolvimento sustentável. **Revista de Gestão e Projetos**, v. 13, n. 2, p. 171–194, 2022.

SANTOS, W. L.; SILVA, C. A. Desenvolvimento sustentável em nível local: uma análise crítica da gestão pública de Curitiba-PR frente aos ODS da Agenda 2030. **Revista Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 14, n. 28, p. 57-67, 2025.

TENÓRIO, E. P. F. Diagnóstico estratégico com análise SWOT na gestão pedagógica de escolas públicas. **Revista Educação Contemporânea**, v. 1, n. 1, p. 435-441, 2026.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

A TITULARIDADE DOS CRÉDITOS DE CARBONO EM IMÓVEL RURAL ARRENDADO APÓS A LEI Nº 15.042-2024

OTAVIO ARCARI FUCINA

Introdução: A Lei nº 15.042/2024 instituiu o Sistema Brasileiro de Comércio de Emissões de Gases de Efeito Estufa (SBCE), excluindo a produção primária agropecuária das obrigações do mercado regulado, mas permitindo ao produtor rural gerar e comercializar créditos de carbono no mercado voluntário. Essa configuração coloca o agronegócio em posição relevante na oferta de créditos, mas também evidencia uma questão jurídica importante: a definição da titularidade do crédito gerado em imóvel rural arrendado, especialmente diante da relação entre os direitos do proprietário, a atividade desenvolvida pelo arrendatário e a natureza propter rem das obrigações ambientais. **Objetivo:** Analisar a natureza jurídica e a titularidade dos créditos de carbono gerados por práticas de baixo carbono em imóvel rural arrendado, à luz da Lei nº 15.042/2024 e do regime dos contratos agrários, buscando identificar parâmetros que permitam definir essa titularidade com maior segurança jurídica. **Metodologia:** Trata-se de revisão bibliográfica crítica, de abordagem qualitativa e método dedutivo, fundamentada na análise normativa e documental da Lei nº 15.042/2024, do Estatuto da Terra, do Código Civil e da jurisprudência do Superior Tribunal de Justiça sobre responsabilidade ambiental. **Resultados:** A análise indica que a titularidade do crédito de carbono não decorre necessariamente da propriedade da terra, devendo ser considerada a relação entre o imóvel e a atividade responsável pela redução ou remoção de gases de efeito estufa. No arrendamento rural, verificou-se que a ausência de cláusula específica sobre os créditos de carbono pode gerar conflitos entre proprietário e arrendatário. Também foi identificada uma possível diferença entre aquele que recebe o benefício econômico decorrente do crédito e aquele que permanece sujeito às obrigações ambientais vinculadas ao imóvel, reforçando a importância de previsão contratual específica sobre o tema. **Conclusão:** Conclui-se que a segurança jurídica das operações envolvendo créditos de carbono em imóveis rurais arrendados depende de maior clareza na definição de sua titularidade. Nesse sentido, os contratos agrários podem prever cláusulas específicas sobre a geração e a destinação desses créditos, bem como sobre os direitos e as responsabilidades do arrendador e do arrendatário, contribuindo para reduzir conflitos e proporcionar maior segurança às partes envolvidas.

Palavras-chave: **ARRENDAMENTO RURAL; CRÉDITO DE CARBONO; SEGURANÇA JURÍDICA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90807

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

IMPACTO CAUSAL DA LEGISLAÇÃO DE ECONOMIA CIRCULAR NA TAXA DE RECUPERAÇÃO DE RESÍDUOS: UMA ABORDAGEM QUASE-EXPERIMENTAL VIA PROPENSITY SCORE MATCHING

WILLIAM SANTOS DE OLIVEIRA; RAFAEL VIANA FILLIES

Introdução: A transição em direção a uma Economia Circular demanda arranjos normativos e regulatórios eficientes para induzir a sustentabilidade na gestão pública em nível municipal. **Objetivo:** Este estudo investiga o impacto causal da promulgação de Leis Municipais de Economia Circular sobre a eficiência ambiental urbana, mensurada de forma quantitativa através da Taxa de Recuperação de materiais recicláveis. **Metodologia:** A pesquisa utilizou uma base de dados socioeconômicos, fiscais e operacionais agregada a partir do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), IBGE e Siconfi, compreendendo 336 municípios brasileiros com população superior a 100 mil habitantes no ano-base de 2023. A amostra total foi dividida entre o grupo de tratamento composto por municípios com legislação local vigente (N_t = 146) e o grupo de controle sem a respectiva norma (N_c = 190). Diante de um severo viés de seleção identificado preliminarmente nas estatísticas descritivas, onde os municípios tratados apresentavam patamares historicamente mais elevados de PIB per capita, receita corrente líquida per capita e IDHM, adotou-se o método quase-experimental de *Propensity Score Matching (PSM)*. O pareamento foi operacionalizado por meio do algoritmo de vizinho mais próximo com reposição e correção de viés residual, utilizando estimadores de Mínimos Quadrados Ordinários (OLS) como termo de comparação analítica. **Resultados:** O ajuste global da regressão logística inicial foi validado com elevada significância empírica através do Teste de Razão de Verossimilhança (LR x^2 = 240,28; p = 0,000). Os resultados causais demonstraram que, após a eliminação dos vieses de autosseleção das covariáveis, o Efeito Médio do Tratamento sobre os Tratados (ATT) atingiu um acréscimo líquido de 5,8 pontos percentuais na recuperação de recicláveis (z = 17,810; p < 0,001; IC 95% [0,052 ; 0,064]). **Conclusão:** Conclui-se que o marco normativo municipal opera como vetor indutor de performance ecológica urbana ao prover segurança jurídica e estruturar cadeias formais de logística reversa e cooperativas de catadores.

Palavras-chave: **ECONOMIA CIRCULAR; EFICIÊNCIA AMBIENTAL; PROPENSITY SCORE MATCHING**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90824

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

DESEMPENHO DE PAREDES VERDES COM DIFERENTES MATERIAIS FILTRANTES NO TRATAMENTO E REUSO DE ÁGUAS CINZAS

ANTONIO PIRES FREIRE; ANA FONSECA GALVÃO

Introdução: O reuso de águas cinzas constitui uma estratégia para redução da demanda por água potável, podendo ser associado a sistemas descentralizados de tratamento, como as paredes verdes. Esses sistemas integram vegetação e meios filtrantes, possibilitando a melhoria da qualidade da água e ampliando seu potencial de reuso para fins não potáveis. **Objetivo:** Avaliar o desempenho de diferentes configurações de uma parede verde no tratamento de águas cinzas, investigando o efeito da incorporação de materiais filtrantes em relação a uma configuração-base. **Metodologia:** O experimento foi conduzido em escala de bancada no Instituto Superior Técnico, em Lisboa, Portugal, durante três meses, com quatro configurações cultivadas com samambaias do gênero *Pteris*. A configuração-base (A1) foi composta por perlita, fibra de coco e substrato convencional; A2 recebeu adicionalmente biochar; A3, extrudados de montmorilonita; e B1, montmorilonita associada a uma camada de fibra de algodão. Foram avaliados pH, condutividade elétrica (CE), oxigênio dissolvido (OD), amônio, nitrato, sólidos suspensos totais (SST) e demanda química de oxigênio (DQO). As configurações foram comparadas por testes não paramétricos, adotando-se 5% de significância. **Resultados:** Os sistemas apresentaram elevadas eficiências médias de remoção de amônio (97,93-98,34%) e SST (91,53-93,02%), além de remoções de DQO entre 51,42 e 60,89%. Apesar das diferenças numéricas, A2, A3 e B1 não apresentaram desempenho significativamente superior a A1 para esses parâmetros ($p>0,05$), indicando elevada eficiência da própria configuração-base. As concentrações de nitrato aumentaram após o tratamento, sem diferenças significativas entre as configurações. Em relação aos parâmetros de sonda, A2 e A3 apresentaram OD significativamente superior a A1; A2 apresentou pH significativamente superior a A1; e A3 e B1 apresentaram CE significativamente inferior a A1 ($p<0,05$). **Conclusão:** As paredes verdes demonstraram elevada eficiência no tratamento de águas cinzas, destacando-se as remoções de amônio e SST e a redução da carga orgânica. A incorporação dos materiais adicionais não proporcionou ganhos significativos de remoção em relação à configuração-base A1, uma vez que o próprio sistema-base já apresentou elevada capacidade de redução dos parâmetros avaliados. Entretanto, a adição desses materiais promoveu alterações significativas em parâmetros físico-químico da água.

Palavras-chave: **BIOCHAR; MONTMORILONITA; SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90844

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E GERENCIAMENTO DE PROJETOS NO SETOR PÚBLICO BRASILEIRO: CAMINHOS PARA SUA INTEGRAÇÃO

ADRIENE CAMPELO DO AMARAL

RESUMO

A implementação da Agenda 2030 exige que compromissos relacionados ao desenvolvimento sustentável sejam incorporados aos processos de planejamento, execução, monitoramento e avaliação das organizações públicas. Nesse contexto, o gerenciamento de projetos pode contribuir para converter objetivos institucionais de sustentabilidade em iniciativas planejadas e avaliáveis. Este estudo teve como objetivo analisar como práticas e referenciais de gerenciamento de projetos podem contribuir para a integração dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) à gestão de projetos no setor público brasileiro. Realizou-se revisão bibliográfica de abordagem qualitativa e caráter exploratório-descritivo, com levantamento no Portal de Periódicos CAPES entre junho e setembro de 2026, complementado por documentos institucionais e referenciais técnicos pertinentes ao tema. A seleção foi orientada pela aderência à interface entre sustentabilidade, ODS, gerenciamento de projetos e gestão pública, pela disponibilidade do texto integral e pela pertinência para o contexto do setor público, com exclusão de duplicidades e de publicações sem relação direta com o problema investigado. Os resultados indicam que a integração entre ODS e gerenciamento de projetos pode ocorrer em três níveis complementares: estratégico, mediante incorporação dos ODS aos critérios de seleção e priorização de projetos; tático, por meio da adaptação de metodologias, estruturas de governança, indicadores e instrumentos de gestão; e operacional, mediante inclusão de critérios sociais, ambientais e econômicos ao longo do ciclo de vida dos projetos. Também foram identificadas quatro condições institucionais recorrentes: liderança comprometida, capacitação dos gestores, sistemas de monitoramento articulados aos ODS e cultura organizacional orientada à aprendizagem e à sustentabilidade. Conclui-se que o gerenciamento de projetos pode atuar como mecanismo de operacionalização da Agenda 2030, desde que a sustentabilidade seja incorporada à governança e aos processos decisórios das organizações públicas.

Palavras-chave: Agenda 2030; Governança; Planejamento governamental.

1 INTRODUÇÃO

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, adotada pelos Estados-membros das Nações Unidas em 2015, estabeleceu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e 169 metas destinadas a orientar ações nas dimensões econômica, social e ambiental. Mais do que um conjunto de compromissos internacionais, a Agenda pressupõe capacidade institucional para traduzir objetivos de longo prazo em políticas, programas, projetos, indicadores e mecanismos de governança capazes de produzir resultados concretos (ONU, 2015).

DOI: 10.51189/vii-coninters/90894

No setor público, esse desafio assume particular relevância, pois a implementação dos ODS depende da incorporação da sustentabilidade aos processos de planejamento, alocação de recursos, execução de políticas e avaliação de resultados. No contexto brasileiro, a adequação das metas globais às características nacionais evidenciou a necessidade de articulação entre planejamento governamental, capacidades institucionais e instrumentos de implementação (IPEA, 2018). A mera associação discursiva de programas e projetos aos ODS, entretanto, não demonstra que esses objetivos tenham orientado decisões, prioridades ou critérios de desempenho.

O gerenciamento de projetos oferece instrumentos para organizar recursos, responsabilidades, prazos, riscos, partes interessadas, produtos e resultados em torno de objetivos definidos. A evolução do campo também ampliou a concepção de sucesso dos projetos, tradicionalmente vinculada a escopo, prazo e custo, para considerar geração de valor, impactos sobre diferentes partes interessadas e sustentabilidade (Martens; Carvalho, 2017). Essa ampliação aproxima o gerenciamento de projetos dos compromissos da Agenda 2030 e suscita a possibilidade de utilizar projetos como unidades concretas de implementação de objetivos de sustentabilidade.

Paralelamente, referenciais voltados ao gerenciamento sustentável de projetos passaram a propor instrumentos para analisar impactos econômicos, sociais e ambientais ao longo do ciclo de vida das iniciativas. O PRiSM e o P5 Standard, por exemplo, procuram integrar sustentabilidade à concepção, ao planejamento, à execução e à avaliação de projetos (GPM Global, 2013). Tais abordagens são particularmente relevantes para organizações públicas, nas quais o desempenho não se limita à eficiência administrativa, mas deve considerar o valor público e os efeitos produzidos para a sociedade.

Diante desse contexto, o estudo foi orientado pela seguinte questão: de que maneira práticas e referenciais de gerenciamento de projetos podem contribuir para a integração dos ODS à gestão de projetos no setor público brasileiro? O objetivo geral foi analisar as possibilidades de integração entre ODS e gerenciamento de projetos, identificando mecanismos de incorporação da sustentabilidade aos níveis estratégico, tático e operacional da gestão pública, bem como condições institucionais e obstáculos relacionados à sua implementação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo caracteriza-se como revisão bibliográfica de abordagem qualitativa e caráter exploratório-descritivo. O levantamento das publicações foi realizado no Portal de Periódicos CAPES entre junho e setembro de 2026. A busca concentrou-se em estudos relacionados à Agenda 2030, aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, ao gerenciamento de projetos, à sustentabilidade em projetos, à governança e à gestão pública. A literatura acadêmica foi complementada por documentos institucionais e referenciais técnicos necessários à contextualização dos ODS e das práticas de gerenciamento de projetos.

Consideraram-se como critérios de inclusão a aderência temática à interface entre sustentabilidade ou ODS e gerenciamento de projetos ou gestão pública; a disponibilidade do texto integral; e a contribuição conceitual ou aplicada para compreender mecanismos de integração da sustentabilidade aos projetos. Foram excluídos registros duplicados, textos sem acesso integral e publicações cujo conteúdo não apresentasse relação direta com o problema investigado. Como a pesquisa original não foi estruturada como revisão sistemática, não foram empregados protocolo PRISMA, metanálise ou pretensão de exaustividade do universo bibliográfico.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90894

A análise do material concentrou-se em quatro dimensões: papel do gerenciamento de projetos na operacionalização de objetivos estratégicos; incorporação de princípios de sustentabilidade às metodologias e práticas de projetos; possibilidades de articulação entre ODS, processos de gerenciamento e indicadores; e condições institucionais que favorecem ou dificultam essa integração. A leitura comparativa permitiu organizar os achados em três níveis analíticos, estratégico, tático e operacional, além de identificar condições institucionais recorrentes na literatura. Essa sistematização foi utilizada para interpretar como os ODS podem ultrapassar o plano declaratório e influenciar a governança e o ciclo de vida dos projetos públicos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Gerenciamento de projetos e sustentabilidade

O gerenciamento de projetos consolidou-se como campo de conhecimentos, práticas e instrumentos voltados à organização de atividades temporárias destinadas à produção de resultados específicos. No setor público, sua aplicação pode favorecer coordenação de recursos, definição de responsabilidades, gestão de riscos, acompanhamento de resultados e alinhamento entre iniciativas e objetivos institucionais. Entretanto, projetos públicos são executados em ambiente marcado por legislação, controles, restrições orçamentárias, multiplicidade de partes interessadas e necessidade de geração de valor público, o que exige adaptação das práticas gerenciais ao contexto institucional.

A perspectiva tradicional de sucesso dos projetos esteve fortemente associada ao chamado triângulo de ferro, composto por escopo, prazo e custo. Embora esses elementos permaneçam relevantes, a literatura sobre gerenciamento sustentável amplia a avaliação do desempenho ao considerar efeitos econômicos, sociais e ambientais decorrentes do projeto e de seus resultados (Martens; Carvalho, 2017). Essa mudança aproxima o gerenciamento de projetos do Triple Bottom Line, segundo o qual o desempenho organizacional deve considerar simultaneamente resultados econômicos, sociais e ambientais (Elkington, 1997).

Abordagens desenvolvidas no campo do Green Project Management procuram operacionalizar essa ampliação. O PRiSM propõe integrar princípios de sustentabilidade ao ciclo de vida dos projetos, enquanto o P5 Standard organiza a avaliação de impactos relacionados a pessoas, planeta, prosperidade, processos e produtos (GPM Global, 2013). A contribuição desses referenciais está em deslocar a sustentabilidade de um elemento externo ou posterior para um critério incorporado às decisões de planejamento, execução e avaliação.

A análise da literatura indica, portanto, que integrar sustentabilidade ao gerenciamento de projetos não exige necessariamente abandonar práticas já consolidadas. A integração pode ocorrer mediante ampliação dos critérios empregados na definição de sucesso, gestão de riscos, participação das partes interessadas, avaliação de impactos e mensuração de resultados. Essa constatação constitui a base para a organização dos achados nos níveis estratégico, tático e operacional.

3.2 Integração em nível estratégico

No nível estratégico, os ODS podem ser incorporados aos processos de definição de prioridades e de seleção dos projetos que compõem os portfólios das organizações públicas. Nessa perspectiva, a Agenda 2030 deixa de funcionar apenas como referência para classificar iniciativas já existentes e passa a influenciar a decisão sobre quais projetos devem receber recursos, atenção institucional e prioridade de execução.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90894

A incorporação dos ODS aos critérios de seleção permite explicitar relações entre projetos individuais e objetivos institucionais de longo prazo. Projetos de infraestrutura, transformação digital, educação, saúde ou gestão ambiental, por exemplo, podem ser analisados não somente quanto às entregas previstas, mas também quanto às contribuições esperadas para inclusão, resiliência, redução das desigualdades, qualidade dos serviços e fortalecimento institucional. Essa leitura favorece a conexão entre planejamento estratégico e portfólio de projetos.

Nesse nível, Escritórios de Gerenciamento de Projetos (PMO) podem assumir papel de coordenação, pois contribuem para padronizar procedimentos, promover aprendizagem organizacional e fortalecer o alinhamento entre projetos e estratégia (Carvalho; Rabechini Jr., 2019). Quando articulados aos compromissos de sustentabilidade, podem apoiar a definição de critérios de priorização, o acompanhamento de contribuições aos ODS e a consolidação de informações para a tomada de decisão. O resultado central é que o alinhamento deve começar antes da execução: projetos individualmente eficientes podem produzir contribuição limitada à sustentabilidade quando o portfólio institucional não é orientado por objetivos coerentes com a Agenda 2030.

3.3 Integração em nível tático

O nível tático corresponde à tradução dos objetivos estratégicos em metodologias, estruturas de governança, indicadores e procedimentos organizacionais. Nesse plano, os ODS podem ser incorporados às práticas utilizadas para planejar e acompanhar projetos, incluindo gestão de riscos, qualidade, partes interessadas, comunicação, recursos e avaliação de resultados.

A gestão das partes interessadas apresenta relação direta com essa perspectiva. Projetos públicos envolvem grupos com diferentes níveis de poder, interesse e capacidade de influência. Mecanismos de participação, transparência e consideração das necessidades dos grupos afetados aproximam a gestão de projetos de princípios associados ao ODS 16, voltado ao fortalecimento de instituições eficazes, responsáveis e inclusivas (ONU, 2015). A gestão de riscos também pode incorporar riscos ambientais, climáticos, sociais, reputacionais e institucionais que, em abordagens mais restritas, poderiam ser tratados como externos ao projeto.

Outro mecanismo consiste na articulação entre indicadores de desempenho dos projetos e indicadores relacionados aos ODS. Cronograma, orçamento, qualidade e entrega continuam necessários, mas podem ser complementados por indicadores de impacto social, ambiental, institucional ou econômico compatíveis com os objetivos aos quais o projeto pretende contribuir. Essa articulação é relevante porque diferencia simples associação temática de integração efetiva: afirmar que uma iniciativa se relaciona a determinado ODS não demonstra, por si só, que o objetivo tenha influenciado sua concepção, seus critérios decisórios ou sua avaliação.

3.4 Integração em nível operacional

No nível operacional, a sustentabilidade é incorporada às decisões realizadas durante o ciclo de vida do projeto. Isso pode envolver critérios relacionados ao uso de recursos, compras e contratações, geração de resíduos, consumo energético, acessibilidade, inclusão, condições de trabalho, relacionamento com comunidades e impactos ambientais associados à execução e aos produtos gerados.

A perspectiva de ciclo de vida é relevante porque determinados impactos surgem ou permanecem após a conclusão formal do projeto. Uma infraestrutura entregue dentro do prazo e do orçamento, por exemplo, pode gerar custos ambientais, sociais ou operacionais durante anos. O gerenciamento sustentável amplia, portanto, a temporalidade considerada na avaliação do

DOI: 10.51189/vii-coninters/90894

desempenho e aproxima o conceito de sucesso da geração de valor para as partes interessadas e para a sociedade.

Referenciais como PRiSM e P5 procuram incorporar essa preocupação aos processos de gerenciamento. Ao considerar impactos sobre pessoas, planeta e prosperidade, bem como características dos processos e produtos, essas abordagens favorecem uma avaliação mais abrangente. Para o setor público, a implicação é particularmente relevante: a eficiência da execução deve ser combinada à qualidade e à sustentabilidade dos resultados produzidos.

3.5 Condições institucionais, barreiras e síntese dos achados

Além dos três níveis de integração, a literatura examinada permite identificar condições organizacionais que influenciam sua implementação. A primeira é a liderança institucional comprometida com a sustentabilidade, pois a incorporação dos ODS aos projetos envolve decisões sobre prioridades, recursos e critérios de desempenho. A segunda é a capacitação dos gestores públicos, necessária para relacionar técnicas de planejamento, riscos, monitoramento e avaliação às dimensões econômica, social e ambiental.

A terceira condição corresponde à existência de sistemas de monitoramento capazes de relacionar indicadores dos projetos aos objetivos de sustentabilidade. Sem mecanismos de mensuração, a contribuição atribuída aos ODS pode permanecer apenas declaratória. A quarta é uma cultura organizacional orientada à aprendizagem, inovação e continuidade institucional. Projetos relacionados à sustentabilidade frequentemente envolvem objetivos de médio e longo prazo, enquanto organizações públicas convivem com alterações de gestão, restrições orçamentárias e mudanças de prioridades.

Entre as barreiras destacam-se fragmentação institucional, insuficiência de capacitação, baixa maturidade em gerenciamento de projetos, resistência às mudanças, descontinuidade administrativa e limitações de recursos. Esses elementos indicam que a adoção isolada de uma metodologia não é suficiente. A integração depende de capacidade institucional para conectar estratégia, instrumentos de gestão e práticas operacionais.

A síntese dos achados permite compreender a integração entre ODS e gerenciamento de projetos como processo interdependente. No nível estratégico, os ODS orientam escolhas e prioridades; no tático, são traduzidos em métodos, indicadores, estruturas de governança e critérios de acompanhamento; e, no operacional, influenciam decisões relacionadas à execução e aos impactos produzidos ao longo do ciclo de vida. Quando uma dessas dimensões está ausente, o alinhamento tende a ser parcial e pode reduzir-se à associação nominal de projetos aos ODS.

4 CONCLUSÃO

O estudo analisou como práticas e referenciais de gerenciamento de projetos podem contribuir para integrar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável à atuação das organizações públicas brasileiras. A revisão indica que o gerenciamento de projetos oferece instrumentos capazes de aproximar os compromissos gerais da Agenda 2030 das decisões relacionadas a prioridades, recursos, riscos, partes interessadas, indicadores e resultados.

A principal síntese da análise é que essa integração pode ocorrer em três níveis complementares. No estratégico, os ODS podem orientar seleção, priorização e composição do portfólio de projetos. No tático, podem ser traduzidos em metodologias, estruturas de governança, indicadores e mecanismos de monitoramento. No operacional, podem orientar práticas e decisões ao longo do ciclo de vida, considerando impactos econômicos, sociais e ambientais. Também foram identificadas quatro condições institucionais relevantes:

DOI: 10.51189/vii-coninters/90894

comprometimento da liderança, capacitação dos gestores, sistemas de monitoramento articulados aos ODS e cultura organizacional orientada à sustentabilidade e à aprendizagem.

Conclui-se que o alinhamento entre ODS e gerenciamento de projetos não deve ser reduzido à classificação de iniciativas segundo a Agenda 2030. Para que exista integração substantiva, a sustentabilidade precisa produzir efeitos sobre os processos de decisão, planejamento, execução, monitoramento e avaliação. O gerenciamento de projetos pode, assim, constituir mecanismo de operacionalização da Agenda 2030 no setor público, desde que integrado às estruturas de planejamento e governança.

Como limitação, destaca-se o caráter bibliográfico não sistemático da revisão e a ausência, na pesquisa original, de registro quantitativo detalhado das etapas de busca e seleção, o que impede afirmar exaustividade da literatura examinada. Estudos futuros podem aplicar protocolos sistemáticos de revisão e testar empiricamente o modelo de integração nos níveis estratégico, tático e operacional em organizações públicas específicas, avaliando indicadores, processos de governança e resultados produzidos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Plano de Ação 2021-2022 para os ODS. Brasília: Secretaria de Governo da Presidência da República, 2021.

CARVALHO, Marly Monteiro de; RABECHINI JR., Roque. Fundamentos em gestão de projetos: construindo competências para gerenciar projetos. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

ELKINGTON, John. Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business. Oxford: Capstone, 1997.

GPM GLOBAL. The PRiSM Project Management Methodology. Green Project Management, 2013.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. ODS: metas nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Brasília: IPEA, 2018.

MARCELINO-SÁDABA, Sara et al. Project-based thinking for implementing the Sustainable Development Goals. Sustainability, v. 13, n. 11, 2021.

MARTENS, Mauro Luiz; CARVALHO, Marly Monteiro de. Key factors of sustainability in project management context: a survey exploring the project managers' perspective. International Journal of Project Management, v. 35, n. 6, p. 1084-1102, 2017.

ONU. Organização das Nações Unidas. Transformando nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Nova York: ONU, 2015.

PMI. PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide). 7. ed. Pennsylvania: Project Management Institute, 2021.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90894

DO SOLO AO RIO: CONVERSÃO DO USO DA TERRA E SEUS EFEITOS SOBRE A INFILTRAÇÃO HÍDRICA E O ABASTECIMENTO FLUVIAL NA SUB-BACIA DO RIO SANTA TEREZA (GO)

LUCIMAR MARQUES DA COSTA GARÇÃO; MANUEL EDUARDO FERREIRA

RESUMO

A conversão das paisagens do Cerrado brasileiro para uso agropecuário compromete a infiltração da água no solo, processo que condiciona a recarga de aquíferos, a disponibilidade hídrica para a produção rural e a perenidade dos cursos fluviais. Este trabalho analisa os condicionantes físicos do potencial de infiltração hídrica na sub-bacia do Rio Santa Tereza, no norte de Goiás, com área de 846.539 hectares, tributária do sistema Tocantins-Araguaia, com ênfase na variabilidade pluviométrica histórica entre 1994 e 2024 e nas propriedades hidráulicas das dez classes de solo que compõem a bacia. A abordagem adotada é geoecológica, fundamentada na noção de geossistema e na ecodinâmica da paisagem, que tratam a infiltração como propriedade emergente da interação entre clima, solo, cobertura vegetal e relevo, e não como atributo isolado de qualquer um desses fatores. Os parâmetros hidráulicos das classes pedológicas foram estimados por Funções de Pedotransferência, calibradas para solos tropicais, a partir de atributos de textura, densidade e matéria orgânica organizados em banco de dados nacional de referência, e a análise pluviométrica apoiou-se em séries históricas de estações regionais e de sensoriamento remoto, tratadas por teste estatístico não paramétrico de tendência. Os resultados indicam que os Latossolos das superfícies aplainadas concentram o maior potencial infiltrativo da sub-bacia, mas encontram-se predominantemente convertidos em pastagem, enquanto a vazão de referência Q95 permanece praticamente constante ao longo de todo o eixo fluvial, do alto ao baixo curso, evidenciando limitação na transferência hidrológica entre os compartimentos da bacia. A discussão aponta um descompasso entre a localização legal das Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais e os setores efetivamente responsáveis pela recarga hídrica da bacia. Os achados constituem base empírica relevante para a gestão de recursos hídricos e para o planejamento da conservação hidrológica em bacias do Cerrado sob pressão antrópica, subsidiando as etapas subsequentes da pesquisa de doutorado em curso.

Palavras-chave: Cerrado; Funções de Pedotransferência; Vazão de Referência.

1 INTRODUÇÃO

A conversão das paisagens naturais do Cerrado brasileiro para uso agropecuário tem consequências sobre o funcionamento hidrológico das bacias que, apesar de discutidas na literatura, ainda são subestimadas em sua dimensão espacial e temporal. Entre os processos mais sensíveis a essa transformação está a infiltração da água no solo, mecanismo que condiciona a recarga dos aquíferos, a disponibilidade de umidade para a produção rural e a alimentação dos cursos fluviais. Quando a continuidade hidrológica da paisagem é rompida, os efeitos se manifestam de forma encadeada: nascentes com vazão reduzida, rios que perdem regularidade e poços que aprofundam sem repor o volume extraído (Tundisi; Tundisi, 2010; Lima; Zakia, 2006). Na sub-bacia do Rio Santa Tereza, tributária do sistema Tocantins-Araguaia no norte de Goiás, esses sinais são observáveis em campo, e a ausência de

DOI: 10.51189/vii-coninters/90898

diagnósticos hidropedológicos integrados para essa região torna necessária a investigação aqui proposta.

A capacidade de infiltração de uma bacia é condicionada pelas propriedades hidráulicas dos solos que a compõem: condutividade hidráulica saturada, porosidade, granulometria e teor de matéria orgânica definem a velocidade e o volume com que a água penetra no perfil ou gera escoamento (Hillel, 2013; Reichardt; Timm, 2012). A sub-bacia apresenta diversidade pedológica considerável, de Latossolos profundos nas superfícies aplainadas a Neossolos Litólicos rasos em encostas e Gleissolos em posições ripárias, implicando respostas hidrológicas espacialmente distintas. Para estimar parâmetros hidráulicos nessa escala, sem a inviabilidade operacional de ensaios diretos em toda a área, as Funções de Pedotransferência de Hodnett e Tomasella (2002), calibradas para solos tropicais brasileiros, oferecem alternativa metodologicamente coerente (Ottoni *et al.*, 2018).

A infiltração hídrica é também condicionada pela precipitação, variável de entrada do ciclo hidrológico. No Cerrado, o regime pluviométrico apresenta sazonalidade marcada, com oscilações interanuais que influenciam os processos de recarga e o estresse hídrico (Ferreira; Zini; Silva, 2022), e séries históricas apontam tendências de redução e maior concentração dos eventos de chuva (Malhi *et al.*, 2010; PBMC, 2016). A dissociação entre a análise pluviométrica de longo prazo e os estudos de infiltração em escala de bacia compromete a compreensão do sistema hídrico real, lacuna que este trabalho procura reduzir.

Do ponto de vista teórico, a Geoecologia da Paisagem oferece o referencial adequado para articular essas variáveis. A formulação do geossistema de Bertrand (1971) expressa a interação entre o potencial ecológico (clima, hidrologia, geomorfologia), a exploração biológica (solo, vegetação, fauna) e a ação antrópica, enquanto a ecodinâmica de Tricart (1977) situa cada setor da bacia em um gradiente de estabilidade morfogenética. Nessa perspectiva, a infiltração não é atributo isolado do solo, do clima ou da vegetação, mas propriedade emergente da interação entre esses elementos na escala da paisagem.

Este trabalho articula a variabilidade pluviométrica histórica e as propriedades hidráulicas dos solos da sub-bacia do Rio Santa Tereza em uma abordagem geoecológica, sob a hipótese de que o potencial de infiltração hídrica é espacialmente heterogêneo e condicionado pela interação entre esses fatores, nenhum deles isoladamente explicando o comportamento infiltrativo de um setor da bacia. O objetivo geral é analisar os condicionantes físicos do potencial de infiltração hídrica na sub-bacia, com ênfase na variabilidade pluviométrica e nas propriedades hidráulicas dos solos. Os objetivos específicos são: caracterizar a variabilidade pluviométrica histórica da sub-bacia entre 1994 e 2024; estimar as propriedades hidráulicas das classes de solo por meio de Funções de Pedotransferência; e discutir a interação entre regime pluviométrico, solos, cobertura vegetal e relevo como condicionantes da infiltração, subsidiando as etapas subsequentes da pesquisa de doutorado em desenvolvimento no Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO/IESA/UFG).

2 MATERIAL E MÉTODOS

A sub-bacia do Rio Santa Tereza situa-se no norte de Goiás, entre 13°00' e 14°00' de latitude sul e 48°30' e 49°30' de longitude oeste, com área de 846.539 hectares, abrangendo os municípios de Porangatu, Santa Tereza de Goiás, Trombas, Mutunópolis, Estrela do Norte, Amaralina e Mara Rosa, na porção superior da bacia Tocantins-Araguaia (Latrubesse *et al.*, 2019). O clima é do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen, com precipitação média anual entre 1.300 e 1.600 mm concentrada entre outubro e março e estiagem pronunciada de maio a setembro. A altimetria varia de 275 m nas planícies do Araguaia a mais de 935 m nos interflúvios. A cobertura pedológica compreende dez classes mapeadas segundo a base do IBGE e da Embrapa, com predomínio de Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos nas superfícies aplainadas (400 a 650 m), Cambissolos e Argissolos nas encostas de transição,

Neossolos Litólicos em afloramentos rochosos e Gleissolos e Plintossolos nas posições ripárias e de descarga. O uso e a cobertura da terra foram obtidos do MapBiomas (2024).

O Quadro 1 sintetiza as fontes de dados, resoluções e métodos de análise empregados neste trabalho.

Quadro 1 – Síntese das fontes de dados e métodos de análise.

Variável	Fonte	Resolução/Escala	Método
Precipitação	CEMPA-Cerrado / CHIRPS	0,05° / diário, 1994-2024	Mann-Kendall + Sen
Solos	IBGE/Embrapa + HYBRAS	1:250.000	PTFs Hodnett e Tomasella (2002)
Uso e cobertura da terra	MapBiomas Coleção 9	30 m / 2024	Álgebra de mapas (SIG)
Hipsometria/relevo	SRTM/Copernicus DEM	30 m	Análise de terreno (SIG)
Hidrografia	SNIRH/ANA	Vetorial	Delimitação de sub-bacia
Vazão de referência	Sistema Veredas/SEMAD-GO	Alto, médio e baixo curso	Q95 por regionalização (CERH-GO)

Fonte: elaborado pelas autoras (2026).

A caracterização do regime pluviométrico apoia-se nos dados do CEMPA-Cerrado e nos dados do CHIRPS (Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data), produto com resolução espacial de 0,05° e resolução temporal diária desde 1981 (Funk *et al.*, 2015). O processamento das séries compreende a organização e a consistência dos dados mensais e anuais para o período de 1994 a 2024, com tratamento de falhas por interpolação. A tendência temporal é analisada pelo teste não paramétrico de Mann-Kendall (Kendall, 1975; Mann, 1945), com a magnitude estimada pelo método de Sen (1968), permitindo identificar os anos hidrológicos extremos que condicionam os limites do comportamento infiltrativo da bacia. A precipitação média anual é interpolada espacialmente por polígonos de Thiessen.

Os parâmetros hidráulicos das classes pedológicas, entre eles a condutividade hidráulica saturada (Ks), a umidade residual (θr), a umidade de saturação (θs) e os parâmetros de forma α e n da equação de van Genuchten (1980), são estimados pelas Funções de Pedotransferência de Hodnett e Tomasella (2002), desenvolvidas a partir de banco de dados exclusivamente tropical com mais de 770 amostras de solos brasileiros. Os atributos de entrada (textura, densidade e teor de matéria orgânica) foram obtidos do banco HYBRAS (Ottoni *et al.*, 2018) e das cartas pedológicas do IBGE e da Embrapa.

A vazão de referência Q95 por compartimento (alto, médio e baixo curso) foi obtida junto ao Sistema Veredas da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Goiás (SEMAD-GO), que adota a Base Hidrográfica Ottocodificada da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) como referência para a discretização da rede hidrográfica (Instrução Normativa SEMAD-GO n. 03/2023), com vazão ecológica mínima e outorga máxima calculadas conforme o Decreto Estadual de Goiás n. 7.962/2014. A coleta de amostras e a aplicação direta das Funções de Pedotransferência com dados analíticos próprios da sub-bacia, assim como a integração das demais dimensões da paisagem por sobreposição ponderada em ambiente de geoprocessamento, estão previstas para etapa subsequente da pesquisa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros hidráulicos estimados pelas Funções de Pedotransferência de Hodnett e Tomasella (2002), com base no banco HYBRAS (Ottoni *et al.*, 2018), revelam diferenças consideráveis entre as classes pedológicas da sub-bacia (Quadro 2), com implicações diretas sobre a distribuição espacial do potencial de infiltração.

Quadro 2 – Parâmetros hidráulicos estimados por Funções de Pedotransferência (Hodnett; Tomasella, 2002) para as classes pedológicas da sub-bacia do Rio Santa Tereza (GO).

Classe pedológica	Sigla	Grupo SCS	Ks (mm h^{-1})	θs (cm^3cm^{-3})	θr (cm^3cm^{-3})	Potencial infiltrativo
Latossolo Vermelho Distrófico	LVd	A	42,5	0,52	0,08	Muito Alto
Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico	LVAd	A	38,2	0,50	0,09	Muito Alto
Latossolo Amarelo Distrófico	LAd	A/B	28,6	0,48	0,10	Alto
Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico	PVAd	B	12,4	0,44	0,11	Médio
Cambissolo Háplico Tb Distrófico	CXbd	B/C	8,7	0,42	0,10	Médio
Gleissolo Háplico Tb Distrófico	GXbd	D	1,2	0,55	0,14	Muito Baixo
Neossolo Litólico Distrófico	RLd	D	3,8	0,38	0,07	Baixo
Plintossolo Pétrico Concrecionário	FFc	C/D	4,5	0,40	0,12	Baixo

Grupo SCS = Grupo Hidrológico do Soil Conservation Service; Ks = condutividade hidráulica saturada; θs = umidade de saturação; θr = umidade residual. Valores estimados a partir do banco HYBRAS e aplicáveis ao horizonte superficial (0-30 cm) de cada classe. Fonte: elaborado pelas autoras (2026), com base em Hodnett e Tomasella (2002) e Ottoni et al. (2018).

Os Latossolos Vermelhos e Vermelho-Amarelos Distróficos (LVd e LVAd), predominantes nas superfícies aplainadas, apresentaram os maiores valores de condutividade hidráulica saturada (38 a 43 mm h^{-1}) e foram classificados no Grupo Hidrológico A do Soil Conservation Service, associado à estrutura granular estável e à macroporosidade biológica típicas dos solos altamente intemperizados do Cerrado (Hillel, 2013). Essa macroporosidade é, contudo, o atributo mais sensível à compactação pelo pisoteio animal, o que explica por que a conversão desses solos para pastagem representa a principal ameaça à capacidade infiltrativa da bacia, não por alterar a textura do solo, mas por destruir progressivamente a estrutura que a torna hidraulicamente funcional (Zago *et al.*, 2022; Nóbrega *et al.*, 2011). O Argissolo Vermelho-Amarelo e o Cambissolo Háplico apresentaram valores intermediários de Ks (9 a 12 mm h^{-1}), com o gradiente textural do Argissolo favorecendo o fluxo lateral subsuperficial nas encostas. As maiores restrições ocorreram no Gleissolo Háplico (Ks = 1,2 mm h^{-1}, Grupo D, zona de descarga ripária), no Neossolo Litólico, limitado pela pequena espessura do perfil, e no Plintossolo Pétrico Concrecionário, cujos horizontes petroplínticos impõem barreira estrutural e permanente ao fluxo vertical, independentemente do uso da terra.

A análise integrada dos mapas pedológico, hipsométrico e de uso da terra revela uma sub-bacia cuja aptidão natural para a infiltração é considerável, mas cujo funcionamento hidrológico efetivo é crescentemente condicionado por fatores antrópicos. O problema central não é a ausência de solos permeáveis, mas a supressão da capacidade infiltrativa de solos que originalmente seriam altamente absorventes: os Latossolos das superfícies aplainadas, os de maior relevância hidrológica da bacia, permanecem predominantemente sob pastagem, enquanto a vegetação nativa remanescente concentra-se nas Áreas de Preservação Permanente das margens dos cursos d'água e nas encostas mais declivosas, precisamente nas classes pedológicas onde a capacidade infiltrativa já é estruturalmente limitada. Esse descompasso entre a localização legal das Áreas de Preservação Permanente e das Reservas Legais e os setores efetivamente responsáveis pela recarga hídrica dialoga com estudos que questionam a

efetividade hidrológica da legislação florestal quando o posicionamento das áreas protegidas não considera critérios hidropedológicos (Ponciano *et al.*, 2015; Souza; Rodrigues, 2021).

A vazão de referência Q95 reforça esse diagnóstico (Quadro 3).

Quadro 3 – Vazão de referência Q95 por compartimento da sub-bacia do Rio Santa Tereza (GO).

Compartimento	Q95 ($m^3 s^{-1}$)	Q95 ($L s^{-1}$)	Vazão ecológica mínima ($L s^{-1}$)	Outorga máxima ($L s^{-1}$)
Alto curso	0,177	176,9	17,7	53,1
Médio curso	0,177	177,0	17,7	53,1
Baixo curso (exutório)	0,177	177,0	17,7	53,1

Fonte: Sistema Veredas/SEMAD-GO, com base na Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO/ANA), conforme Instrução Normativa SEMAD-GO n. 03/2023.

Com Q95 de 0,177 $m^3 s^{-1}$ (177 $L s^{-1}$) praticamente constante do alto ao baixo curso, a bacia não apresenta o incremento longitudinal esperado com o crescimento da área contribuinte, padrão que aponta limitação sistêmica na transferência hidrológica entre compartimentos. A vazão ecológica mínima de 17,7 $L s^{-1}$ e o limite de outorga de 53,1 $L s^{-1}$, aplicados sob enquadramento provisório na Classe 2 (CONAMA, 2005; CERH-GO, 2008), indicam margens estreitas para o aproveitamento hídrico. A infiltração ocorre nos Latossolos, cujo Ks estimado entre 38 e 43 mm h^{-1} é suficiente para absorver eventos de precipitação moderada, mas parte da água infiltrada é retida nas camadas intermediárias do perfil e consumida pela evapotranspiração antes de alcançar o lençol freático, especialmente sob a elevada demanda evapotranspirativa do Cerrado (Oliveira *et al.*, 2005; Giambelluca *et al.*, 2009). Pequenos barramentos rurais distribuídos sobre os compartimentos de maior potencial de recarga acrescentam outro mecanismo de interrupção, capturando o fluxo de base e fragmentando a continuidade hidrológica a jusante (Latrubesse *et al.*, 2019). A pergunta que emerge não é apenas se a água infiltra, mas se essa água permanece funcionalmente conectada à recarga do aquífero, à sustentação das nascentes e à perenidade dos cursos d'água a jusante. Essa é a questão que a pesquisa de doutorado em desenvolvimento pretende responder espacialmente em etapa subsequente.

4 CONCLUSÃO

Os resultados indicam que a sub-bacia do Rio Santa Tereza possui aptidão natural elevada para a infiltração hídrica, concentrada nos Latossolos das superfícies aplainadas (Ks entre 38 e 43 mm h^{-1}, Grupo Hidrológico A), mas que essa aptidão não se converte integralmente em recarga aquífera e sustentação das vazões mínimas, como evidenciado pela estagnação da Q95 (0,177 $m^3 s^{-1}$) ao longo de todo o eixo fluvial. A principal ameaça identificada não é a ausência de solos infiltrantes, mas a perda progressiva da funcionalidade física dos Latossolos sob pastagem, associada à compactação pelo pisoteio animal, enquanto a proteção legal das Áreas de Preservação Permanente e das Reservas Legais recai predominantemente sobre setores de menor aptidão hidrológica.

Para a gestão de recursos hídricos e saneamento em bacias do Cerrado sob pressão agropecuária, esses resultados reforçam a necessidade de critérios hidropedológicos explícitos no posicionamento das áreas protegidas e no monitoramento das vazões mínimas, para além do cumprimento formal da legislação florestal. A caracterização da variabilidade pluviométrica e das propriedades hidráulicas dos solos, aqui apresentada, constitui base empírica para as etapas subsequentes da pesquisa de doutorado em desenvolvimento no Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO/IESA/UFG), voltadas à modelagem espacial integrada do potencial de infiltração hídrica na sub-bacia do Rio Santa Tereza e à identificação de setores prioritários para

intervenção e conservação hídrica na região. Como limitação, destaca-se que os parâmetros hidráulicos apresentados são estimativas de referência, a serem validadas por dados analíticos próprios da bacia na etapa seguinte do doutoramento.

REFERÊNCIAS

BERTRAND, G. Paysage et géographie physique globale: esquisse méthodologique. **Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest**, Toulouse, v. 39, n. 3, p. 249-272, 1971.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE GOIÁS (CERH-GO). **Deliberação n. 13, de 2008**. Goiânia: SEMAD-GO, 2008.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução n. 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Brasília: MMA, 2005.

FERREIRA, M. E.; ZINI, E. S.; SILVA, A. A. Integração de geotecnologias na avaliação da dinâmica de paisagens do Cerrado. **Geografia**, v. 47, n. 2, p. 12-34, 2022.

FUNK, C. *et al.* The climate hazards infrared precipitation with stations: a new environmental record for monitoring extremes. **Scientific Data**, v. 2, n. 150066, 2015.

GIAMBELLUCA, T. W. *et al.* Evapotranspiration in the cerrado savannas of Brazil. In: KIRCHHOFF, V. W. J. H. (ed.). **Cerrado: hydrological and climatic processes**. São Paulo: INPE, 2009.

GOIÁS. **Decreto n. 7.962, de 30 de setembro de 2014**. Regulamenta o processo de outorga de direito de uso dos recursos hídricos. Goiânia: Casa Civil, 2014.

HILLEL, D. **Introduction to environmental soil physics**. 2. ed. Amsterdam: Elsevier Academic Press, 2013.

HODNETT, M. G.; TOMASELLA, J. Marked differences between van Genuchten soil water retention parameters for temperate and tropical soils: a new water retention pedo-transfer functions developed for tropical soils. **Geoderma**, v. 108, n. 3-4, p. 155-180, 2002.

KENDALL, M. G. **Rank correlation methods**. 4. ed. London: Charles Griffin, 1975.

LATRUBESSE, E. M. *et al.* Small hydropower and cumulative impacts in Amazon and Cerrado. **Science of the Total Environment**, v. 654, p. 1197-1206, 2019.

LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. Hidrologia de microbacias florestais. In: LIMA, W. P.; ZAKIA, M. J. B. (org.). **As florestas plantadas e a água**. São Carlos: RiMa, 2006. p. 33-62.

MALHI, Y. *et al.* Climate change, deforestation, and the fate of the Amazon. **Science**, v. 319, n. 5860, p. 169-172, 2010.

MANN, H. B. Nonparametric tests against trend. **Econometrica**, v. 13, n. 3, p. 245-259, 1945.

MAPBIOMAS. **Coleção 9: mapeamento anual de cobertura e uso da terra do Brasil**. 2024. Disponível em: https://mapbiomas.org. Acesso em: 30 ago. 2026.

NÓBREGA, R. L. B. *et al.* Runoff and peak flows under different land covers in a Brazilian Cerrado catchment. **Hydrological Processes**, v. 25, p. 2294-2310, 2011.

OLIVEIRA, R. S. *et al.* Deep root access to groundwater in neotropical dry forests. **Plant and Soil**, v. 278, n. 1-2, p. 123-136, 2005.

OTTONI, M. V. *et al.* Revisiting PTF performances to estimate soil hydraulic properties: a comparison using the BR-HYBRAS dataset. **Vadose Zone Journal**, v. 18, n. 1, p. 1-17, 2018.

PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS (PBMC). **Relatório especial: mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil**. Brasília: PBMC, 2016.

PONCIANO, L.; MEDEIROS, M.; RODRIGUES, A. Efetividade ecológica das APPs em ecossistemas sazonalmente secos. **Biologia Tropical**, v. 63, n. 2, p. 45-67, 2015.

REICHARDT, K.; TIMM, L. C. **Solo, planta e atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. 2. ed. Barueri: Manole, 2012.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE GOIÁS (SEMAD-GO). **Sistema Veredas: vazões de referência para outorga de recursos hídricos**. Goiânia: SEMAD-GO, 2024.

SEN, P. K. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau. **Journal of the American Statistical Association**, v. 63, n. 324, p. 1379-1389, 1968.

SOUZA, F.; RODRIGUES, A. S. L. Efetividade de áreas protegidas em ecossistemas sazonalmente secos. **Environmental Conservation**, v. 48, n. 3, p. 201-215, 2021.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 67-76, 2010.

VAN GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, v. 44, n. 5, p. 892-898, 1980.

ZAGO, L. M. S. *et al.* Kinetic modeling indicates changes in soil quality of agroecosystems in the Brazilian Cerrado. **Geoderma Regional**, v. 28, e00531, 2022.

DOI: 10.51189/vii-coninters/90898

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

PREVENÇAO EM FOCO

VITÓRIA CAMILE DA SILVA CHAVATI

Introdução: A prevenção constitui uma das estratégias mais eficazes para a promoção e manutenção da saúde. Por meio da informação, da conscientização e da adoção de hábitos adequados, é possível reduzir fatores de risco, identificar alterações precocemente e contribuir para uma melhor qualidade de vida. Apesar dos avanços na área da saúde, a falta de conhecimento sobre medidas preventivas ainda representa um importante desafio para a população. **Objetivo:** Analisar os principais fatores relacionados às estratégias de prevenção e promoção da saúde, destacando a importância da informação e da educação em saúde. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão narrativa da literatura, realizada por meio de buscas nas bases de dados Google Acadêmico, SciELO e PubMed. Foram incluídos artigos publicados entre 2019 e 2025, nos idiomas português e inglês, relacionados à prevenção, promoção e educação em saúde. **Resultados:** A literatura analisada evidencia que as transformações econômicas, políticas, sociais e culturais ocorridas ao longo do tempo influenciaram diretamente as condições de vida e o processo saúde-doença da população. Nesse contexto, a promoção da saúde passou a ocupar papel fundamental, abrangendo ações voltadas à prevenção de doenças, redução de fatores de risco e incentivo à adoção de hábitos saudáveis. Entretanto, ainda se observa que parte da população associa o cuidado com a saúde principalmente ao tratamento de doenças já instaladas, deixando em segundo plano consultas periódicas, exames preventivos e mudanças no estilo de vida. Os estudos reforçam que o acesso à informação e as ações de educação em saúde são estratégias fundamentais para ampliar o conhecimento da população, estimular o autocuidado e favorecer a identificação precoce de possíveis alterações. **Conclusão:** A prevenção representa uma importante ferramenta para reduzir riscos e evitar o desenvolvimento ou agravamento de doenças. A identificação precoce de fatores de risco, associada à adoção de hábitos saudáveis e ao acompanhamento periódico da saúde, pode contribuir para a redução de complicações e melhoria da qualidade de vida. Dessa forma, ampliar o acesso à informação e fortalecer as estratégias de educação em saúde são medidas essenciais para incentivar o autocuidado e aumentar a participação da população na manutenção da própria saúde.

Palavras-chave: **PREVENCAO; PROMOÇAO; EDUCAÇAO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90905

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

IMPACTOS NA QUALIDADE DA ÁGUA PELO USO URBANO: ANÁLISE DA UNIDADE HIDROGRÁFICA BANANAL NO DISTRITO FEDERAL

DIOGO RODRIGUES SOARES; BRENO FERREIRA DE MELO; DANIELA PINHO ROCKE; FERNANDO MOREIRA ROSA; DAPHNE MUNIZ

Introdução: A Unidade Hidrográfica (UH) do Bananal, integrante da Bacia do Lago Paranoá, tem importância estratégica para a segurança hídrica do Distrito Federal, abrigando nascentes em áreas protegidas e uma captação para abastecimento público. Contudo, a expansão urbana em seu entorno, associada à redução de áreas legalmente protegidas, tem ampliado as pressões antrópicas sobre o manancial. **Objetivo:** Avaliar temporalmente a qualidade da água da UH Bananal e verificar sinais de degradação associados às pressões da expansão urbana. **Metodologia:** Utilizaram-se dados oficiais de monitoramento do Sistema de Informação sobre Recursos Hídricos do Distrito Federal (SIRH/DF), referentes ao exutório da UH Bananal, corpo hídrico enquadrado como Classe 2. Para o Índice de Conformidade ao Enquadramento (ICE), adotou-se a tipologia lótico urbano. Foram analisados o Índice de Qualidade da Água (IQA), entre 2020 e 2025, e o ICE, entre 2020 e 2024. A evolução da ocupação urbana no entorno foi avaliada por geoprocessamento e imagens de satélite. **Resultados:** O IQA permaneceu classificado como "Boa" em todo o período, mas caiu de 75, em 2020, para 67, em 2025, indicando redução recente. O ICE apresentou deterioração mais evidente, passando de 88, em 2020 e 2021, para 85, em 2022 e 2023, e 74, em 2024, mudando a classificação de "Adequado" para "Regular". A tendência coincide com crescente pressão urbana, caracterizada por ocupações regulares, impermeabilização do solo e assentamentos irregulares com deficiência de saneamento. **Conclusão:** Apesar de o IQA ainda indicar condição geral "Boa", a redução do ICE evidencia maior afastamento das condições de enquadramento do corpo hídrico. Os resultados reforçam a necessidade de intensificar o monitoramento e a fiscalização ambiental, ampliar o saneamento e adotar medidas de controle da expansão urbana, visando à proteção da qualidade da água e à segurança hídrica do Distrito Federal. **Agradecimento:** O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) através do Convênio CAPES/UNESP Nº. 951420/2023. Agradece-se ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua pelo apoio técnico-científico.

Palavras-chave: **ANTROPIZAÇÃO; GESTÃO DE BACIAS; RECURSOS HIDRÍCOS**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90972

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

MANEJO SUSTENTÁVEL DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS: DESAFIOS E POSSIBILIDADES DA GESTÃO NA VISÃO DE REPRESENTANTES DA SOCIEDADE CIVIL

VITORIA HELEN DAMASCENA CASTRO PEIXOTO; LUCAS SANTOS CERQUEIRA

Introdução: O intenso processo de urbanização observado nas cidades brasileiras tem intensificado problemas relacionados ao escoamento das águas pluviais, como alagamentos e inundações, situação agravada em municípios de pequeno porte, marcados por fragilidade institucional e ausência de instrumentos específicos de planejamento para a drenagem urbana. Essa realidade se manifesta de forma particular no município de Cachoeira, no Recôncavo Baiano, onde a recorrência de alagamentos convive com a condição de patrimônio histórico e cultural tombado, o que impõe restrições adicionais às intervenções físicas de drenagem em seu centro tombado. **Objetivo:** analisar os desafios e as possibilidades do manejo sustentável das águas pluviais urbanas no município de Cachoeira-BA, na visão de representantes da sociedade civil. **Metodologia:** pesquisa de abordagem qualitativa, de natureza exploratória e descritiva, desenvolvida em duas etapas complementares: levantamento bibliográfico e pesquisa de campo, esta última operacionalizada por entrevistas semiestruturadas com cinco representantes da Associação Amigos do Rio Paraguaçu, organizadas a partir de quatro dimensões analíticas e submetidas à análise temática. **Resultados:** a gestão da drenagem urbana em Cachoeira opera predominantemente sob lógica reativa, marcada pela ausência de instrumentos de planejamento atualizados, pela descontinuidade administrativa entre gestões e pela recente transferência de responsabilidades ao município sem o correspondente fortalecimento técnico e financeiro. Constatou-se expressiva desigualdade socioespacial na distribuição dos impactos dos alagamentos, que atingem sobretudo populações de menor renda residentes em áreas de maior vulnerabilidade, sendo essa desigualdade nomeada por um dos entrevistados como racismo ambiental, além de limites à efetividade dos espaços formais de participação social; a ausência de resposta da Secretaria Municipal de Obras e Meio Ambiente às solicitações formais de participação na pesquisa foi incorporada à análise como dado empírico revelador de fragilidades institucionais. Entre os avanços, destacam-se a adesão do município ao projeto PLANSANEAR e a elaboração, ainda em curso, do Plano Municipal de Saneamento Básico. **Conclusão:** o avanço rumo a um manejo sustentável das águas pluviais depende do fortalecimento simultâneo do planejamento territorial, da capacidade institucional e da participação social, evidenciando que os principais desafios da drenagem urbana em Cachoeira antecedem a infraestrutura e residem nas condições de governança pública que a viabilizam.

Palavras-chave: **DRENAGEM; GOVERNANÇA; PARTICIPAÇÃO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/90988

CONSTRUINDO PONTES ENTRE UNIVERSIDADE E EDUCAÇÃO BÁSICA: PRÁTICAS EXTENSIONISTAS E FORMAÇÃO SOCIOAMBIENTAL NO SUL DA BAHIA

ROSÂNGELA CIDREIRA DE JESUS; MILTON FERREIRA DA SILVA JÚNIOR; DANIEL GONÇALVES NETO; GABRIEL DIAS LIBERATO

RESUMO

A aproximação entre universidade e escolas constitui estratégia relevante para democratizar o acesso ao conhecimento científico, ampliar repertórios formativos e fortalecer vínculos territoriais entre instituições de ensino superior e a educação básica. Neste contexto, o presente trabalho analisou as ações desenvolvidas pelo Projeto Construindo Pontes entre Saberes-Fazeres da Universidade com a Educação Básica, no Sul da Bahia, entre abril de 2023 e novembro de 2025, considerando o alcance institucional, os públicos participantes, os espaços mobilizados e os conteúdos abordados nas atividades extensionistas. Foi realizada pesquisa aplicada, exploratória, descritiva e documental, de abordagem mista, com exame de registros institucionais agregados submetidos à estatística descritiva e à análise temática de conteúdo. Os resultados indicam a realização de 31 ações e o registro de 1.076 participações, com predominância de estudantes do Ensino Médio e alcance de instituições situadas em pelo menos sete municípios da região. Observou-se progressiva diversificação dos itinerários formativos, sobretudo em 2025, articulando laboratórios, biblioteca, museu, fábrica de chocolate, xiloteca, estação meteorológica, meliponário e sistemas de tratamento de água, além de temas relacionados à biodiversidade, ao solo, ao clima, ao saneamento, ao cacau, à tecnologia e às políticas de permanência estudantil. Os achados evidenciam o potencial do projeto para articular divulgação científica, territorialidade e formação socioambiental crítica, aproximando a universidade das realidades locais. Contudo, a heterogeneidade dos registros disponíveis e a ausência de instrumentos avaliativos sistemáticos impedem afirmar, com precisão, mudanças efetivas na aprendizagem ou nas percepções dos participantes. Conclui-se que a continuidade das ações, a padronização documental dos registros e a implementação de avaliação sistemática são fundamentais para consolidar vínculos formativos duradouros entre a universidade e a educação básica na região.

Palavras-chave: Divulgação Científica; Territorialidade; Sustentabilidade Ambiental

1 INTRODUÇÃO

A relação entre universidade e escola constitui um dos eixos centrais das políticas de extensão universitária no Brasil, sendo reconhecida como via de democratização do conhecimento científico e de fortalecimento dos vínculos entre a produção acadêmica e as demandas sociais dos territórios (FORPROEX, 2012). A Constituição Federal de 1988 estabelece a educação como direito de todos e dever do Estado e da família, atribuindo à universidade um papel indissociável entre ensino, pesquisa e extensão (BRASIL, 1988). Nessa direção, a Resolução nº 7/2018 do Conselho Nacional de Educação instituiu a extensão como componente curricular obrigatório na educação superior brasileira, reforçando sua centralidade na formação universitária (BRASIL, 2018).

Para Freire (1983), a extensão não deve ser compreendida como mera transmissão de conhecimento da universidade para a comunidade, mas como processo dialógico de comunicação entre saberes. Essa perspectiva dialógica é retomada por Freire (1996) ao situar a

DOI: 10.51189/vii-coninters/90996

autonomia e a criticidade como fundamentos de uma prática educativa emancipatória. Nesse sentido, Dias Sobrinho (2010) alerta que a democratização da educação superior exige não apenas ampliação do acesso, mas também combate às múltiplas formas de exclusão presentes nas instituições, o que reforça a relevância de projetos que aproximem a universidade de públicos historicamente distantes dela, como estudantes da educação básica. Santos (2011) argumenta que a universidade do século XXI deve se reinventar como espaço público voltado à emancipação social, e não apenas à reprodução do conhecimento acadêmico.

No campo da educação ambiental, autores como Jacobi (2003), Layrargues e Lima (2014) e Loureiro e Layrargues (2013) defendem uma perspectiva crítica, que articula formação ambiental, cidadania e transformação social, superando abordagens meramente comportamentalistas. Tozoni-Reis (2006) propõe o uso de temas geradores como estratégia metodológica para uma educação ambiental crítica e emancipatória. Complementarmente, Berkes (2012) e Santos (2006) chamam atenção para a dimensão territorial e o conhecimento ecológico tradicional como elementos constitutivos da relação entre sociedade e ambiente.

A literatura também reconhece a importância dos espaços não formais de educação científica — como museus, laboratórios e estações de pesquisa — como ambientes complementares à escola na formação científica de estudantes (CASCAIS; TERÁN, 2014; QUEIROZ et al., 2011). Estudos sobre a interação entre universidade e escola, como o de Tauchen, Devechi e Trevisan (2014), reforçam que essa colaboração se constrói tanto por meio de ações concretas quanto de discursos institucionais que legitimam a parceria.

Nesse contexto, o Projeto Construindo Pontes entre Saberes-Fazeres da Universidade com a Educação Básica, desenvolvido no Sul da Bahia, busca articular ações extensionistas de formação socioambiental entre a universidade e escolas da região. Este trabalho tem como objetivo analisar as ações desenvolvidas pelo projeto entre abril de 2023 e novembro de 2025, considerando o alcance institucional, os públicos participantes, os espaços mobilizados e os conteúdos abordados.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de pesquisa aplicada, exploratória, descritiva e documental, de abordagem mista, conforme a classificação proposta por Gil (2007) e a lógica de integração entre dados quantitativos e qualitativos discutida por Creswell e Plano Clark (2013). Foram examinados registros institucionais agregados do Projeto Construindo Pontes entre Saberes-Fazeres da Universidade com a Educação Básica, referentes ao período de abril de 2023 a novembro de 2025, incluindo relatórios de atividades, listas de presença e materiais de divulgação institucional (UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL DA BAHIA, 2014, 2025).

A análise documental seguiu os procedimentos indicados por Cellard (2008), contemplando a contextualização dos documentos, a identificação de seus autores, a análise da lógica interna do texto e a interpretação do conteúdo. Os dados quantitativos (número de ações, participações, municípios alcançados e espaços mobilizados) foram submetidos à estatística descritiva, enquanto os conteúdos temáticos das ações foram organizados por meio da análise temática de conteúdo, conforme proposto por Bardin (2011).

A pesquisa observou os princípios éticos estabelecidos pela Resolução nº 510/2016 do Conselho Nacional de Saúde, que dispõe sobre normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais, tendo sido utilizados exclusivamente dados institucionais agregados, sem identificação de participantes (BRASIL, 2016).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período analisado, foram identificadas 31 ações e 1.076 participações registradas, com predominância de estudantes do Ensino Médio, alcançando instituições de ensino situadas em, pelo menos, sete municípios do Sul da Bahia. Os itinerários formativos apresentaram diversificação progressiva ao longo do tempo, especialmente a partir de 2025, articulando

espaços como laboratórios, biblioteca, museu, fábrica de chocolate, xiloteca, estação meteorológica, meliponário e sistemas de tratamento de água.

Essa diversificação de espaços dialoga com a literatura sobre educação não formal, que reconhece ambientes como museus, laboratórios e estações de pesquisa como complementares à escola na formação científica (CASCAIS; TERÁN, 2014; QUEIROZ et al., 2011). Os temas abordados nas ações — biodiversidade, solo, clima, saneamento, cacau, tecnologia e políticas de permanência estudantil — refletem uma abordagem interdisciplinar da sustentabilidade, alinhada à perspectiva crítica da educação ambiental defendida por Jacobi (2003) e Layrargues e Lima (2014), que compreendem a formação ambiental como processo articulado à cidadania e à transformação social, e não apenas à transmissão de conteúdos técnicos.

A presença de espaços como o meliponário e a xiloteca, vinculados a saberes tradicionais e à biodiversidade regional, aproxima-se da noção de ecologia sagrada e de conhecimento ecológico tradicional discutida por Berkes (2012), bem como da relação entre espaço, técnica e território analisada por Santos (2006). A dimensão territorial do projeto também remete à noção de topofilia proposta por Tuan (1980), na medida em que as ações buscam fortalecer o vínculo afetivo e identitário dos estudantes com o território em que vivem — aspecto igualmente discutido por Vasco e Zakrzevski (2010) em seus estudos sobre percepção ambiental no Brasil.

O alcance de sete municípios e a predominância de estudantes do Ensino Médio sugerem que o projeto tem contribuído para a democratização do acesso ao conhecimento científico, na direção apontada por Dias Sobrinho (2010) e Santos (2011), ao aproximar a universidade de públicos e territórios historicamente distantes da vida acadêmica. A interação estabelecida entre a universidade e as escolas parceiras também confirma o que Tauchen, Devechi e Trevisan (2014) descrevem como uma colaboração que se constrói tanto por ações concretas quanto por discursos institucionais de legitimação da parceria.

Não obstante, a heterogeneidade dos registros disponíveis — produzidos por diferentes equipes e sem padronização metodológica — e a ausência de instrumentos avaliativos sistemáticos impedem afirmar, com precisão, mudanças na aprendizagem ou nas percepções dos participantes, limitação que aponta para a necessidade de aprimoramento dos processos de documentação e avaliação das ações extensionistas.

4 CONCLUSÃO

O Projeto Construindo Pontes entre Saberes-Fazeres da Universidade com a Educação Básica evidencia o potencial das ações extensionistas para integrar divulgação científica, territorialidade e formação socioambiental crítica, aproximando a universidade das realidades locais do Sul da Bahia. Os resultados demonstram alcance expressivo em termos de ações, participações e diversidade de espaços e temas mobilizados, alinhando-se aos princípios da extensão universitária como via de democratização do conhecimento (FREIRE, 1983; FORPROEX, 2012).

Contudo, a heterogeneidade dos registros e a ausência de instrumentos avaliativos sistemáticos constituem limitações importantes, que impedem avaliar com precisão os efeitos das ações sobre a aprendizagem e as percepções dos participantes. Recomenda-se, assim, a continuidade das ações, a padronização documental dos registros institucionais e a implementação de instrumentos de avaliação sistemática, de modo a consolidar vínculos formativos duradouros entre a universidade e a educação básica na região.

REFERÊNCIAS

BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011.

BERKES, Fikret. Sacred ecology. 3. ed. New York: Routledge, 2012.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Presidência da República, 1988.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Câmara de Educação Superior. Resolução nº 7, de 18 de dezembro de 2018. Estabelece as Diretrizes para a Extensão na Educação Superior Brasileira e regulamenta o disposto na Meta 12.7 da Lei nº 13.005/2014. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 243, p. 49-50, 19 dez. 2018.

BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016. Dispõe sobre as normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 98, p. 44-46, 24 maio 2016.

CASCAIS, Maria das Graças Alves; TERÁN, Augusto Fachín. Educação formal, informal e não formal na educação em ciências. Ciência em Tela, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 1-10, 2014.

CELLARD, André. A análise documental. In: POUPART, Jean et al. A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos. Petrópolis: Vozes, 2008. p. 295-316.

CRESWELL, John W.; PLANO CLARK, Vicki L. Pesquisa de métodos mistos. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2013.

DIAS SOBRINHO, José. Democratização, qualidade e crise da educação superior: faces da exclusão e limites da inclusão. Educação & Sociedade, Campinas, v. 31, n. 113, p. 1223-1245, out./dez. 2010. DOI: 10.1590/S0101-73302010000400010.

FORPROEX. Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Instituições Públicas de Educação Superior Brasileiras. Política Nacional de Extensão Universitária. Manaus: FORPROEX, 2012.

FREIRE, Paulo. Extensão ou comunicação? 7. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
JACOBI, Pedro Roberto. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. Cadernos de Pesquisa, São Paulo, n. 118, p. 189-205, mar. 2003. DOI: 10.1590/S0100-15742003000100008.

LAYRARGUES, Philippe Pomier; LIMA, Gustavo Ferreira da Costa. As macrotendências político-pedagógicas da educação ambiental brasileira. Ambiente & Sociedade, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 23-40, jan./mar. 2014. DOI: 10.1590/S1414-753X2014000100003.

LIMA, Gustavo Ferreira da Costa. Educação ambiental crítica: do socioambientalismo às sociedades sustentáveis. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 145-163, jan./abr. 2009. DOI: 10.1590/S1517-97022009000100010.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo; LAYRARGUES, Philippe Pomier. Ecologia política, justiça e educação ambiental crítica: perspectivas de aliança contra-hegemônica. Trabalho, Educação e Saúde, Rio de Janeiro, v. 11, n. 1, p. 53-71, jan./abr. 2013. DOI: 10.1590/S1981-77462013000100004.

QUEIROZ, Ricardo Moreira de et al. A caracterização dos espaços não formais de educação científica para o ensino de ciências. Revista Areté: Revista Amazônica de Ensino de Ciências, Manaus, v. 4, n. 7, p. 12-23, ago./dez. 2011.

SANTOS, Boaventura de Sousa. A universidade no século XXI: para uma reforma democrática e emancipatória da universidade. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

SANTOS, Milton. A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção. 4. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

TAUCHEN, Gionara; DEVECHI, Catia Piccolo Viero; TREVISAN, Amarildo Luiz. Interação universidade e escola: uma colaboração entre ações e discursos. Revista Diálogo Educacional, Curitiba, v. 14, n. 42, p. 369-393, maio/ago. 2014. DOI: 10.7213/dialogo.educ.14.042.DS03.

TOZONI-REIS, Marília Freitas de Campos. Temas ambientais como “temas geradores”: contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória. Educar em Revista, Curitiba, n. 27, p. 93-110, jan./jun. 2006. DOI: 10.1590/S0104-40602006000100007.

TUAN, Yi-Fu. Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. São Paulo: Difel, 1980.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL DA BAHIA. Plano Orientador. Itabuna: UFSB, 2014.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO SUL DA BAHIA. Projeto de extensão apresenta UFSB à comunidade. UFSB Notícias, Itabuna, 8 maio 2025.

VASCO, Ana Paula; ZAKRZEVSKI, Sônia Beatris Balvedi. O estado da arte das pesquisas sobre percepção ambiental no Brasil. Perspectiva, Erechim, v. 34, n. 125, p. 17-28, mar. 2010.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS EM UMA ÁREA PROTEGIDA DO CERRADO MATO GROSSENSE: CONTRIBUIÇÕES PARA A SUSTENTABILIDADE

STHEFFANNY HAMANDA DOS SANTOS CARVALHO; RODRIGO ARANDA

Introdução: A conservação da biodiversidade em áreas protegidas está diretamente relacionada à manutenção de processos ecológicos e dos benefícios proporcionados pelos ecossistemas à sociedade. No Cerrado, a diversidade de espécies vegetais apresenta potencial para fornecer recursos alimentares, sustentar interações ecológicas e contribuir para a valorização cultural e ambiental do bioma. O reconhecimento desses serviços ecossistêmicos pode ampliar a compreensão sobre a importância das áreas protegidas para a sustentabilidade. **Objetivo:** Caracterizar os potenciais serviços ecossistêmicos associados às espécies vegetais registradas na trilha principal do Parque Estadual Dom Osório Stoffel (PEDOS), em Rondonópolis, Mato Grosso, destacando sua contribuição para a conservação da biodiversidade e a sustentabilidade ambiental. **Metodologia:**: Foi realizado inventário de espécies vegetais de interesse ecológico ao longo de aproximadamente 4,5 km da trilha principal do PEDOS, abrangendo áreas de Cerrado sensu stricto, cerradão, campo rupestre e vereda. As espécies foram identificadas em campo e georreferenciadas com auxílio do aplicativo Wikiloc. As informações obtidas foram organizadas considerando características ecológicas e potenciais benefícios associados à provisão de recursos, manutenção de interações ecológicas, conservação da biodiversidade e valorização ambiental. **Resultados:** Foram registrados 14 táxons vegetais, incluindo espécies frutíferas com potencial de provisão de recursos alimentares, como pequi (_Caryocar brasiliense_), buriti (_Mauritia flexuosa_), jatobá (_Hymenaea stigonocarpa_), Croadinha (_Mouriri elliptica_) e mangaba (_Hancornia speciosa_).O Pau-amarelo (_Vochysia_ spp.) destacou-se pela importância ecológica relacionada aos polinizadores, enquanto Canela de ema (_Vellozia_ spp.) apresentou relevância para a conservação de ambientes rupestres. Outras espécies, como _Qualea_ spp., _Tachigali subvelutina_, _Eschweilera nana_, _Copaifera_ spp., _Cordiera sessilis_, Bromeliaceae spp. e _Cereus_ spp., representam componentes da diversidade vegetal associada às diferentes fitofisionomias presentes na unidade de conservação. **Conclusão:** A diversidade vegetal registrada apresenta diferentes potenciais de contribuição para os serviços ecossistêmicos, evidenciando que a conservação de áreas protegidas do Cerrado ultrapassa a manutenção da riqueza de espécies e envolve a preservação de recursos, interações ecológicas e valores associados à biodiversidade. O reconhecimento desses benefícios pode fortalecer estratégias de conservação e ampliar a percepção da importância das unidades de conservação para a sustentabilidade ambiental.

Palavras-chave: **BIODIVERSIDADE; PARQUE ESTADUAL;; VEGETAÇÃO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/91062

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

SOB PRESSÃO: AMEAÇAS AMBIENTAIS À CONSERVAÇÃO DO BURITI (*MAURITIA FLEXUOSA* L.F.)

EDUARDA VAZ BRAGA; NATÁLIA MATIAS VILAR; DIEGO PEREIRA SANTOS; ALINE SANTOS SOUSA; WESLEY MOURA LIMA; CÉLIO GABRIEL DE BARROS SILVA; TAÍSSA CAROLINE SILVA RODRIGUES.

RESUMO

O buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.) apresenta elevada importância ecológica, social e econômica em áreas úmidas da América do Sul, mas suas populações e os ambientes associados à sua ocorrência estão sujeitos a diferentes pressões ambientais e formas de exploração. Este estudo teve como objetivo analisar e sintetizar a produção científica recente sobre as ameaças à conservação da espécie, seus efeitos sobre indivíduos, populações e ecossistemas associados, bem como as estratégias de manejo e conservação descritas na literatura. Foi realizada uma revisão de escopo com buscas nas bases Scopus e Web of Science Core Collection, considerando publicações entre 2020 e 2026. A estratégia combinou termos relacionados à espécie e a fatores como fogo, mudanças no uso e cobertura da terra, degradação, fragmentação, agropecuária, alterações hidrológicas, mudanças climáticas, extrativismo, mineração, infraestrutura e urbanização. Foram identificados 389 registros, dos quais 149 eram duplicatas. Após a triagem de 240 títulos e resumos, 52 estudos seguiram para avaliação do texto completo; um documento não foi recuperado e sete foram excluídos, resultando em 44 estudos incluídos. A maior parte das publicações concentrou-se em degradação, mudanças no uso da terra e alterações na integridade do habitat, seguidas por estudos sobre condições hidrológicas e climáticas e sobre extrativismo, manejo, restauração e monitoramento. Os resultados indicaram efeitos sobre a estrutura populacional, regeneração, funcionamento fisiológico, estoques de carbono e integridade de áreas úmidas. O extrativismo mostrou impactos distintos conforme a técnica de coleta, enquanto a disponibilidade hídrica se destacou como fator central para a manutenção da espécie. O fogo apresentou baixa representação no corpus, evidenciando uma lacuna de conhecimento. Conclui-se que a conservação de *M. flexuosa* depende da integração entre proteção do habitat, manutenção das condições hídricas, práticas de exploração não destrutivas, restauração e monitoramento. Estudos futuros devem ampliar a investigação de pressões pouco estudadas, especialmente o fogo, e avaliar respostas de longo prazo em diferentes regiões de ocorrência da espécie.

Palavras-chave: áreas úmidas; degradação ambiental; manejo sustentável.

1 INTRODUÇÃO

O buriti (*Mauritia flexuosa* L.f.) é uma palmeira amplamente distribuída na América do Sul tropical, com ocorrência associada principalmente a áreas úmidas, solos hidromórficos e ambientes sujeitos a alagamento (Delgado *et al.*, 2007). Em florestas pantanosas da Amazônia, pode apresentar elevada dominância estrutural, representando parcela expressiva da área basal da comunidade vegetal (Endress *et al.*, 2013). Sua relevância, contudo, não se limita ao componente ecológico, uma vez que frutos, folhas e outros produtos são utilizados na alimentação, comercialização e em atividades tradicionais de comunidades amazônicas, conferindo também importância social e econômica à espécie (Gilmore *et al.*, 2013).

Essa estreita relação com as populações humanas, entretanto, pode gerar diferentes impactos conforme a forma de uso dos recursos. A exploração dos frutos, por exemplo, pode

DOI: 10.51189/vii-coninters/91064

alterar a estrutura populacional quando envolve a remoção de indivíduos reprodutivos, enquanto práticas menos destrutivas tendem a reduzir esses efeitos e favorecer a manutenção do recurso ao longo do tempo (Horn *et al.*, 2012; Holm *et al.*, 2008). Assim, a intensidade e a técnica de exploração constituem componentes importantes para compreender a vulnerabilidade das populações de *M. flexuosa*.

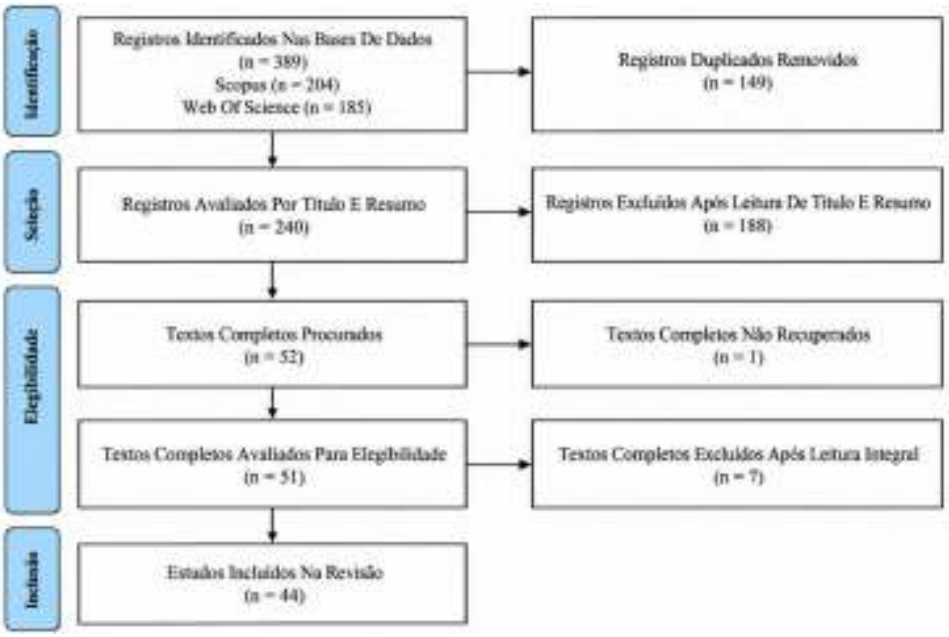
Além da pressão exercida diretamente sobre os indivíduos, alterações no habitat também podem comprometer a permanência da espécie. Mudanças no uso da terra, na cobertura vegetal, nas características do solo e na disponibilidade hídrica afetam a estrutura e o funcionamento das áreas úmidas em que o buriti ocorre (Sales *et al.*, 2020; Nunes *et al.*, 2022). Nesse contexto, fatores como mudanças climáticas e fogo ampliam a complexidade dessas respostas, podendo atuar desde o nível fisiológico até a dinâmica populacional e ecossistêmica (Arneaud *et al.*, 2021; Rocha *et al.*, 2024; Pachón Venegas *et al.*, 2024).

Diante desse conjunto de fatores, as ameaças à *M. flexuosa* envolvem processos ecológicos, climáticos e antrópicos que podem atuar de forma isolada ou simultânea. Embora diferentes estudos tenham investigado essas pressões, as evidências permanecem distribuídas entre regiões, ambientes e abordagens distintas, dificultando uma visão integrada sobre os principais fatores de ameaça e as respostas de manejo adotadas. Diante disso, este estudo teve como objetivo analisar e sintetizar a produção científica sobre as ameaças ambientais à conservação do buriti, identificando os principais fatores de pressão, seus efeitos sobre indivíduos, populações e ecossistemas associados, as estratégias de manejo e conservação descritas na literatura e as principais lacunas de conhecimento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido como uma revisão de escopo, abordagem indicada para mapear evidências diversas, caracterizar a extensão do conhecimento disponível e identificar lacunas em determinado campo de investigação (Peters *et al.*, 2020). A condução da revisão seguiu as orientações metodológicas descritas por Peters *et al.* (2020), enquanto o relato do processo de seleção foi organizado conforme o PRISMA-ScR (Tricco *et al.*, 2018). A descrição das estratégias de busca considerou os princípios de transparência e reprodutibilidade estabelecidos pelo PRISMA-S (Rethlefsen *et al.*, 2021) (Figura 1).

Figura 1 – Fluxograma das etapas de identificação, seleção, elegibilidade e inclusão dos estudos.



DOI: 10.51189/vii-coninters/91064

Fonte: Autores (2026).

As buscas foram realizadas em setembro de 2026 nas bases Scopus e Web of Science Core Collection, com aplicação de filtro temporal para publicações entre 2020 e 2026. O período foi definido com o propósito de concentrar a revisão na produção científica recente sobre ameaças ambientais, vulnerabilidade, manejo e conservação de *Mauritia flexuosa*, incluindo os trabalhos publicados em 2026 até a data da busca. O bloco referente à espécie reuniu os termos *"Mauritia flexuosa"*, *buriti*, *aguaje*, *moriche* e *miriti*, combinados aos descritores *fire*, *wildfire*, *burn*, *fire regime*, *land use*, *land-use*, *land cover*, *land-cover*, *land use change*, *land cover change*, *deforest*, *degrad*, *fragment*, *disturbance*, *agriculture*, *pasture*, *cattle*, *ranch*, *hydrology*, *drainage*, *flooding*, *flood*, *drought*, *water table*, *water availability*, *climate change*, *warming*, *climate crisis*, *extract*, *harvest*, *non-timber forest product*, *mining*, *petroleum*, *oil industry*, *road*, *dam* e *urban*. Os termos de cada bloco foram relacionados por OR e os blocos combinados por AND, com emprego de truncamentos quando aplicável. Na Scopus, a busca foi realizada em título, resumo e palavras-chave por meio de *TITLE-ABS-KEY*, enquanto na Web of Science utilizou-se o campo *Topic* (TS), com adequação da sintaxe às características de cada plataforma (Rethlefsen *et al.*, 2021).

Foram identificados 389 registros, sendo 204 na Scopus e 185 na Web of Science. Após a remoção de 149 duplicatas por DOI e, quando necessário, por comparação dos títulos, permaneceram 240 registros para triagem por título e resumo. Foram considerados elegíveis estudos relacionados a ameaças ambientais, perturbações, vulnerabilidade, manejo, restauração ou conservação de *M. flexuosa*, bem como aqueles que investigaram ambientes nos quais a espécie constituía componente relevante. Foram excluídos trabalhos biomédicos, farmacológicos, nutricionais, químicos, industriais ou de materiais sem implicação ecológica ou conservacionista. Após a triagem, 188 registros foram excluídos e 52 seguiram para avaliação do texto completo. Um documento não foi recuperado e sete foram excluídos após a leitura integral por não atenderem à questão da revisão, resultando em 44 estudos incluídos.

Para cada estudo foram registrados ano de publicação, localização geográfica, ambiente investigado, fator de pressão, desenho metodológico, principais resultados, tipo de evidência e implicações para conservação e manejo. As informações foram organizadas em uma matriz de síntese e agrupadas por similaridade temática. As categorias foram definidas a partir dos padrões identificados durante a leitura integral do corpus, permitindo sintetizar as principais ameaças ambientais, respostas ecológicas e estratégias de conservação descritas na literatura (Peters *et al.*, 2020).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A revisão reuniu 44 estudos publicados entre 2020 e 2026, com maior concentração em 2021, 2022 e 2024, anos que apresentaram oito publicações cada. Em 2020 e 2025 foram identificados sete estudos, enquanto 2026, ainda em curso no momento da busca, reuniu quatro e 2023 apresentou dois. Considerando o eixo predominante de cada publicação, 15 estudos (34,1%) concentraram-se em degradação, mudanças no uso da terra e alterações na integridade do habitat, enquanto 14 (31,8%) abordaram principalmente condições hidrológicas e climáticas. Outros 13 trabalhos (29,5%) investigaram aspectos relacionados à exploração dos recursos, manejo, restauração ou monitoramento, e dois (4,5%) tiveram o fogo como eixo central.

Esse conjunto de estudos evidencia que as ameaças à *Mauritia flexuosa* atuam em diferentes níveis, desde alterações diretamente relacionadas à exploração dos indivíduos até mudanças mais amplas nas condições ambientais dos ecossistemas onde a espécie ocorre. Degradação, alterações hidrológicas, mudanças climáticas, extrativismo e fogo apresentaram efeitos sobre a estrutura populacional, a regeneração, o desempenho fisiológico e o funcionamento dos ambientes associados (Quadro 1).

Quadro 1 – Síntese das principais pressões ambientais identificadas na literatura sobre *Mauritia flexuosa* L.f., seus efeitos e implicações para conservação

Pressão	Efeitos relatados	Implicações para conservação	Estudos representativos
Degradação, desmatamento e mudanças no uso da terra	Perda de cobertura, alterações no solo e na vegetação, redução dos estoques de carbono e mudanças no funcionamento dos ambientes associados à espécie.	Manutenção da integridade dos buritizais, veredas, morichales e turfeiras, com controle da conversão e da degradação do habitat.	Sales *et al.* (2020); Nunes *et al.* (2022); Hergoualc'h *et al.* (2024); Marcus *et al.* (2024)
Extrativismo destrutivo	Remoção de palmeiras femininas, redução do potencial de produção de frutos e alterações na estrutura das populações.	Substituição da derrubada por técnicas de escalada e fortalecimento do manejo comunitário.	Hidalgo Pizango *et al.* (2022); Romulo *et al.* (2022); Marcus *et al.* (2025); Honorio Coronado *et al.* (2025)
Alterações hidrológicas e estresse hídrico	Alterações na regeneração, crescimento e funcionamento fisiológico, com forte dependência da disponibilidade de água para sementes e plântulas.	Proteção do regime hídrico e manutenção da umidade do solo nos ambientes de ocorrência da espécie.	Salvador *et al.* (2022); Sassoon *et al.* (2024); Dias *et al.* (2024); Almeida *et al.* (2024)
Mudanças climáticas e estresse térmico	Alterações na adequabilidade climática, fenologia e respostas fisiológicas, com resultados distintos entre regiões.	Planejamento regional da conservação, proteção de áreas climaticamente adequadas e monitoramento das respostas da espécie.	Rocha *et al.* (2024); Salvador *et al.* (2025); Murcia García *et al.* (2025)
Fogo	Danos aos indivíduos e alterações anatômicas, com respostas condicionadas pelas características locais e pelo histórico de incêndios.	Inclusão do regime de fogo no planejamento da conservação e ampliação dos estudos sobre recorrência e efeitos de longo prazo.	Arneaud *et al.* (2021); Pachón Venegas *et al.* (2024)

Fonte: Elaborado pelos autores (2026)

Entre as pressões analisadas, a degradação do habitat destacou-se por produzir efeitos que ultrapassam as populações de buriti e alcançam o funcionamento dos ecossistemas associados. Em turfeiras da Amazônia peruana, Hergoualc'h *et al.* (2024) observaram redução de 88% na capacidade do solo de atuar como sumidouro de carbono sob degradação moderada, enquanto condições mais intensas converteram o solo em fonte líquida desse elemento. Em escala regional, Marcus *et al.* (2024) identificaram aproximadamente 535 mil hectares de turfeiras de palmeiras degradadas ou desmatadas entre 1990 e 2018. Padrões semelhantes foram observados no Cerrado brasileiro, onde Sales *et al.* (2020) e Nunes *et al.* (2022) registraram alterações na dinâmica da serapilheira, nos estoques de carbono e nitrogênio, na estrutura da vegetação e nas condições edáficas. Em conjunto, esses resultados mostram que a conservação de *M. flexuosa* está diretamente relacionada à manutenção da integridade das áreas úmidas onde ocorre.

A perda de integridade desses ambientes também se relaciona à forma como seus recursos são explorados. No caso dos frutos, os impactos variaram principalmente conforme a técnica de coleta. Hidalgo Pizango *et al.* (2022) estimaram que o histórico de derrubada de palmeiras reduziu aproximadamente pela metade o potencial de produção, enquanto áreas com maior adoção da escalada apresentaram maior proporção de indivíduos femininos. Entretanto, a substituição da derrubada por práticas não destrutivas não depende apenas do conhecimento técnico. Romulo *et al.* (2022) verificaram que treinamentos isolados não garantiram sua adoção permanente, enquanto Marcus *et al.* (2025) associaram o uso da escalada à importância econômica do recurso e à existência de regras comunitárias. Intervenções de longo prazo também favoreceram a recuperação de áreas manejadas e das populações de palmeiras (Honorio

Coronado *et al.*, 2025). Assim, a sustentabilidade do extrativismo depende tanto da técnica empregada quanto das condições sociais e institucionais que sustentam sua continuidade.

Além da exploração direta, a disponibilidade de água constitui um componente central da vulnerabilidade da espécie. Sassoon *et al.* (2024) demonstraram que a variabilidade das inundações participa da formação e da dinâmica de turfeiras amazônicas associadas a *M. flexuosa*. Em escala individual, Dias *et al.* (2024) identificaram mecanismos de tolerância ao déficit hídrico em embriões, enquanto Almeida *et al.* (2024) registraram capacidade de sobrevivência de plântulas sob menor disponibilidade de água. Apesar dessas respostas, maior hidratação favoreceu a germinação, o crescimento e o desempenho fisiológico, e Salvador *et al.* (2022) demonstraram que a persistência dos bancos de sementes depende da manutenção da umidade do solo. Dessa forma, a existência de mecanismos de tolerância não elimina a dependência da espécie em relação às condições hídricas características de seus habitats.

Essa dependência torna-se particularmente relevante diante das mudanças climáticas, cujos efeitos apresentaram variação regional. Para o Maranhão, Rocha *et al.* (2024) projetaram redução futura das áreas climaticamente adequadas à ocorrência de *M. flexuosa*. Na Amazônia colombiana, entretanto, Murcia García *et al.* (2025) estimaram elevada permanência das áreas atualmente adequadas, acompanhada por pequenas expansões em alguns cenários. A diferença entre essas projeções indica que a vulnerabilidade climática do buriti não pode ser generalizada para toda a sua distribuição, pois depende das características ambientais e climáticas de cada região.

Em comparação com os demais fatores, o fogo apresentou menor representação no corpus. Arneaud *et al.* (2021) observaram maior dano durante incêndios em indivíduos com ninhos arbóreos de cupins, evidenciando que características locais podem modificar a vulnerabilidade das palmeiras. Pachón Venegas *et al.* (2024), por sua vez, identificaram diferenças anatômicas em juvenis provenientes de áreas afetadas por incêndios na Colômbia. A presença de apenas dois estudos com o fogo como eixo principal evidencia uma lacuna no período analisado, especialmente quanto aos efeitos da recorrência, frequência e intensidade das queimadas sobre indivíduos e populações de *M. flexuosa*.

As respostas de conservação identificadas na literatura refletem a diversidade dessas pressões. A exclusão do gado favoreceu a regeneração de morichales na Colômbia, indicando o potencial da restauração passiva em áreas submetidas a perturbação (Narváez Ortiz *et al.*, 2021). Paralelamente, o uso de drones e aprendizagem profunda ampliou a capacidade de inventário e planejamento do manejo de *M. flexuosa* na Amazônia peruana, com redução do tempo e dos custos de monitoramento (Tagle Casapia *et al.*, 2025). Em conjunto, os estudos indicam que a conservação do buriti depende da integração entre proteção do habitat, manutenção das condições hídricas, exploração não destrutiva, restauração e monitoramento. Ao mesmo tempo, a desigualdade na representação dos diferentes fatores, sobretudo do fogo, revela lacunas que ainda limitam uma compreensão mais abrangente da vulnerabilidade da espécie.

4 CONCLUSÃO

A revisão evidenciou que a conservação de *Mauritia flexuosa* L.f. é influenciada por pressões que atuam tanto sobre as populações quanto sobre os ambientes onde a espécie ocorre. Degradação, mudanças no uso da terra, alterações hidrológicas, extrativismo, mudanças climáticas e fogo foram os principais fatores identificados, com efeitos sobre a estrutura populacional, a regeneração, a integridade das áreas úmidas e o funcionamento dos ecossistemas associados. Em contrapartida, práticas de manejo não destrutivas, restauração e monitoramento mostraram potencial para reduzir parte desses impactos.

Apesar dos avanços, a distribuição desigual das evidências entre os diferentes fatores de pressão, especialmente a baixa representação de estudos sobre fogo, ainda limita uma

compreensão mais ampla da vulnerabilidade da espécie. Futuras pesquisas devem ampliar a investigação sobre pressões pouco estudadas, seus efeitos de longo prazo e as diferenças entre regiões de ocorrência do buriti, contribuindo para estratégias de conservação mais integradas e ajustadas às características de cada ambiente.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, T. S. *et al.* Structural and physiological responses to water availability provide insights into the maintenance of *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) seedling banks. *Forest* **Ecology and Management**, v. 561, p. 121881, 2024. DOI: 10.1016/j.foreco.2024.121881.
ARNEAUD, L. L.; FARRELL, A. D.; OATHAM, M. P. Do arboreal termite nests increase mortality in *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae) during wildfires? **Neotropical Biodiversity**, v. 7, n. 1, p. 86–90, 2021. DOI: 10.1080/23766808.2021.1899550.
DELGADO, C.; COUTURIER, G.; MEJIA, K. *Mauritia flexuosa* (Arecaceae: Calamoideae), an Amazonian palm with cultivation purposes in Peru. **Fruits,** v. 62, n. 3, p. 157–169, 2007. DOI: 10.1051/fruits:2007011.
DIAS, G. P. *et al.* Water stress resilience in *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) embryos: new insights into the persistence of recalcitrant seed banks. **Environmental and Experimental Botany**, v. 226, p. 105930, 2024. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2024.105930.
ENDRESS, B. A.; HORN, C. M.; GILMORE, M. P. *Mauritia flexuosa* palm swamps: composition, structure and implications for conservation and management. **Forest Ecology and Management**, v. 302, p. 346–353, 2013. DOI: 10.1016/j.foreco.2013.03.051.
GILMORE, M. P.; ENDRESS, B. A.; HORN, C. M. The socio-cultural importance of *Mauritia flexuosa* palm swamps (aguajales) and implications for multi-use management in two Maijuna communities of the Peruvian Amazon. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 9, p. 29, 2013. DOI: 10.1186/1746-4269-9-29.
HERGOUALC'H, K. *et al.* Major carbon losses from degradation of *Mauritia flexuosa* peat swamp forests in western Amazonia. **Biogeochemistry**, v. 167, p. 327–345, 2024. DOI: 10.1007/s10533-023-01057-4.
HIDALGO PIZANGO, C. G. *et al.* Sustainable palm fruit harvesting as a pathway to conserve Amazon peatland forests. **Nature Sustainability**, v. 5, p. 479–487, 2022. DOI: 10.1038/s41893-022-00858-z.
HOLM, J. A.; MILLER, C. J.; CROPPER JR., W. P. Population dynamics of the dioecious Amazonian palm *Mauritia flexuosa*: simulation analysis of sustainable harvesting. **Biotropica**, v. 40, n. 5, p. 550–558, 2008. DOI: 10.1111/j.1744-7429.2008.00412.x.
HONORIO CORONADO, E. N. *et al.* Long-term interventions by conservation and development projects support successful recovery of tropical peatlands in Amazonia. **People and Nature**, v. 7, n. 4, p. 871–886, 2025. DOI: 10.1002/pan3.70024.
HORN, C. M.; GILMORE, M. P.; ENDRESS, B. A. Ecological and socio-economic factors influencing aguaje (*Mauritia flexuosa*) resource management in two indigenous communities in the Peruvian Amazon. **Forest Ecology and Management,** v. 267, p. 93–103, 2012. DOI: 10.1016/j.foreco.2011.11.040.
MARCUS, M. S.; HERGOUALC'H, K.; GUTIÉRREZ-VÉLEZ, V. H. To climb or to fell? Identification of social-ecological conditions that promote sustainable fruit harvesting in Lowland Amazon palm swamps. **Environmental Research: Food Systems,** v. 2, n. 2, p. 025005, 2025. DOI: 10.1088/2976-601X/adcf2a.
MARCUS, M. S. *et al.* Spatial distribution of degradation and deforestation of palm swamp peatlands and associated carbon emissions in the Peruvian Amazon. **Journal of Environmental Management,** v. 351, p. 119665, 2024. DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.119665.

MURCIA-GARCÍA, U. G. *et al.* Climate-change impacts on distribution of Amazonian woody plant species key to conservation, restoration and sustainable use in the Colombian Amazon. **Forests**, v. 16, n. 11, p. 1640, 2025. DOI: 10.3390/f16111640.
NARVÁEZ ORTIZ, I.; ORTÍZ PAZ, R. A.; LÓPEZ PATARROYO, E. Passive regeneration of morichales (*Mauritia flexuosa* L.f.) in the eastern savannas of Colombia. **Ecosistemas,** v. 30, n. 3, p. 2230, 2021. DOI: 10.7818/ECOS.2230.
NUNES, Y. R. F. *et al.* Vegetation structure and edaphic factors in veredas reflect different conservation status in these threatened areas. **Forest Ecosystems**, v. 9, p. 100036, 2022. DOI: 10.1016/j.fecs.2022.100036.
PACHÓN-VENEGAS, C.; MESA-CASTELLANOS, L. I.; ÁLVAREZ-FLÓREZ, F. Descripción anatómica de juveniles de *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) en áreas afectadas por incendios en el Parque Nacional Natural El Tuparro (Vichada), Colombia. **Caldasia**, v. 46, n. 2, p. 481–486, 2024. DOI: 10.15446/caldasia.v46n2.106375.
PETERS, M. D. J. *et al.* Updated methodological guidance for the conduct of scoping reviews. *JBI* **Evidence Synthesis,** v. 18, n. 10, p. 2119–2126, 2020. DOI: 10.11124/JBIES-20-00167.
RETHLEFSEN, M. L. *et al.* PRISMA-S: an extension to the PRISMA Statement for Reporting Literature Searches in Systematic Reviews. **Systematic Reviews,** v. 10, p. 39, 2021. DOI: 10.1186/s13643-020-01542-z.
ROCHA, A. F. R. *et al.* Efeitos potenciais das mudanças climáticas na distribuição de duas espécies de palmeiras com potencial extrativista no estado do Maranhão, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 17, n. 5, p. 3203–3222, 2024. DOI: 10.26848/rbgf.v17.5.p3203-3222.
ROMULO, C. L.; KENNEDY, C. J.; GILMORE, M. P.; ENDRESS, B. A. Sustainable harvest training in a common pool resource setting in the Peruvian Amazon: limitations and opportunities**. Trees, Forests and People**, v. 7, p. 100185, 2022. DOI: 10.1016/j.tfp.2021.100185.
SALES, G. B. *et al.* Litterfall dynamics and soil carbon and nitrogen stocks in the Brazilian palm swamp ecosystems. **Forest Ecosystems**, v. 7, p. 39, 2020. DOI: 10.1186/s40663-020-00251-2.
SALVADOR, H. F. *et al.* The dynamics of *Mauritia flexuosa* (Arecaceae) recalcitrant seed banks reveal control of their persistence in marsh environments. **Forest Ecology and Management**, v. 511, p. 120155, 2022. DOI: 10.1016/j.foreco.2022.120155.
SALVADOR, H. F.; MAZZOTTINI-DOS-SANTOS, H. C.; NUNES, Y. R. F.; RIBEIRO, L. M. Physiological and cytological responses to thermal stress in recalcitrant seeds of *Mauritia flexuosa* (Arecaceae). **Planta**, v. 261, n. 4, p. 65, 2025. DOI: 10.1007/s00425-025-04642-z.
SASSOON, D. *et al.* Influence of flooding variability on the development of an Amazonian peatland. **Journal of Quaternary Science**, v. 39, n. 2, p. 309–326, 2024. DOI: 10.1002/jqs.3587.
TAGLE CASAPIA, X. *et al.* Effective integration of drone technology for mapping and managing palm species in the Peruvian Amazon. **Nature Communications,** v. 16, p. 3764, 2025. DOI: 10.1038/s41467-025-58358-5.
TRICCO, A. C. *et al.* PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR): checklist and explanation. **Annals of Internal Medicine**, v. 169, n. 7, p. 467–473, 2018. DOI: 10.7326/M18-0850

LOGÍSTICA REVERSA DE EQUIPAMENTOS ELETRÔNICOS E PROTEÇÃO DE DADOS: O DESCARTE SEGURO COMO INTERSEÇÃO ENTRE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL E PRIVACIDADE

HEITOR RODRIGUES; LIDIANE MEMORIA CAMPOS RODRIGUES

RESUMO

A expansão dos resíduos de equipamentos eletroeletrônicos tornou a logística reversa um instrumento central da economia circular. Entretanto, computadores, celulares e mídias de armazenamento descartados frequentemente retêm dados pessoais e institucionais recuperáveis, de modo que o descarte ambientalmente adequado pode converter-se em incidente de privacidade quando não é acompanhado da sanitização segura das mídias. Este trabalho teve como objetivo analisar a interseção entre as obrigações de logística reversa de equipamentos eletrônicos e os deveres de proteção de dados pessoais, identificando práticas capazes de conciliar sustentabilidade ambiental e privacidade. Trata-se de revisão bibliográfica narrativa, que abrangeu literatura científica sobre resíduos eletroeletrônicos e sanitização de mídias, além de marcos normativos e técnicos: a Política Nacional de Resíduos Sólidos, o decreto que regulamenta a logística reversa de eletroeletrônicos de uso doméstico, a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais e normas de segurança da informação sobre descarte e reutilização de equipamentos. Os resultados indicam que a regulamentação da logística reversa atribui ao consumidor doméstico o dever de remover os dados antes do descarte, mas não define técnicas, padrões de verificação ou deveres dos demais elos da cadeia, e não alcança os equipamentos de uso corporativo e governamental, cujo descarte permanece regido apenas pelos deveres gerais de segurança e de eliminação de dados. A literatura demonstra que a simples formatação não impede a recuperação de informações e que a destruição física, embora segura, suprime o potencial de reutilização. As normas técnicas oferecem alternativas intermediárias, como a sobrescrita e o apagamento criptográfico, compatíveis com o recondicionamento, desde que acompanhadas de verificação e certificação. Conclui-se que o descarte seguro deve ser incorporado como etapa da própria logística reversa, por meio de protocolos de sanitização verificável, de cláusulas contratuais com recicladores e da inclusão do tema nas políticas de sustentabilidade das organizações.

Palavras-chave: Economia circular; Resíduos eletroeletrônicos; Segurança da informação.

1 INTRODUÇÃO

A produção e o descarte de equipamentos eletroeletrônicos crescem em ritmo superior à capacidade mundial de reciclagem. Segundo o *Global E-waste Monitor*, foram geradas 62 milhões de toneladas de resíduos eletroeletrônicos em 2022, das quais apenas 22,3% foram formalmente coletadas e recicladas (Baldé *et al.*, 2024). No Brasil, a Política Nacional de Resíduos Sólidos tornou obrigatória a logística reversa desses produtos (Brasil, 2010), e o Decreto nº 10.240/2020 estruturou o sistema correspondente para os eletroeletrônicos de uso doméstico, com etapas de descarte, recebimento, consolidação e destinação final ambientalmente adequada (Brasil, 2020).

Diferentemente de outros resíduos, computadores, *smartphones*, *tablets* e mídias de armazenamento carregam informação. Contatos, mensagens, fotografias, documentos, credenciais de acesso e dados de terceiros permanecem nos dispositivos mesmo após o fim de sua vida útil. O estudo clássico de Garfinkel e Shelat (2003), ao examinar discos rígidos adquiridos no mercado de usados, recuperou grande volume de informações pessoais e financeiras e demonstrou que proprietários e intermediários raramente sanitizavam as mídias antes de repassá-las. A difusão de unidades de estado sólido e de dispositivos móveis manteve o problema, agora com particularidades técnicas que tornam ineficazes alguns métodos tradicionais de apagamento (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2022).

Paralelamente, a Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD) determina a eliminação dos dados após o término do tratamento, impõe a adoção de medidas de segurança aptas a proteger os dados contra acessos não autorizados e exige a comunicação de incidentes que possam acarretar risco ou dano relevante aos titulares (Brasil, 2018), procedimento detalhado pela Autoridade Nacional de Proteção de Dados (Autoridade Nacional de Proteção de Dados, 2024). Nesse contexto, a entrega de um equipamento com dados recuperáveis a terceiros não autorizados pode configurar incidente de segurança.

Dois regimes jurídicos incidem, portanto, sobre o mesmo objeto, mas com finalidades distintas: o ambiental ocupa-se da matéria; o de proteção de dados, da informação. A falta de articulação entre eles pode produzir dois efeitos indesejáveis: de um lado, vazamentos de dados pela cadeia de reciclagem; de outro, a destruição física indiscriminada de equipamentos ainda utilizáveis por receio de exposição, o que contraria a lógica da economia circular. Diante disso, este trabalho teve como objetivo analisar a interseção entre as obrigações de logística reversa de equipamentos eletrônicos e os deveres de proteção de dados pessoais, identificando práticas capazes de conciliar sustentabilidade ambiental e privacidade.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de revisão bibliográfica do tipo narrativa, de abordagem qualitativa. As buscas foram realizadas nas bases SciELO, Google Acadêmico e IEEE Xplore, com descritores em português e inglês, isolados e combinados por operadores booleanos: "logística reversa", "resíduos eletroeletrônicos", "sanitização de dados", "*e-waste*", "*data sanitization*" e "*data remanence*". Priorizaram-se publicações recentes, sem exclusão de estudos clássicos de referência sobre remanência de dados.

A busca bibliográfica foi complementada por pesquisa documental em fontes oficiais, que incluiu a Lei nº 12.305/2010, o Decreto nº 10.240/2020, a Lei nº 13.709/2018, a Resolução CD/ANPD nº 15/2024 e normas técnicas de segurança da informação e de sanitização de mídias (ABNT NBR ISO/IEC 27001:2022, NIST SP 800-88 e IEEE 2883-2022). Os materiais foram selecionados por pertinência ao objetivo e analisados por síntese temática em três eixos: obrigações ambientais, deveres de proteção de dados e técnicas de sanitização com sua compatibilidade com a reutilização. Por utilizar exclusivamente fontes de acesso público, o estudo dispensou apreciação por comitê de ética em pesquisa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise normativa revelou que o Decreto nº 10.240/2020 reconhece expressamente o problema. Entre as obrigações dos consumidores, o art. 31, II, determina a remoção, antes do descarte, das informações e dos dados privados armazenados nos produtos, em discos rígidos, cartões de memória e estruturas semelhantes; o art. 42, II, inclui essa orientação no plano de comunicação do sistema (Brasil, 2020). Trata-se de avanço relevante, mas com quatro limites. Primeiro, o ônus recai sobre o consumidor, que em regra não domina a diferença entre excluir arquivos, formatar e sanitizar uma mídia. Segundo, o decreto não define técnica mínima nem forma de comprovação. Terceiro, não atribui aos pontos de recebimento, de consolidação e

aos recicladores deveres expressos quanto aos dispositivos que chegam com dados remanescentes. Quarto, seu alcance restringe-se aos produtos de uso doméstico.

Os equipamentos de uso corporativo e governamental, que concentram maior volume de dados de terceiros, permanecem sob os deveres gerais da LGPD. Cabe ao controlador eliminar os dados ao término do tratamento e adotar medidas de segurança técnicas e administrativas, inclusive quando contrata terceiros para o descarte, pois quem recebe o equipamento passa a ter acesso potencial aos dados nele contidos (Brasil, 2018). Se o dispositivo chega a pessoas não autorizadas, configura-se incidente, sujeito a avaliação de risco e, conforme o caso, a comunicação à ANPD e aos titulares (Autoridade Nacional de Proteção de Dados, 2024). Na esfera organizacional, portanto, o descarte é simultaneamente obrigação ambiental e ato de tratamento de dados pessoais.

No plano técnico, a literatura converge em que a exclusão de arquivos e a formatação rápida removem apenas as referências lógicas, mantendo o conteúdo recuperável por ferramentas simples (Garfinkel; Shelat, 2003). As diretrizes do NIST classificam a sanitização em três níveis: limpeza (*clear*), expurgo (*purge*) e destruição (*destroy*), cuja escolha depende da sensibilidade dos dados e do destino da mídia (Kissel *et al.*, 2014). A norma IEEE 2883-2022 atualiza esses conceitos para tecnologias atuais, como unidades de estado sólido e dispositivos móveis, e destaca o apagamento criptográfico e os comandos nativos de sanitização (Institute of Electrical and Electronics Engineers, 2022). A ABNT NBR ISO/IEC 27001:2022, por sua vez, exige que itens com mídias de armazenamento sejam verificados para assegurar que dados sensíveis tenham sido removidos ou sobrescritos com segurança antes do descarte ou da reutilização (Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2022). A Tabela 1 sintetiza essas alternativas.

Tabela 1 – Técnicas de sanitização de mídias e sua compatibilidade com a economia circular

Técnica	**Nível de proteção**	**Compatibilidade com reutilização**	**Evidência recomendada**
Exclusão de arquivos ou formatação rápida	Baixo	Alta	Inadequada como medida isolada
Sobrescrita (limpeza)	Moderado a alto em discos magnéticos; limitado em unidades de estado sólido	Alta	Registro do procedimento e verificação por amostragem
Apagamento criptográfico ou comandos nativos (expurgo)	Alto	Alta	Relatório da ferramenta e certificado de sanitização
Desmagnetização (expurgo)	Alto em mídias magnéticas	Baixa, pois inutiliza a mídia	Certificado de sanitização
Destruição física	Muito alto	Nula para reutilização; permite reciclagem de materiais	Certificado de destruição com identificação do ativo

Fonte: elaborado pelos autores com base em Kissel et al. (2014), Institute of Electrical and Electronics Engineers (2022) e Associação Brasileira de Normas Técnicas (2022).

A comparação evidencia o ponto central da interseção. A Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece ordem de prioridade na gestão de resíduos, na qual a reutilização

precede a reciclagem (Brasil, 2010). Assim, a destruição física adotada como regra, embora ofereça máxima proteção, desperdiça o potencial de reúso de equipamentos ainda funcionais. As técnicas de expurgo, especialmente o apagamento criptográfico, conciliam os dois regimes: tornam os dados irrecuperáveis e preservam o equipamento para recondicionamento e doação, desde que o procedimento seja verificado e documentado.

Com base nessa síntese, propõe-se um fluxo integrado de descarte seguro para organizações públicas e privadas, em cinco etapas: (i) inventário dos ativos que contêm mídias de armazenamento; (ii) classificação conforme a sensibilidade dos dados; (iii) escolha da técnica compatível com o destino, preferindo o expurgo quando houver reutilização e reservando a destruição para mídias defeituosas ou dados de alta criticidade; (iv) verificação e emissão de certificado vinculado ao número de série do equipamento; e (v) entrega a destinador ambientalmente licenciado, com cláusula contratual de confidencialidade e de comprovação da sanitização. Os registros gerados atendem, ao mesmo tempo, à prestação de contas ambiental e ao princípio da responsabilização previsto na LGPD (Brasil, 2018).

Para o consumidor doméstico, o plano de comunicação previsto no decreto poderia oferecer orientações práticas, como restaurar o aparelho às configurações de fábrica com a criptografia ativada, retirar cartões de memória e encerrar sessões em contas vinculadas. Os pontos de recebimento também poderiam oferecer sanitização assistida, reduzindo a dependência de conhecimento técnico do usuário. Como limitação, este estudo baseou-se em revisão narrativa e análise documental, sem verificação empírica das práticas adotadas por recicladores e organizações; além disso, a produção científica nacional que articula resíduos eletroeletrônicos e proteção de dados ainda é escassa.

4 CONCLUSÃO

A logística reversa de equipamentos eletrônicos e a proteção de dados pessoais incidem sobre o mesmo objeto e precisam ser tratadas de forma integrada. A regulamentação brasileira reconhece o risco, mas o endereça apenas ao consumidor doméstico, sem padrões técnicos nem verificação, e deixa o descarte organizacional sob os deveres gerais da LGPD.

A literatura e as normas técnicas demonstram que existem soluções capazes de conciliar privacidade e economia circular, em especial as técnicas de expurgo com verificação documentada. Recomenda-se incorporar o descarte seguro como etapa formal da logística reversa, por meio de protocolos de sanitização verificável, de exigências contratuais aos destinadores e da inclusão do tema nas políticas de sustentabilidade. Estudos futuros podem avaliar empiricamente a efetividade da sanitização praticada nos pontos de recebimento e pelos recicladores brasileiros.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO/IEC 27001**: segurança da informação, segurança cibernética e proteção à privacidade: sistemas de gestão da segurança da informação: requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

AUTORIDADE NACIONAL DE PROTEÇÃO DE DADOS (Brasil). Resolução CD/ANPD nº 15, de 24 de abril de 2024. Aprova o Regulamento de Comunicação de Incidente de Segurança. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 2024.

BALDÉ, C. P. *et al*. **The global e-waste monitor 2024**. Geneva: International Telecommunication Union; Bonn: United Nations Institute for Training and Research, 2024.

BRASIL. Decreto nº 10.240, de 12 de fevereiro de 2020. Regulamenta a implementação de sistema de logística reversa de produtos eletroeletrônicos de uso doméstico e seus componentes. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 13 fev. 2020.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 3 ago. 2010.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 15 ago. 2018.
GARFINKEL, S. L.; SHELAT, A. Remembrance of data passed: a study of disk sanitization practices. **IEEE Security & Privacy**, [*s. l.*], v. 1, n. 1, p. 17-27, 2003.

INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS. **IEEE Std 2883-2022**: IEEE standard for sanitizing storage. New York: IEEE, 2022.

KISSEL, R.; REGENSCHEID, A.; SCHOLL, M.; STINE, K. **Guidelines for media sanitization**. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2014. (NIST Special Publication 800-88, Revision 1).

PERCEPÇÃO DOS COOPERADOS SOBRE PRÁTICAS DE SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL EM UMA COOPERATIVA AGRÍCOLA DE CACAU NA REGIÃO TRANSAMAZÔNICA, PARÁ

DHYENE RAYNE DOS SANTOS BECKER

RESUMO

A adoção de práticas de sustentabilidade ambiental na produção de cacau constitui um desafio para cooperativas agrícolas, especialmente diante das demandas por capacitação técnica, certificação e acesso a mercados diferenciados. Este estudo teve como objetivo analisar a percepção dos cooperados sobre as práticas de sustentabilidade ambiental, identificando os principais desafios, oportunidades e fatores associados à sua adoção em uma cooperativa agrícola de cacau no município de Pacajá, Pará. A pesquisa, de abordagem qualitativa e caráter descritivo, foi realizada por meio de um estudo de caso. A coleta de dados ocorreu entre fevereiro e março de 2025, mediante entrevistas semiestruturadas e questionários aplicados a 20 participantes, entre cooperados e membros da estrutura administrativa da cooperativa. Os dados quantitativos foram submetidos à estatística descritiva e os dados qualitativos foram analisados por meio de análise de conteúdo. Os resultados indicaram que a falta de capacitação técnica foi apontada como o principal desafio para a implementação de práticas sustentáveis (55%), seguida pelo custo elevado de novas tecnologias (25%) e pela falta de apoio governamental (15%). A certificação ambiental apresentou maior resistência à adoção (85%), enquanto o reflorestamento foi apontado por 15% dos participantes. Entre as principais oportunidades, destacaram-se o acesso a novos mercados (45%), as certificações e selos verdes (35%) e o aumento da produtividade (20%). Conclui-se que a ampliação da sustentabilidade na cooperativa depende do fortalecimento da capacitação técnica, da participação dos cooperados e do suporte institucional, associado à valorização do cacau e à criação de oportunidades de acesso a mercados diferenciados.

Palavras-chave: Capacitação técnica; Práticas Sustentáveis; Produção de Cacau.

1 INTRODUÇÃO

A produção agrícola sustentável tem assumido crescente importância diante da necessidade de conciliar o desenvolvimento econômico, a qualidade de vida das populações rurais e a conservação dos recursos naturais (Tagliapietra *et al.,* 2021). Nesse contexto, a cacauicultura apresenta características relevantes para a promoção de sistemas produtivos mais sustentáveis na região Amazônica, considerando a importância econômica da cultura, sua relação com a agricultura familiar e seu potencial de contribuição para a conservação ambiental (Lima, 2022; Zugaib, 2023).

O cacaueiro é uma espécie nativa da Amazônia, cultivada predominantemente pela agricultura familiar, constituindo uma alternativa para a diversificação das atividades produtivas (Santos e Silva, 2017), além de apresentar potencial para a recuperação de áreas degradadas e o sequestro de carbono (Muller e Rodrigues, 2007). No setor cacaueiro, as demandas de sustentabilidade são influenciadas pelas transformações do mercado, que tem se tornado progressivamente mais exigente quanto à qualidade, à origem e às condições socioambientais associadas à produção do cacau e de seus derivados (Santana *et al.,* 2025). O

DOI: 10.51189/vii-coninters/91072

estado do Pará apresenta papel de destaque na produção brasileira de cacau, sendo a atividade cacaueira uma das principais atividades agropecuárias do estado (IBGE, 2023). Entretanto, apesar de sua relevância, os produtores enfrentam diferentes desafios ao longo da cadeia produtiva, relacionados ao acesso ao crédito, à assistência técnica e extensão rural, à adoção de tecnologias e à comercialização da produção (Santana *et al.,* 2025; Lisboa *et al.,* 2026).

Nesse contexto, as cooperativas agrícolas desempenham papel relevante na organização dos produtores e no fortalecimento das atividades produtivas, especialmente por possibilitarem maior articulação entre os cooperados e melhores condições para o escoamento e a comercialização da produção (Bragança, 2025). Para os produtores de cacau da região Transamazônica, a atuação coletiva pode contribuir para enfrentar dificuldades relacionadas à produção e ao mercado, bem como favorecer a adoção de práticas que atendam às crescentes demandas por sustentabilidade (Menezes *et al*., 2024). Entretanto, a efetiva adoção dessas práticas depende também da forma como os próprios cooperados percebem sua importância, seus benefícios e as dificuldades relacionadas à sua implementação.

Diante desse contexto, considerando a importância da cacauicultura para a região Transamazônica e a atuação das cooperativas na organização dos produtores e no fortalecimento da cadeia produtiva, torna-se pertinente compreender como os cooperados percebem as práticas de sustentabilidade ambiental desenvolvidas no âmbito da cooperativa. Dessa forma, o objetivo geral deste estudo foi analisar a percepção dos cooperados sobre as práticas de sustentabilidade ambiental em uma cooperativa agrícola de cacau, identificando os principais desafios e oportunidades relacionados à sua adoção.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O polo cacaueiro do Estado do Pará está situado às margens da Rodovia Transamazônica. A região é uma das principais produtoras do estado e o principal polo de produção do país, na qual conta com a produção dos municípios de Altamira, Anapu, Brasil Novo, Medicilândia, Uruará, Vitoria do Xingu, Senador José Porfirio e Pacajá, com uma área que totaliza 240,2 km² na região central do estado (OIT, 2018).

O presente estudo foi realizado na sede de uma Cooperativa no município de Pacajá. O município de Pacajá situa-se a uma latitude 03º50'16" sul e a uma longitude 50º38'15" oeste, sua economia está concentrada fortemente nas atividades de agricultura e pecuária, além da exploração de madeireira.

A coleta de dados foi realizada entre fevereiro e março de 2025, por meio de entrevistas semiestruturadas, com roteiro estruturado de perguntas abertas e fechadas, com gestores da cooperativa, produtores e outras partes interessadas envolvidos em projetos de sustentabilidade. Foram aplicados questionários aos membros da cooperativa para avaliar a percepção sobre os desafios e as oportunidades em relação às práticas sustentáveis. Após a coleta, os dados coletados nos questionários foram registrados e tabulados em planilhas de Excel e realizada à estatística descritiva.

O estudo foi submetido para aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa [CEP] na Plataforma Brasil, pelo site: http://aplicacao.saude.gov.br/plataformabrasil/login.jsf, sob o CAEE: 85184424.0.0000.0131. Os entrevistados pela pesquisa foram informados dos objetivos deste estudo e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para participação do estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pesquisa foi realizada com 20 entrevistados, a análise dos dados sobre os papéis dos participantes na cooperativa revela que a grande maioria (85%), é composta por cooperados, o que reflete a estrutura base da cooperativa e a relevância do envolvimento desses membros nas decisões e atividades. A cooperativa conta com 1 presidente (5%), 1 vice-presidente, mas que não participou da entrevista, e 2 tesoureiros, que representam 10% do total de entrevistados. Essa distribuição indica que os dados coletados refletem predominantemente a visão dos cooperados, o que é coerente com a representatividade dessa categoria na cooperativa. No entanto, as perspectivas de lideranças, como presidente e tesoureiros, são menos expressivas em quantidade, mas podem oferecer insights estratégicos e complementares para as análises e decisões voltadas à gestão sustentável.

A análise descritiva dos dados sobre o tempo de participação na cooperativa mostra que a maioria dos respondentes (60%) está na cooperativa entre 4 a 6 anos, indicando um nível de experiência intermediário predominante. Em seguida, 30% participam da cooperativa entre 1 a 3 anos, representando um grupo mais recente, mas ainda com tempo suficiente para contribuir significativamente. Apenas 1 respondente (5%) tem participação superior a 6 anos, o que sugere uma presença limitada de membros com experiência mais longa. Da mesma forma, 1 respondente (5%) participa há menos de 1 ano, refletindo uma baixa presença de novos ingressantes. Esses dados indicam que a cooperativa é formada majoritariamente por membros com experiência consolidada, mas há espaço para atrair e reter mais participantes com tempos de participação tanto mais curtos quanto mais longos, visando à diversificação e sustentabilidade do grupo.

Dentre os principais desafios na implementação de práticas de sustentabilidade na cooperativa estudada cita-se a falta de capacitação técnica (55%), sendo este o principal desafio, o que evidencia a necessidade de investimentos contínuos em formação e qualificação dos membros. Esse dado está alinhado com a literatura, que destaca que a ausência de conhecimento técnico adequado pode comprometer a adoção e a eficácia de estratégias sustentáveis no ambiente cooperativo, especialmente em contextos rurais e agrícolas. Segundo Maciel *et al.* (2018) considerando que a educação, a formação e a informação são princípios fundamentais do cooperativismo, recomenda-se que a cooperativa invista em programas de formação continuada voltados aos seus conselheiros e membros da diretoria. Essa iniciativa pode fortalecer a capacidade de gestão, preparando melhor os líderes para lidar com os desafios de um mercado cada vez mais competitivo e, ao mesmo tempo, contribuir para o desenvolvimento sustentável da cooperativa a longo prazo. Isso sugere que muitos membros da cooperativa podem não ter o conhecimento ou treinamento necessário para adotar práticas sustentáveis, seguido de custo elevado de novas tecnologias (25%), em que a adoção de tecnologias sustentáveis pode ser cara, representando uma barreira financeira para os produtores (Figura 1).

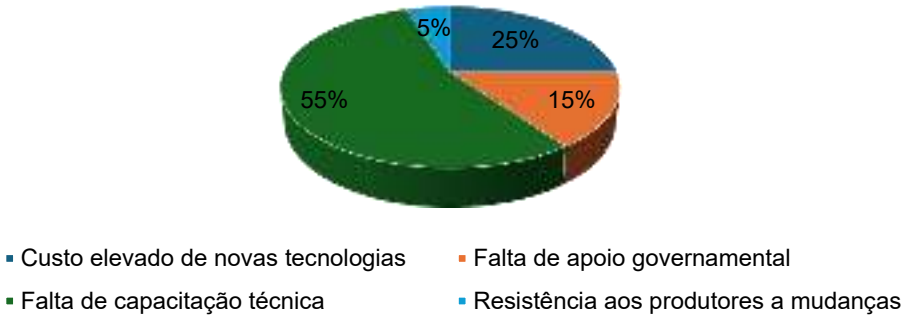


Figura 1. Desafios enfrentados pela implementação de práticas sustentáveis
Fonte: Autora (2026)

DOI: 10.51189/vii-coninters/91072

A falta de apoio governamental (15%), também foi representativa na entrevista, visto que a ausência de incentivos ou políticas públicas adequadas pode dificultar a transição para práticas mais sustentáveis, resistência dos produtores a mudanças (5%), sendo que a resistência à mudança parece ser um problema menor comparado aos outros desafios, mas ainda pode impactar a implementação de novas práticas.

Os desafios apontam para a necessidade de mais capacitação técnica e apoio financeiro e governamental para facilitar a adoção de práticas sustentáveis. Isso sugere que a cooperativa poderia investir em treinamentos, buscar subsídios ou parcerias para reduzir custos e incentivar a inovação.

A certificação ambiental foi apontada por 85% dos entrevistados como a iniciativa que apresenta maior resistência à adoção, enquanto o reflorestamento foi mencionado por 15%. A maior resistência à certificação pode estar relacionada à maior complexidade dos requisitos necessários para sua implementação, incluindo adequações nos sistemas produtivos, necessidade de registros, acompanhamento técnico e atendimento a critérios socioambientais. Resultado semelhante foi observado em estudos realizados com pequenos produtores, nos quais foram identificadas dificuldades relacionadas à capacitação, ao conhecimento sobre os requisitos dos sistemas de certificação e à compreensão dos benefícios econômicos associados aos selos de sustentabilidade (Ansah *et al.*, 2025). No setor cacaueiro, Krumbiegel e Tillie (2024), ao analisarem mais de 1.700 produtores, verificaram que a participação em cooperativas e programas de certificação está associada à maior adoção de práticas sustentáveis, evidenciando o papel dessas organizações como mecanismos de suporte aos produtores. Dessa forma, embora a certificação possa representar uma oportunidade de agregação de valor e acesso a mercados diferenciados, sua implementação pode ser percebida pelos cooperados como um processo mais complexo e que demanda maior suporte técnico e institucional.

Os dados mostram que os membros da cooperativa percebem três grandes oportunidades na implementação de projetos sustentáveis (Figura 2), o Acesso a novos mercados (45%), em que a maioria dos cooperados considera a sustentabilidade como uma forma de ampliar mercados e conquistar consumidores que valorizam práticas ecológicas. As Certificações e selos verdes (35%), muitos reconhecem o valor das certificações, apesar da resistência mencionada anteriormente. Isso indica que, apesar das dificuldades, existe um entendimento de que essas certificações podem ser vantajosas. Além disso, o aumento da produtividade (20%), um grupo seleto acredita que a sustentabilidade pode levar a uma produção mais eficiente, possivelmente por meio de práticas agroecológicas ou novas tecnologias.

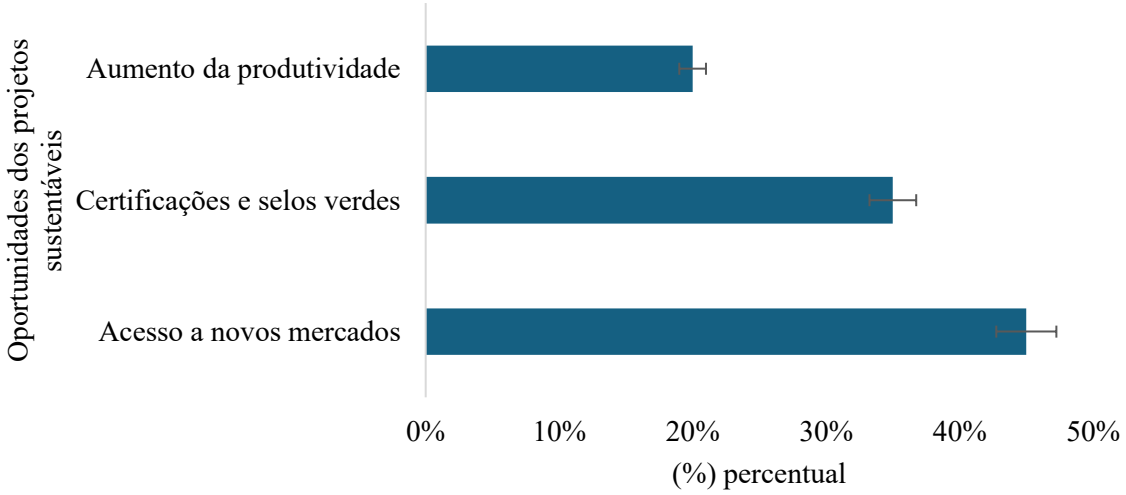


Figura 2. Oportunidades na implementação de projetos sustentáveis na Cooperativa estudada. Fonte: Autora (2026)

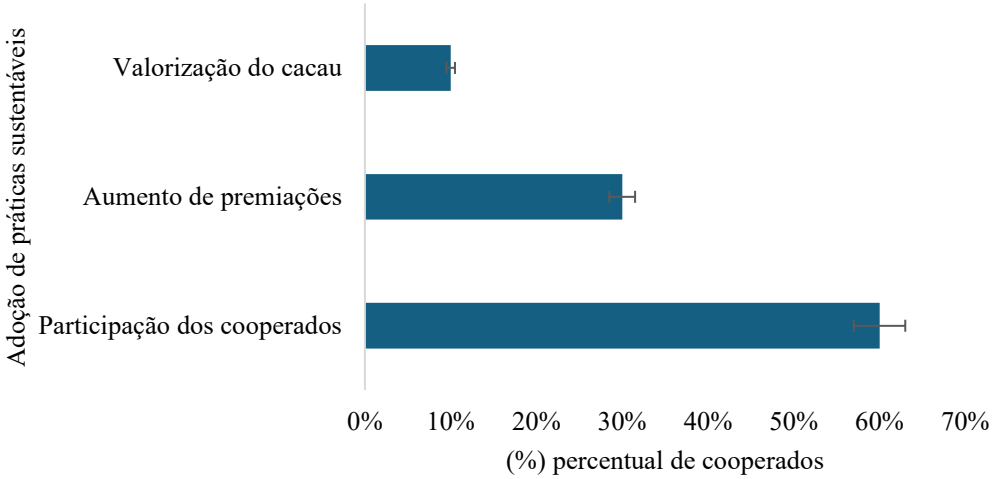
DOI: 10.51189/vii-coninters/91072

Com base nesses dados, a busca por novos mercados e certificações como oportunidades sugerem que os cooperados enxergam a sustentabilidade como um fator estratégico para agregar valor ao produto (Leite e Batalha, 2016). No entanto, o aumento da produtividade tem menor destaque, o que pode indicar que muitos ainda não veem práticas sustentáveis como uma forma direta de melhorar a eficiência da produção.

A maioria dos membros da cooperativa (85%) acredita que a certificação de sustentabilidade pode trazer benefícios financeiros, indicando que há uma percepção positiva sobre seu potencial de agregar valor ao produto e possibilitar o acesso a mercados diferenciados. No entanto, 15% ainda têm dúvidas, o que pode sugerir a necessidade de maior esclarecimento sobre como essas certificações podem impactar economicamente a cooperativa. Isso reforça a importância de estratégias para facilitar o processo de certificação, como apoio técnico, subsídios e divulgação de casos de sucesso, garantindo que todos os membros compreendam e aproveitem as vantagens desse diferencial competitivo (Liszbinski *et al.,* 2016).

Os resultados da entrevista revelam que a percepção dos membros da cooperativa sobre a demanda por produtos sustentáveis é amplamente positiva, com 80% reconhecendo que os consumidores estão mais exigentes nesse aspecto. Destes, 40% afirmam que a demanda é significativa (Sim, muito), enquanto 15% acreditam que ainda é limitada. Apenas um participante declarou não saber, indicando que a maioria já percebe mudanças no comportamento do mercado. Esses resultados sugerem uma oportunidade para a cooperativa fortalecer sua presença em nichos sustentáveis, investindo em certificações, marketing verde e diferenciação de produtos para atender a esse público crescente. Conforme abordado por Leite e Batalha (2016) as cooperativas têm contribuído para promover a produção sustentável entre seus associados, embora ainda enfrentem limitações como escassez de assistência técnica, ausência de estudos nas áreas produtivas, e a falta de políticas específicas de apoio e comercialização voltadas aos produtores mais sustentáveis.

Para melhorar a adoção de práticas sustentáveis na cooperativa, a participação dos cooperados (60%), surge como o fator mais relevante, evidenciando a importância do engajamento ativo no planejamento e execução de iniciativas ambientais. Além disso, o aumento de premiações (30%), aponta para a necessidade de incentivos que reconheçam e valorizem os esforços em sustentabilidade, servindo como estímulo para a adoção de práticas ambientalmente corretas (Figura 3). A valorização do cacau (10%), também é um aspecto importante, pois sugere que o fortalecimento do mercado e a recompensa financeira por produtos mais sustentáveis podem motivar os cooperados a implementar mudanças. A combinação dessas estratégias pode criar um ambiente favorável ao crescimento sustentável da cooperativa.



DOI: 10.51189/vii-coninters/91072

Figura 3. Adoção de práticas sustentáveis na Cooperativa estudada.
Fonte: Autora (2026)

Sendo assim, é possível afirmar de acordo com os resultados obtidos, que o engajamento dos cooperados é um dos principais fatores de sucesso, demonstrando o potencial da gestão participativa como estratégia para implementar práticas sustentáveis. Além disso, o reconhecimento por meio de premiações reforça a importância da qualidade e da inovação nos processos produtivos, enquanto a valorização do cacau ainda representa um desafio a ser potencializado por meio de certificações e acesso a mercados diferenciados (Chiapetti *et al.,* 2021).

4 CONCLUSÃO

De forma geral, os resultados indicam que para ampliar a adesão às práticas sustentáveis, é essencial equilibrar o incentivo à participação dos cooperados, o reconhecimento por meio de premiações e o fortalecimento do mercado para o cacau sustentável. Essa combinação pode potencializar os impactos das ações desenvolvidas pela cooperativa. O objetivo do trabalho foi atingido ao mostrar, com base em dados práticos e análise crítica, que a participação ativa dos cooperados, o aumento de premiações e a valorização do produto estão diretamente ligados aos resultados positivos da sustentabilidade.

As principais contribuições do estudo estão na identificação do engajamento dos cooperados como um dos pilares do sucesso e na discussão sobre o papel das premiações e da diferenciação de mercado como aliados da sustentabilidade no meio rural. Como limitação, destaca-se a análise focada em uma única cooperativa, o que restringe a generalização dos resultados. Para pesquisas futuras, é interessante realizar comparações entre cooperativas de diferentes regiões e incluir indicadores de impacto de longo prazo, tanto econômicos quanto socioambientais, para aprofundar a compreensão sobre os efeitos da gestão de projetos sustentáveis no setor agrícola.

REFERÊNCIAS

Artigo científico: ANSAH, E. O., KAPLOWITZ, M. D., LUPI, F., YEBOAH, F. K., & KERR, J. M. How sustainability certification works for smallholder farmers across different crops. **Agroecology and Sustainable Food Systems**, v. 50, n. 3, p. 571-593, 2026.

Artigo científico: CAMPOS PARAENSE, V., SANCHES, P. A. P., DE FREITAS, A. D. D., DA SILVA, J. W. P., OLIMPIO, S. C. M., SERRA, A. B., SOUSA, P. C. Viabilidade econômica de cacaueiros em sistemas agroflorestais no projeto de desenvolvimento sustentável Virola Jatobá, Anapu–PA. **Brazilian Journal of Development**, v.8, n.9, p. 63270-63285.

Artigo científico: CHIAPETTI, J., DIAS, C. V., FERREIRA, A. C. R., SAITO, S. T. Centro de Inovação do Cacau: Estratégia de inovação e sustentabilidade da cadeia produtiva do cacau. **Ciências Rurais em Foco**, v. 4, p. 35-46, 2021.

Livro: BRAGANÇA, A. **Relatório de avaliação de efetividade**, v. 07, n. 20, jan. 2025. 2025.

Artigo científico: KRUMBIEGEL, K., & TILLIE, P. Sustainable practices in cocoa production. The role of certification schemes and farmer cooperatives. **Ecological Economics**, v. 222, p. 108211, 2024.

DOI: 10.51189/vii-coninters/91072

Artigo científico: LEITE, A. E., BATALHA, M. O. Agricultura sustentável e cooperativismo: quais ligações possíveis?. **Interciencia**, v. 41, n. 10, p. 660-667, 2016.

Artigo científico: LISBOA, G. B., BECKER, D. R. D. S., & SANTANA, P. J. A. Cocoa Farming as a Strategy for Sustainable Development in the Trans-Amazonian Region: Perceptions and Obstacles Encountered by Local Producers. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo (SP), v. 20, n. 6, p. e014500, 2026. DOI: 10.24857/rgsa.v20n6-012.

Artigo científico: LISZBINSKI, B. B., MACAGNAN, C. B., PATIAS, T. Z., MOTKE, F. D., SILVA, O. T. Governança em cooperativas agropecuárias: Um estudo sob a ótica da arquitetura contratual. **Revista UNEMAT de Contabilidade**, v. 5, n. 9, 2016.

Artigo científico: MACIEL, A. P. B., SEIBERT, R. M., SILVA, R. C. F. D., WBATUBA, B. B. R., & SALLA, N. M. D. C. Governança em cooperativas: aplicação em uma cooperativa agropecuária. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 22, n. 4, p. 600-619, 2018.

Anais de evento: MENEZES, A. J. E. A., HOMMA, A., VENTURIERI, A., CELESTINO FILHO, P. Perfil socioeconômico dos produtores de cacau na região da Transamazônica-Pará. In: **Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural**, 62., 2024, Palmas. Bioeconomia, cadeias de valor e desafios do desenvolvimento regional: [anais...]. Brasília, DF: SOBER, 2024.

Livro: OIT - Organização Internacional do Trabalho. Cadeia Produtiva do Cacau Avanços e Desafios Rumo à Promoção do Trabalho Decente: análise situacional. Sustentabilidade em sistema de produção orgânica e convencional de agricultores familiares da Transamazônica, Pará. Brasil: Organização Internacional do Trabalho. 2018. 67 p.

Artigo científico: SANTOS, D. R. S., SILVA, M. M. Agrobiodiversidade em áreas cultivadas com cacau em Altamira-Pará, Amazônia Oriental. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 12, n. 3, p. 210-221, 2017.

Artigo científico: SANTANA , P. J. A., SANTANA , A. C. DE, OLIMPIO , S. C. M., GOMES , S. C., MENDES , F. A. T., SANTANA , ÁDINA L. DE, COSTA , N. L. Identification and Use of Latent Variables in the Analysis of The Effects of Certification on Cocoa Farms in the Transamazon. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo (SP), v. 19, n. 1, p. e010781, 2025. DOI: 10.24857/rgsa.v19n1-044.

Artigo científico: TAGLIAPIETRA, O. M., CARNIATTO, I., BERTOLINI, G. A importância do conhecimento local dos agricultores familiares e demais populações rurais para o desenvolvimento rural sustentável. **Revista Gestão e Desenvolvimento**, *[S. l.]*, v. 18, n. 2, p. 178–199, 2021. DOI: 10.25112/rgd.v18i2.2470.

Artigo científico: ZUGAIB, A. C. C. A bioeconomia circular como estratégia para agregação de valor à cacauicultura brasileira. In: **Agrotrópica** v. 35 n. 1 p. 21-52, 2023.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

FUNGOS QUE REGENERAM: O POTENCIAL DA BIORREMEDIAÇÃO FÚNGICA NA RESTAURAÇÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS E NA RECUPERAÇÃO DOS ECOSSISTEMAS

CARLOS EDUARDO BATISTA DE ARAÚJO

Introdução: A contaminação dos ecossistemas por metais pesados, hidrocarbonetos, agrotóxicos e resíduos industriais representa um grave desafio à sustentabilidade ambiental. Como alternativa às técnicas convencionais de descontaminação, a biorremediação se destaca ao empregar organismos vivos para degradar, transformar ou imobilizar poluentes. Nesse contexto, os fungos, no processo denominado micorremediação, apresentam potencial devido à sua rede micelial e à capacidade de secretar enzimas extracelulares de alta eficiência na transformação de compostos orgânicos complexos e na retenção de elementos tóxicos. **Objetivo:** O presente estudo tem como objetivo avaliar a eficácia dos fungos na biorremediação de áreas contaminadas, destacando seus mecanismos biológicos na recuperação do solo e na restauração do equilíbrio ecológico. **Metodologia:** Para isso, realizou-se uma revisão bibliográfica de caráter exploratório nas bases de dados PubMed, SciELO e Google Scholar. A seleção contemplou dez artigos científicos focados na aplicação ambiental de fungos, utilizando descritores como “biorremediação”, “micorremediação”, “áreas contaminadas”, “metais pesados” e “degradação de hidrocarbonetos”. Priorizaram-se pesquisas com dados quantitativos sobre a remoção e a biotransformação de contaminantes em ecossistemas degradados. A análise da literatura científica evidencia que os fungos possuem potencial para a recuperação de ecossistemas degradados, principalmente por meio da produção de enzimas extracelulares, como lacases e peroxidases, capazes de atuar na transformação e degradação de hidrocarbonetos e outros compostos orgânicos persistentes. **Resultados:** Paralelamente, a rede micelial contribui para a biossorção e retenção de metais pesados, favorecendo sua imobilização e reduzindo sua biodisponibilidade e mobilidade no ambiente. Os estudos também indicam que a atividade fúngica pode favorecer a recuperação das características biológicas do solo e a interação com a microbiota nativa, contribuindo para o restabelecimento do equilíbrio ecológico. Dessa forma, a micorremediação apresenta potencial como alternativa de menor impacto ambiental e com possibilidade de aplicação em áreas contaminadas. Contudo, sua eficiência depende da espécie fúngica, do tipo e da concentração do contaminante e de fatores ambientais, como pH, temperatura, umidade e disponibilidade de nutrientes. **Conclusão:** Conclui-se que a biorremediação fúngica constitui uma estratégia sustentável e promissora para a recuperação de áreas degradadas, embora sejam necessários estudos de campo e ensaios em escala real para avaliar sua biossegurança, eficiência sob diferentes condições edafoclimáticas e viabilidade operacional.

Palavras-chave: **MICORREMEDIAÇÃO; RESTAURAÇÃO AMBIENTAL; FUNGA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/91091

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

IMPORTÂNCIA DA EXECUÇÃO CONTINUADA DA AQUISIÇÃO DE ALIMENTOS DA AGRICULTURA FAMILIAR NA EXECUÇÃO DO PNAE

MARIELE SANTANA CAMARGO; PAULA DOS REIS INÁCIO DE SOUZA

Introdução: O Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE) é uma política pública que contempla, em um de seus eixos, a aquisição de alimentos da agricultura familiar para a merenda escolar na rede pública nacional. O acesso a esse mercado gera resiliência aos agricultores ao garantir segurança na comercialização e estabilidade de preços. Contudo, a confiança dos produtores depende da assiduidade na publicação de chamadas públicas e do comprometimento da entidade executora para a execução integral dos contratos. **Objetivo:** O presente estudo de caso analisa o impacto da constância da execução dessa política pública no município de Lorena, São Paulo, para a ampliação da participação dos agricultores familiares locais. **Metodologia:** Realizou-se um estudo de caso que acompanhou a execução do PNAE no município nos últimos 10 anos, utilizando dados do portal de licitações da Prefeitura Municipal de Lorena, SP, sobre a frequência de editais e o nível de participação dos agricultores familiares, entre 2016 e 2026. **Resultado:** Os resultados indicam que o intervalo de publicação de editais foi reduzido de forma consistente. Antes de 2022, publicava-se um edital a cada 691 dias, passando esse intervalo a ser de 446 dias após 2022. O ano de 2022 é emblemático ainda para a ampliação da participação de agricultores familiares, pois, até essa data, participavam apenas associações, nenhuma sediada no município. A partir de 2022, houve uma inflexão com o aumento da diversidade de organizações, incluindo associações regionais e agricultores individuais, o que fomentou diretamente a inserção de produtores de Lorena. **Conclusão:** Os avanços observados na execução do PNAE em Lorena refletem a convergência de foco da entidade executora na adequação de procedimentos burocráticos, somada à atuação estratégica da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) como entidade articuladora, direcionando as oportunidades do programa aos produtores locais.

Palavras-chave: **ALIMENTAÇÃO ESCOLAR; DESENVOLVIMENTO LOCAL; AGRICULTURA FAMILIAR**

DOI: 10.51189/vii-coninters/91105

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

AGRICULTURA FAMILIAR NO CONSELHO DE ALIMENTAÇÃO ESCOLAR: AVANÇOS NA SUSTENTABILIDADE SOCIAL DO PNAE EM CRUZEIRO - SP

PAULA DOS REIS INÁCIO DE SOUZA; MARIELE SANTANA CAMARGO

Introdução: A alimentação escolar constitui importante estratégia de segurança alimentar e de desenvolvimento das comunidades locais. Em Cruzeiro, a atual composição do Conselho de Alimentação Escolar (CAE), vigente desde 2023, incorporou, de forma inédita, representação efetiva da agricultura familiar por meio da Associação dos Produtores Agrícolas de Cruzeiro (APAC), ampliando o diálogo entre produtores, gestão do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), nutricionistas e unidades escolares. **Objetivo:** Relatar a experiência de participação da agricultura familiar no CAE e sua contribuição para a qualificação das aquisições destinadas à alimentação escolar e para o fortalecimento da sustentabilidade social no município. **Relato de experiência:** Foi realizada análise documental dos contratos de aquisição da agricultura familiar, considerando os registros entre 2018 e 2025, disponibilizados no Portal da Transparência do Município de Cruzeiro, relacionando-os aos repasses anuais do FNDE. A série histórica evidencia evolução na participação e na escala das aquisições. Observou-se evolução nos valores contratados: R$ 53.269,00 em 2018; R$ 24.465,04 em 2019; R$ 61.254,48 em 2021; R$ 91.637,50 em 2023; R$ 266.953,50 em 2024; e R$ 243.931,08 em 2025. A partir de 2023, já sob a atual composição do CAE, observou-se ampliação expressiva: de quatro agricultores familiares locais contratados em 2023 para 11 participantes em 2024 e 2025. A análise considera ainda a alteração normativa promovida pela Resolução CD/FNDE nº 21/2021, que ampliou o limite individual de venda da agricultura familiar. A participação direta dos agricultores no CAE favoreceu a compreensão da sazonalidade, o planejamento dos pedidos e a aproximação entre a capacidade produtiva e a demanda escolar. **Conclusão:** A experiência demonstra que a inserção da agricultura familiar no CAE contribuiu para fortalecer o diálogo entre produção, gestão e controle social do PNAE. A ampliação de quatro participantes em 2023 para 11 em 2024 e a manutenção desse número em 2025, acompanhadas de expressivo aumento da escala das contratações, indicam mudança concreta na organização das aquisições. A participação da agricultura familiar no CAE mostrou-se uma estratégia de fortalecimento do controle social e de aproximação entre política pública, produção local e segurança alimentar, contribuindo para uma cadeia de abastecimento mais inclusiva e socialmente sustentável.

Palavras-chave: **AGRICULTURA FAMILIAR; ALIMENTAÇÃO ESCOLAR; SUSTENTABILIDADE SOCIAL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/91106

INDICADORES DE QUALIDADE FÍSICA E HÍDRICA DE PLANOSSOLO SOB SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO NO AGRESTE DA PARAÍBA

VALTER SILVA FERREIRA; LARISSA ALMEIDA SANTANA; ISMAEL DE OLIVEIRA CAVALCANTE; NERIANE RODRIGUES DE LIMA; JOSÉ ILTON PEREIRA ALVEZ; JOSE PINHEIRO LOPES NETO; FLAVIO PEREIRA DE OLIVEIRA

RESUMO

O uso de práticas convencionais de produção pode causar impactos negativos ao meio ambiente e comprometer a qualidade do solo. Nesse contexto, sistemas de produção de baixo impacto, como a integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF), têm sido estudados como alternativas para promover a conservação do solo. Este trabalho teve como objetivo avaliar os atributos físicos e hídricos de um Planossolo Háplico e identificar indicadores de qualidade física do solo sob um sistema iLPF, após oito anos de implantação, comparando-o com áreas de plantio convencional e vegetação nativa. O estudo foi realizado na estação experimental da EMPAER, localizada no município de Alagoinha, no Agreste da Paraíba. O experimento foi conduzido em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Foram avaliados sistemas com Gliricídia + Brachiaria decumbens, Sabiá + Brachiaria decumbens, Ipê-roxo + Brachiaria decumbens, Lavoura + Brachiaria decumbens e Brachiaria decumbens. Também foram consideradas áreas próximas de plantio convencional e vegetação nativa para comparação.Os resultados mostraram diferenças nos atributos físicos e hídricos do solo entre os sistemas avaliados. Os tratamentos com Brachiaria decumbens, Ipê-roxo + Brachiaria decumbens, Sabiá + Brachiaria decumbens e vegetação nativa apresentaram maiores valores de densidade, densidade relativa e grau de compactação nas camadas abaixo de 0,10 m. Os sistemas Ipê-roxo + Brachiaria decumbens e Lavoura + Brachiaria decumbens apresentaram menores valores de condutividade hidráulica e macroagregação. Já Brachiaria decumbens e Lavoura + Brachiaria decumbens apresentaram menores conteúdos e capacidade de água disponível. A análise de componentes principais indicou que a capacidade de aeração e o teor de areia foram os atributos que mais explicaram a variabilidade dos dados. A densidade do solo apresentou forte correlação com os demais atributos, destacando-se como um importante indicador da qualidade física do solo.

Palavras-chave: Conservação do solo; Integração Lavoura-Pecuária-Floresta; Qualidade do solo.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo do tempo diversos sistemas de manejo e usos foram desenvolvidos, visando um aumento da qualidade dos solos e abrindo espaço para a integração de outros elementos nesses meios de produção, assim estando o mais próximo possível do que é encontrado naturalmente no ecossistema, por isso, manter a qualidade do solo, ou mesmo obter melhorias mediante sistemas de produção sustentáveis, tornam-se imprescindíveis para elevar a segurança alimentar e nutricional sem comprometer o equilíbrio entre as condições químicas, físicas e biológicas do solo para o exercício de suas funções ecossistêmicas (SANTOS et al., 2019; COSTA; DRESCHER, 2018).

DOI: 10.51189/vii-coninters/91127

Dentro dessas tecnologias utilizadas para a conservação do solo e do ambiente, pode-se citar os sistemas de integração, nos quais podem integrar meios de produção diferenciados e até mesmo inserir meios pecuários ou não. Um dos mais conhecidos sistemas é o Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, onde o ambiente de produção é dividido com a criação de animais, lavouras e com a produção de silvícolas. Os SILPFs apresentam inúmeros benefícios tais como: produção de pastagens, cultivo de grãos, e as florestas contribuirão para o sequestro de CO_2 atmosférico via fotossíntese e posterior incorporação na forma de matéria orgânica ao solo. (KICHEL et al., 2019), além de auxiliar na recuperação da fertilidade do solo, a utilização dos ILPFs ajuda em manter em condições adequadas a infiltração de água, a ciclagem dos nutrientes, favorece a retenção de carbono no solo e melhora os aspectos estruturais físicos, químicos e biológicos do solo.

Em regiões áridas ou semiáridas boa parte dos solos encontrados passaram por diversos processos pedogenéticos, o que leva em muitos dos casos a degradação desses solos e em casos mais extremos, solos improdutivos altamente degradados, por sua vez, tal degradação das terras em áreas de climas áridos, semiáridos e subúmidos secos implica na redução ou perdas da produtividade biológica ou econômica, das áreas de cultivo de sequeiro e irrigadas, pastagens, florestas e bosques resultantes do uso da terra ou da combinação de processos decorrentes de atividades humanas e padrões de habitação (UNCCD, 2017). Nessas terras secas ocorre a desertificação, entendida como um conjunto de processos que causam gradualmente à perda dos solos ou à perda da sua capacidade produtiva, a supressão da vegetação e a deterioração da qualidade dos corpos hídricos (CGEE, 2016; UNCCD, 2017), a utilização dos sistemas ILP ou ILPF, podem contribuir para a conservação destes solos, pois além de aportar matéria orgânica para o solo em níveis adequados, esses sistemas possuem a capacidade de modificar todo o ambiente no qual foi inserido, podendo gerar cobertura vegetal em as áreas frágeis e impedir que o solo fique exposto, melhorar e consequentemente promover a ciclagem de nutrientes, além de benefícios como a redução das perdas de água por evaporação, mantendo o solo úmido por maior período de tempo.

Nesse sentido, o trabalho teve como objetivo, avaliar os atributos físicos-hídricos de um Planossolos Háplico, selecionar indicadores de qualidade físicas do solo sob um sistema de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF) no agreste paraibano, após 8 anos de implantação e compara-los a áreas de Plantio Convencional e Vegetação Nativa. As espécies florestais foram plantadas em linhas triplas, com espaçamento de 3 x 2 m nas extremidades de cada parcela, totalizando seis fileiras por parcela, enquanto o milho foi plantado em sistema de plantio direto.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na estação experimental da Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária - EMPAER, localizado no município de Alagoinha, mesorregião Agreste do Estado da Paraíba, sob as coordenadas 06º57’00” S e 35º32’42” W (Figura 1) e 317 m de altitude.

O experimento foi instalado em campo em julho de 2015. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados (DBC) com cinco tratamentos e quatro repetições (5 x 4+2). Os tratamentos foram constituídos por: 1) Gliricídia (Gliricidiasepium (Jacq.) Steud) + Brachiaria decumbens (GC+BD); 2) Sabiá (Mimosa caesalpiniaefolia Benth) + Brachiaria decumbens (SB+BD); 3) Ipê roxo (Handroanthus avellanedae (Lorentz exGriseb.) Mattos) + Brachiaria decumbens (I+BD); 4) Lavoura + Brachiaria decumbens (L+BD); 5) Brachiaria decumbens (BD). Para realização da comparação estatística foram adicionados mais dois tratamentos extras, uma área de plantio convencional anual (PC), e uma área de vegetação nativa secundária (VN), ambos os tratamentos nas proximidades do experimento.

As amostras de solo utilizadas para a determinação das variáveis foram coletadas de duas formas, com estrutura indeformada e deformada. Foram coletadas em dois pontos

DOI: 10.51189/vii-coninters/91127

amostrais da parcela experimental na forma aleatória simples, distanciados de dez metros entre cada ponto de coleta. Para realização de coletas foi utilizado anéis volumétricos do tipo Uhland com volume de 102,09 cm^3. Logo após as coletas, as amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Análises Físicas de Solo, do Departamento de Solos e Engenharia Rural (DSER), da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) para a realização de análises.

As amostras utilizadas para as análises de química e fertilidade do solo com estrutura de formada foram coletadas com auxílio de pá de corte, de forma a obter material em três profundidades (0,00-0,10; 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m). Posteriormente foram destorroadas, secas ao ar (TFSA), tamisadas em peneiras com malha de 2,00 mm e encaminhadas ao Laboratório de Química e Fertilidade do solo do DSER, da UFPB para a realização de análises de teor de carbono do solo.

Foram realizadas as seguintes determinações físicas: granulometria (Areia, silte, argila), grau de floculação (GF), densidade do solo (ρ), densidade máxima do solo (ρmax), densidade do solo relativa (ρR), condutividade hidráulica saturada (Kθ), porosidade total calculada (α) e estimada (αEst), macroporosidade (Ma), microporosidade (Mi), capacidade de campo (θcc), ponto de murcha permanente (θpmp), água disponível às plantas (θAD), capacidade de água disponível (CAD).

Com os dados gerados foram realizadas análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de ($p< 0,05$). Foi utilizado o software R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2013).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar a granulometria das camadas notou-se maior predominância da fração areia, com medias que variam entre 635g km^{-1} na camada 0,00-0,10 m, 623 g km^{-1} na camada 0,10-0,20 m e 605 g km-1 para a camada de 0,20 e 0,30 m. Observou-se que os teores de silte obtiveram medias de 167 g kg^{-1}, 164 g kg^{-1} e 168 g kg^{-1} respectivamente nas camadas 0,00-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m. Já a fração argila aumentou de acordo com a profundidade, com medias de 198 g kg^{-1} na camada 0,00-0,10 m, 214 g kg^{-1} na camada 0,10-0,20 m, e 224 g kg^{-1} na camada de 0,20-0,30.

Santos e Zaroni (2018), citam que esses resultados são característicos da classe dos Planossolos, que tem aumento de argila em profundidade, por apresentam argiluviação, ou seja, ocorre perda de argila da parte superficial, com acumulação ou concentração intensa no horizonte subsuperficial. Neste sentido, também pode-se justificar devido ao solo da área experimental ser um Planossolo Háplico, caracterizado por possuir o horizonte superficial com textura mais arenosa ou até argilosa, com fraca estrutura (SIBCS, 2018).

Além dos tratamentos I+BD, L+BD e SB+BD, na camada de 0,20-0,30 m e I+BD na camada de 0,10-0,20 terem sido classificadas com textura franco argilo-arenoso, por apresentarem maiores teores de argila nessa camada, também se observou que o mesmo ocorreu para todas as camadas dos tratamentos de plantio convencional, o que pode ter sido acarretado devido a pouco tempo antes o solo ter sido preparado para o plantio de culturas anuais, o que causou uma homogeneização das camadas analisadas. Já para os solos de vegetação nativa observou-se que dada a classificação textural todas as camadas apresentaram classificação franco argilosa.

O grau de floculação (Gf) é uma análise que indica a proporção da fração de argila que se encontra floculada, informando sobre o grau de estabilidade dos agregados (TEIXEIRA et al., 2017). Nesse sentido o GF não apresentou diferença estatística significativa ($p<0,05$), no qual apresentou maior grau de floculação no tratamento L+BD, com 859 g kg-1 na camada 0,10-0,20 e menor no SB+BD, com 682 g kg^{-1} na camada de 0,00-0,10, ambos não diferindo estatisticamente dos demais. Silva et al. (2019) avaliando atributos físicos de solo sob sistema

de integração lavoura-pecuária-floresta em Planossolo no Agreste da Paraíba, encontraram valores semelhantes para o GF nas profundidades de 0,00-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,30 m.

A (ρ) variou de 1,31 a 1,54 g cm^{-3}, a (ρmax) de 1,78 a 1,91 g cm^{-3}, a (ρR) – adimensional, variou de 0,66 a 0,83; o GC de 66,3 a 81,9% e a (Kθ) de 0,0343 a 0,0395 cm h^{-1}. Observa-se que após 8 anos de implantação do sistema, alguns tratamentos já demonstram diferenciais, o que não foi observado por Nobrega et, al (2019), após 3 anos de implantação, onde todas as variáveis não apresentaram diferenças estatísticas medias.

Outrossim, o Planossolo é um solo que apresenta permeabilidade lenta ou muito lenta, normalmente adensados devido ao acúmulo de argila em subsuperfície; presença de horizonte endurecido ou cimentado, responsável pela formação de lençol d'água sobreposto, de presença periódica ou variável ao longo do ano (EMBRAPA, 2019), É importante salientar que a microporosidade é pouco influenciada pelas práticas de manejo, por ser constituída de poros de pequena dimensão, sendo representada pelos poros localizados dentro dos agregados, capazes de reter e armazenar água, apresentando função muito importante de manutenção da umidade do solo (NOBREGA, 2021). No entanto, quando a condutividade hidráulica está abaixo de 0,25 cm h^{-1}, o solo encontra-se em péssimas condições. Essa tendência pode ser agravada quando trabalhamos com solos de textura arenosa ou muito arenosa, que apresentam elevada susceptibilidade a erosão (hídrica e eólica) e a lixiviação de nutrientes aplicados a ele e a redução dos estoques de C por sua estrutura física mais fragilizada (FONTANA et al., 2016).

A porosidade total estimada variou entre 0,42 e 0,75 m^3 m^{-3}, a porosidade calculada esteve abaixo de 0,50 m^3 m^{-3}, a microporosidade abaixo de 0,40 m^3 m^{-3} e a macro porosidade inferior a 0,10 m^3 m^{-3}, com exceção do tratamento PC na camada 0,00-0,10. Resultados semelhantes foram observados por Silva et al (2019), e por Nobrega et al (2021), desenvolvendo trabalhos na mesma área de estudos.

Segundo Ribeiro et al, (2007) a porosidade do solo está diretamente ligada a qualidade que os solos possuem, esse fator pode afetar atributos físicos como a permeabilidade do solo, processos de infiltração e redistribuição da capacidade de retenção. Tal fator também pode influenciar no crescimento radicular das plantas, na compactação do solo e afetar o desenvolvimento da macro, messo e micro fauna. Levando em consideração o tipo de manejo adotado, esses atributos podem ser modificados positivamente ou negativamente, nesse sentido a utilização de práticas conservacionistas podem ser uma ótima alternativa, uma vez que melhoram esses aspectos, como é o caso dos sistemas integrados.

A macroporosidade (Ma), na camada 0,00-0,10 m apresentou diferença media estatística significativa ($p<0,05$), no tratamento PC com 0,11 m^3 m^{-3} sendo a maior média observada entre os demais tratamentos, e com isso excedendo o limite critico que segundo Taylor e Ashcroft (1972) e Reichert et al, (2007) é de 0,10 m^3 m^{-3}. O menor valor de macroporos observado foi 0,03 m^3 m^{-3} nos tratamentos GL+BD na camada 0,00-0,10 m e BD, I+BD e L+BD na camada subsuperficial 0,20-0,30 m. Tal resultado pode estar ligado ao aumento de densidade nas camadas subsuperficiais, o que provoca restrições à penetração das raízes dos vegetais prejudicando seu desenvolvimento, além disso, sua menor porosidade impede a infiltração da água, o que leva ao aparecimento de erosão em ravinas e à degradação do solo (SOARES et al., 2016)

A Microporosidade (Mi), não apresentou diferença media significativa, os valores médios foram 0,37, 0,37 e 0,36 m^3 m^{-3} nas camadas 0,00-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30 m respectivamente. Os maiores valores de microporosidade foram observados nos tratamentos VN, GL+BD, GL+BD nas camadas 0,00-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30 m respectivamente. Enquanto o menor valor encontra-se no tratamento PC (0,33 m^3 m^{-3}) na camada 0,20-0,30 m.

Quanto a capacidade de campo (θCC) foi observado maior no tratamento VN na camada 0,00-0,10 m com valor de 0,201 m^3m^{-3} e o menor valor foi encontrado no tratamento L+BD na camada 0,10-0,20 com valor de 0,107 m^3m^{-3}. Para essa variável observou-se que houve variação

significativa ($p<0,05$) nas três camadas analisadas, para a acamada 0,00-0,10 m os tratamentos GL+BD e VN obtiveram medias estatística com valores de 0,116 e 0,201 m^3m^{-3} respectivamente. Já na segunda camada analisada os tratamentos VN e PC apresentaram diferença significativa com os referidos valores respectivos 0,184 e 0,164 m^3m^{-3}. E por fim na terceira camada os tratamentos I-BD, VN e PC demostraram valore significativos para (θCC) de 0,153, 0,179 e 0,170 m^3m^{-3} respectivamente. O termo capacidade de campo foi introduzido por Veihmeyer e Hendricson (1949) com o propósito de quantificar o limite superior de água no solo e com a tentativa de oferecer maior aplicabilidade ao conceito desenvolvido por Briggs e McLane (1910) de "equivalente de umidade".

O ponto de murcha permanente (θPMP), é definido funcionalmente, como o ponto (teor de umidade do solo) no qual as plantas murcham e não mais recuperam a turgidez, para essa variável foi observado que houve variação estatística ($p<0,05$) nas três camadas estudadas, para as acamadas 0,00-0,10 m e 0,10-0,20 m os tratamentos que expressarão tais variações, foram os tratamentos VN e PC com valores 0,104 e 0,076 m^3 m^{-3} para a primeira camada e 0,101 e 0,079 m^3m^{-3} para a segunda camada. Na camada de 0,20-0,30 m além dos tratamentos VN e PC, o tratamento I+BD também demostrou diferenciação estatística com valores respectivos 0,102, 0,084 e 0,070 m^3 m^{-3}. Os tratamentos que apresentaram maior e menor valor de ponto de murcha permanente foram VN e Gl+BD com valores médios respectivos a 0,104 e 0,050 m^3 m^{-3}.

Quanto a variável de água disponível no solo (θAD), observa-se que houve significância ($p<0,05$) apenas na segunda camada para o tratamento L+BD, com valor de 0,057 m^3m^{-3}. Os tratamentos tiveram variação média entre 0,057 e 0,097 m^3 m^{-3} que corresponderam ao menor índice de água disponível (L+BD) e o maior índice de água disponível (VN). No que tange ao parâmetro de limite indicado como crítico, que segundo Reichert, Reinert e Braida (2003), tal valor crítico para a mesma de 0,15 a 0,25 m^3 m^{-3}, notou-se que todos os tratamentos estão bem abaixo do limite critico estipulado pelos autores.

Ao se analisar a Capacidade de Água Disponível (CAD) nota-se que apenas o tratamento L+BD na camada 0,10-0,20 m obteve valor médio significativo ($p<0,05$) com o valor de 8,35 m^3 m^{-3} de lâmina de água armazenada, sendo esse também, o menor valor de capacidade de água disponível entre os tratamentos, os maiores valores observados estão nos tratamentos I+BD na camada 0,20-0,30 com média de 12,69 m^3 m^{-3} e no tratamento VN na camada 0,00-0,10 m com média de 12,53 m^3 m^{-3} de lâmina de água armazenada. Tais valores, são representações da quantidade de água que preenchem os poros do solo, após uma chuva ou irrigação e se mantem disponível para a utilização da planta.

4 CONCLUSÃO

Após oito anos de implantação do sistema integrado de produção, observa-se diferenças significativas entre os sistemas com inserção do componente arbustivo/arbório. Os tratamentos BD, I+BD, SB+BD e VN apresentaram os maiores valores de ρ, ρR, GCs nas camadas inferiores a 0,10 m. Os tratamentos I+BD e L+BD apresentaram as menores Kθ e Ma. Já os tratamentos BD e L+BD apresentaram os menores conteúdos de θAD e CAD nas três camadas analisadas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Plano setorial de mitigação e de adaptação às mudanças climáticas para a consolidação de uma economia de baixa emissão de carbono na agricultura: plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono) /Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Ministério do

Desenvolvimento Agrário, coordenação da Casa Civil da Presidência da República. –Brasília: MAPA/ACS, 2012. 173 p. ISBN 978-85-7991-062-0.

CGEE - Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil. Brasília, 2016.

COSTA, F. S.; BAYER, C.; ZANATTA, J. A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 323-332, jan./fev. 2008.

Embrapa Gado de Corte-Capítulo em livro científico (ALICE), 2015. **EMBRAPA**. Planossolos. Disponível em: Acesso em 18 de Out. 2022.

FAO alerta sobre degradação de um terço dos solos do planeta. 2021. Disponível em: . Acesso em: 16 outubro. 2023.

FONTANA, A., TEIXEIRA, W. G., BALIEIRO, F. C., MOURA, T. P. A., MENEZES, A. R.,& SANTANA, C. I. (2016). Características e atributos de Latossolos sob diferentes usos na região Oeste do Estado da Bahia. Pesquisa Agropecuária Brasileira,51(9), 1457-1465.

KICHEL, A. N., et al. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta e o progresso do setor agropecuário brasileiro. 2019.

NÓBREGA, Camila Costa et al. Funções de pedotransferência para estimar a retenção e a disponibilidade de água em Planossolo Háplico sob sistemas integrados de produção agropecuária no Agreste da Paraíba. **Scientia Plena**, v. 18, n. 7, 2022.

REYNOLDS, W. D.; DRURY, C. F.; YANG, X. M.; FOX, C. A.; TAN, C. S.; ZHANG, T. Q. Land management effects on the near-surface physical quality of a clay loam soil. **Soil and Tillage Research**, [online], v. 96, n. 1-2, p. 316-330, Oct. 2007. DOI 10.1016/j.still.2007.07.003.

RIBEIRO, P. L.; BAMBERG, A. L.; REIS, D. A.; OLIVEIRA, A. C. B. de. Condições físicohídricas de Planossolo cultivado com sola em plantio direto e preparo convencional. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v. 51, n.9, p.1484-1491, 2016.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. Á.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 5. ed. Brasília, **Embrapa**, 2018. 356p.

SILVA, Pedro Luan Ferreira da. Atributos físicos e químicos de um Planossolo sob sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Agreste da Paraíba. Orientador: Flávio Pereira de Oliveira. 2019. 142 f. **Monografia** (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2019.

SOARES, M.D.R.; CAMPOS, M.C.C.; OLIVEIRA, I.A.; CUNHA, J.M.; SANTOS, L.A.C.; FONSECA, J.S.; SOUZA, Z.M.; Atributos físicos do solo em áreas sob diferentes sistemas de usos na região de Manicoré, AM. **Revista de Ciências Agrárias**, v.59, n.1, p.9-15, 2016. https://doi.org/10.4322/rca.2020

TEIXEIRA, Paulo César; DONAGEMMA, Guilherme Kangussu; FONTANA, Ademir; TEIXEIRA, Wenceslau Geraldes (ed.). Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. rev. e aum. Brasília: **Embrapa**, 2017. 574 p. ISBN 978-85-7035-771-7.

VEIHMEYER, F. J.; HENDRICKSON, H. Methods of measuring field capacity and permanent wilting percentages of soils. Science, v.68, p.75-94, 1949.

EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS PARA REDUZIR OS RESÍDUOS SÓLIDOS NO RIO JAUAPERI, SUL DE RORAIMA

AIRLENE DE MEDEIROS CARVALHO; VLADIMIR DE SOUZA; PEDRO ALVES DA SILVA FILHO

RESUMO

Na região do baixo rio Branco, em Roraima, o cenário vem mudando nas últimas décadas. A situação é mais crítica com a dificuldade de acesso aos serviços básicos, entre eles, o fornecimento de água potável e coleta de resíduos sólidos. Essas deficiências produzem ônus aos povos ribeirinhos, criando uma situação de vulnerabilidade ambiental e social. Os problemas se intensificam com o aumento do consumo de produtos industrializados e com o descarte de resíduos sólidos no rio, consequência principalmente da falta de manejo das embalagens recicláveis e de uma educação ambiental não formal mais atuante nas comunidades tradicionais. Nesse contexto, a pesquisa foi desenvolvida nas Vilas Itaquera e Xixuaú, banhadas pelo rio Jauaperi, sul de Roraima. A metodologia utilizada no estudo baseou-se em visitas técnicas e no questionário socioambiental aplicado nas duas comunidades com dezesseis respondentes. A pesquisa exploratória e descritiva, com abordagem quantitativa e qualitativa, envolveu entrevistas on-line com representantes das famílias ribeirinhas do rio Jauaperi, de modo a obter dados sobre o perfil socioeconômico, condições sanitárias e de acesso a serviços de saúde e à educação. Identificou-se problemas ambientais causados pelo descarte irregular de resíduos no solo e no rio Jauaperi. Foi verificado ainda, por meio do relatório da vigilância epidemiológica de Roraima, a notificação de doenças hídricas em decorrência do consumo de água diretamente do rio sem o devido tratamento. Evidenciou-se a falta de educação ambiental não formal e poucas ações que promovam práticas sustentáveis. Sobre políticas públicas voltadas para os recursos hídricos e resíduos sólidos, todos afirmaram desconhecer o assunto, sendo, portanto, fundamental a aplicação da educação ambiental como fortalecimento da cidadania. O estudo serviu de base para a construção de um manual de educação ambiental conceitual e educativo, de apoio à gestão de recursos hídricos para o manejo de resíduos sólidos visando à qualidade hídrica no baixo rio Jauaperi e à promoção da saúde da população ribeirinha. O material educativo é uma ferramenta para auxiliar os gestores e agentes públicos, lideranças comunitárias e professores com planejamento de ações assertivas para mitigar os danos à população extrativista e ao rio Jauaperi.

Palavras-chave: Educação ambiental não-formal; Participação comunitária; Poluição hídrica.

DOI: 10.51189/vii-coninters/91165

1 INTRODUÇÃO

A água é um elemento vital na sobrevivência da população humana e é disputada entre muitos países do mundo. No Brasil, há vários conflitos pelo uso da água. Em cada um dos biomas no território brasileiro há situações específicas. Entre os tipos de conflitos na agenda dos recursos hídricos, estão a indisponibilidade da água, por alteração da qualidade ou quantidade, e a poluição dos corpos d´água (PEDROSA, 2021).

A poluição em comunidades ribeirinhas, onde não há serviço público de coleta de resíduos, é causada principalmente pelo descarte de embalagens de produtos industrializados, principalmente plástico e metal, que não se deterioram em pouco tempo e permanecem no meio ambiente durante anos, tornando-se um problema aos povos tradicionais e à vida aquática. As alterações causadas nos modos de vida dos povos extrativistas criaram uma dependência de mercadorias industrializadas, levando cada vez mais resíduos para as comunidades.

A falta de percepção sobre os impactos negativos que afetam as populações pode estar associada ao "analfabetismo ambiental", como definiu Dias (1992), referindo-se ao pouco conhecimento da sociedade sobre as consequências da degradação do meio ambiente que prejudica a saúde de todos os seres.

A baixa escolaridade é outro fator que impede o desenvolvimento das comunidades que necessitam de lideranças com conhecimento básico sobre políticas públicas para a proteção do meio ambiente e preparo para o exercício da cidadania. A Educação Ambiental (EA) é uma ferramenta norteadora nos projetos de gestão pública, pois permite aos povos tradicionais o conhecimento necessário dos benefícios trazidos por este instrumento.

É neste cenário que a EA deve ser aplicada como um instrumento importante no processo de mudança de hábitos, no qual cada cidadão é levado a uma reflexão crítica referente aos impactos da ação antrópica sobre os recursos hídricos e a agir de forma individual e coletiva.

Por estes motivos, é necessário elaborar métodos permanentes de EA com ações práticas capazes de transformar os atores sociais em pessoas sensíveis aos problemas e engajadas na busca de soluções simples e eficazes.

O estudo foi desenvolvido nas comunidades extrativistas denominadas Itaquera e Xixuaú, que fazem parte do município de Rorainópolis, Sul de Roraima. São comunidades banhadas pelo rio Jauaperi, o qual é um afluente do rio Negro e compõe a Bacia Hidrográfica da Amazônia, a maior do mundo. Por ser um divisor natural entre dois estados brasileiros, Roraima e Amazonas, o Jauaperi é considerado um rio federal e está sob a responsabilidade da União (BRASIL, 2020). A região também faz parte da última Unidade de Conservação Federal constituída na Amazônia, denominada Reserva Extrativista (Resex) do baixo rio Branco-Jauaperi, criada pelo Decreto Federal Nº 9.401/2018 (BRASIL, 2018).

A metodologia da pesquisa é de natureza aplicada, com objetivo descritivo e explicativo. Assim, este estudo evidencia a ausência de serviço de manejo de resíduos sólidos, a qual pode ser geradora de vulnerabilidade na vida da população ribeirinha, e a falta de educação ambiental como instrumento para promoção da saúde, elevando a capacidade dos povos tradicionais de buscar parcerias para a conservação da Bacia do rio Jauaperi e ter seus direitos garantidos para acesso a água de qualidade.

A pesquisa foi realizada para oferecer uma ferramenta técnica para orientar e transformar a relação local com o meio ambiente através do conhecimento. Trata-se de um Manual de Educação Ambiental com conceitos de gestão participativa e de sustentabilidade, responsabilidade compartilhada, legislação referente a recursos hídricos, meio ambiente, gestão de resíduos sólidos, como também propostas de ações ambientais educativas. O produto tem como público-alvo os técnicos do setor público, lideranças ribeirinhas, professores e agentes de saúde. O material pode ser usado para auxiliar os educadores nas oficinas de capacitação, e contribuir com o aprendizado e o fortalecimento dos atores sociais.

DOI: 10.51189/vii-coninters/91165

2 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia adotada estruturou-se em etapas pré-campo e de campo para mapear o descarte de resíduos e os tipos de ações de educação ambiental nas vilas Itaquera e Xixuaú, articulada com o levantamento institucional prévio e a coleta de dados narrativos e empíricos diretamente com as comunidades locais.

A pesquisa de caráter qualitativo buscou compreender o cenário social e ambiental das comunidades e aprofundar o conhecimento da percepção dos participantes ante um contexto natural e relacional da realidade que os rodeiam, com base em suas experiências, opiniões e significados, de modo a exprimir suas subjetividades (SAMPIERI, COLLADO; LÚCIO, 2013).

A etapa secundária do estudo ocorreu por meio de artigos, periódicos, livros e sites sobre legislações referentes aos recursos hídricos, resíduos sólidos, e à educação ambiental. As informações sobre as Doenças de Transmissão Hídrica no estado de Roraima foram obtidas de relatórios do departamento de epidemiologia da secretaria estadual de saúde publicados na internet.

Para a descrição dos principais aspectos ambientais da área de estudo, foi realizada uma visita de campo, entre os dias 9 e 14 de março de 2023. Nessa etapa houve a necessidade da observação da paisagem, do solo, do rio, e do modo de vida dos ribeirinhos, como também do registro fotográfico para compor a pesquisa. A viagem até as vilas Itaquera e Xixuaú ocorreu durante o final da vazante, quando foi possível a descrição dos principais aspectos sanitários locais e o contato direto do ribeirinho com a água.

Para coleta de informações socioambientais e de saneamento, foram realizadas entrevistas estruturadas, por meio de um formulário com perguntas predeterminadas, com pessoas selecionadas, e também entrevistas não estruturadas com perguntas abertas e respondidas dentro de uma conversação informal. De acordo com Gil (2011), a entrevista informal só se distingue da simples conversação porque tem como objetivo básico a coleta de dados. É recomendado nos estudos exploratórios que visam abordar realidades pouco conhecidas pelo pesquisador, ou oferecer uma visão aproximada do problema pesquisado.

Considerando uma população estimada em 150 habitantes no conjunto das duas vilas, a pesquisa foi por amostragem estratificada, com 20% dos respondentes adultos de cada comunidade, sendo 10 participantes da Vila Itaquera e 6 participantes de Xixuaú. A escolha dos sujeitos na pesquisa qualitativa passou por um processo de seleção de amostra, que atendeu plenamente a representatividade da população ribeirinha. Foram selecionadas pessoas acima de 18 anos, homens e mulheres, lideranças comunitárias, extrativistas, agricultores e funcionários públicos que trabalham nas áreas de educação e saúde. Para Bauer e AArts (2002), uma amostragem representativa, contribui para que os pesquisadores tenham uma melhor descrição possível de uma população, mesmo pesquisando apenas parte dela.

Nessa segunda fase do estudo primário, as entrevistas aconteceriam de forma presencial. Contudo, entre os meses de outubro e dezembro de 2023, quando estava programada a viagem ao baixo rio Jauaperi, não havia navegabilidade, pois nesse período a estiagem, associada ao fenômeno El Niño, fez o nível do rio baixar muito, o que impediu as embarcações de pequeno e médio portes navegarem pela região.

Como alternativa, as entrevistas foram conduzidas de forma remota, por meio do canal WhatsApp®. Em estudo conduzido por Schmidt, Palazzi e Piccinini (2020), os autores consideram que tal aplicativo potencializa a oportunidade de realizar entrevista *on-line*, de forma que os participantes fiquem mais à vontade em responder as perguntas pela conveniência e conforto de estar em sua própria moradia.

Após o aceite dos ribeirinhos, o roteiro de perguntas foi disponibilizado previamente para que pudessem se familiarizar com os questionamentos socioambientais. Cada participante respondeu sobre suas impressões referentes aos temas abordados.

Na área do saneamento procurou-se saber a origem da água consumida pelos comunitários, a forma como fazem a limpeza da água para consumo, a destinação da água suja

e a destinação final dos resíduos sólidos gerados. A última parte do questionário corresponde à saúde pública, com perguntas diretas sobre os tipos de doenças hídricas mais comuns.

No contexto das comunidades selecionadas para o estudo, levou-se em consideração o acesso aos polos comerciais da região, como os municípios de Moura e Barcelos (AM). Percebeu-se que, quanto mais próximo dos núcleos urbanos, maior é o consumo de produtos industrializados e maior a produção de resíduos. Observou-se que, depois da utilização desses produtos, grande parte dos recicláveis é descartado incorretamente no meio ambiente.

O estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa, da Plataforma Brasil, por envolver contatos com os comunitários e agentes públicos. A importância desse procedimento tem a finalidade de garantir a integridade e a dignidade de todos os envolvidos no trabalho científico. Após a fase de entrevistas estruturadas, as respostas foram analisadas, interpretadas e compiladas para a elaboração dos gráficos que mostram a ocorrência de cada indicativo do formulário aplicado e seus respectivos valores apurados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo revelou que 100% dos entrevistados não possuem acesso a serviços de coleta de lixo. Pelo levantamento de dados secundários, a prefeitura de Rorainópolis ainda não executou o seu Plano Municipal de Resíduos Sólidos (PMRS), conforme a Lei Federal n° 12.305/2010, que trata da Política Nacional de Resíduos Sólidos e tem como objetivo subsidiar o planejamento e a gestão de resíduos em todas as esferas de governo (BRASIL, 2010). É um importante instrumento de política pública em benefício das comunidades tradicionais, que carecem de apoio técnico, operacional e educativo para o reuso e a reciclagem de resíduos.

A ausência total de serviço de coleta pública formal ou seletiva na calha do rio Jauaperi condiciona os moradores a adotarem estratégias locais de destinação de resíduos recorrendo à queima ou ao descarte próximo ao leito do rio.

Os dados obtidos em campo revelaram que a composição dos resíduos sólidos gerados pelas comunidades ribeirinhas, engloba itens industrializados inseridos pelo comércio local. Os tipos de resíduos mais comuns gerados diariamente nas duas comunidades são o plástico de uso único e latas de alumínio. Os respondentes disseram ainda que o vidro, o papel e o papelão também são resíduos descartados, mas em menor volume.

Sobre a destinação dos resíduos domésticos, conforme o Gráfico 1, a maioria dos respondentes de Itaquera (80%) disse que queima, e 20% afirmaram que reutilizam as embalagens. Já em Xixuaú, 90% queimam, e apenas 10% aproveitam parte dos recicláveis.

Gráfico 01 – Resposta sobre a destinação dos resíduos nas comunidades

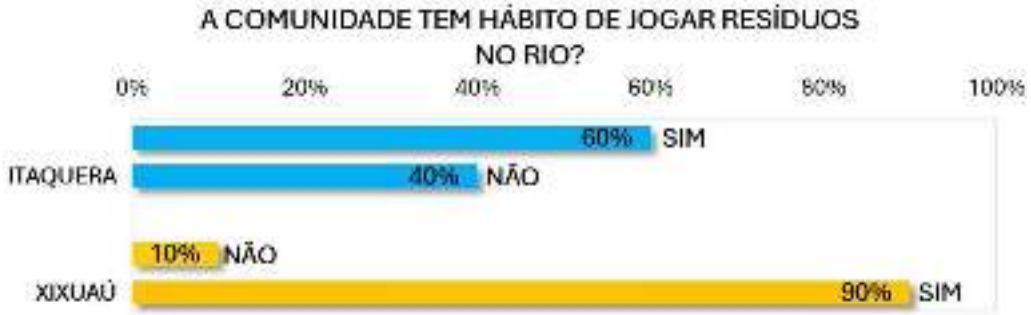
Fonte: a autora/2024

DOI: 10.51189/vii-coninters/91165

A queima de plásticos gera um problema secundário de saúde pública e contaminação atmosférica. Isso ocorre pela falta de alternativas disponíveis para a coleta desse material e pela ausência de conhecimento sobre os efeitos das emissões de poluentes para atmosfera e que prejudicam a saúde humana. Nessa mesma direção, Silva Filho, Lopes e Souza (2021), em estudo similar em áreas ribeirinhas do município de Caracaraí (RR), apontam consequências sérias quando existem componentes plásticos durante a queima. Segundo os autores, determinados plásticos, como policloreto de vinil (PVC), quando são queimados, liberam furanos e dioxinas, que são composições gasosas cancerígenas.

Ao ser questionada sobre o hábito de jogar lixo no rio (Gráfico 02), a comunidade participante das duas vilas condenou tal prática, porém afirmou que não tem outra alternativa e que é costume os moradores descartarem resíduos nas margens do rio.

Gráfico 02 – Resposta sobre o hábito de jogar resíduos no rio



Fonte: a autora, 2024.

Em Itaquera 60% responderam que a comunidade tem o hábito de jogar lixo no rio, enquanto quase a metade (40%) disse não ter esse hábito. Em Xixuaú 90% responderam que a comunidade tem o costume de jogar lixo no manancial e apenas 10% disseram que não jogam.

Essa diferença entre as duas vilas pode ser explicada pelas ações de Educação Ambiental em Itaquera introduzidas pela Organização da Sociedade Civil de Interesse Privado – OSCIP, denominada "Doutores das Águas". A equipe da OSCIP visita anualmente Itaquera e realiza atividades socioambientais para estimular boas práticas sustentáveis. São ações educativas como estas que podem transformar e formar cidadãos mais conscientes.

No questionamento sobre água para consumo, a maioria dos ribeirinhos de Itaquera (80%) responderam que o abastecimento de água é direto do rio Jauaperi, já os outros 20% afirmaram que a água que consomem vem do poço construído pela Fundação Nacional de Saúde (Funasa). Sobre o tratamento da água, 80% afirmaram que utilizam hipoclorito ou cloro, que são produtos recomendados no tratamento domiciliar para desinfecção da água. 10% responderam que apenas fervem a água e outros 10% consomem água do rio sem qualquer tratamento.

Na vila Xixuaú, 100% dos ribeirinhos afirmaram que o abastecimento de água é direto do rio Jauaperi e parte dos respondentes (66%), afirmaram usar hipoclorito na desinfecção da água, 34% disseram que consomem água do rio sem tratamento.

Na percepção dos ribeirinhos, o acúmulo de lixo nas margens do rio e a falta de tratamento de água, podem estar associados aos problemas de saúde (Gráfico 3).

DOI: 10.51189/vii-coninters/91165

Gráfico 03 – Resultado sobre doenças hídricas

Fonte: a autora, 2024.

Nos dados acima, 100% dos respondentes das duas comunidades afirmaram que a diarreia é a doença mais comum e que afeta, principalmente, as crianças. De acordo com o perfil socioeconômico dos participantes das vilas pesquisadas, a maioria dos filhos têm idade entre 1 e 10 anos. O Fundo das Nações Unidas para a Infância divulgou que milhões de crianças no Brasil vão para as escolas sem água potável. 3,5 milhões de crianças e adolescentes estão privadas do acesso a água segura (3,5%) – ou seja, vivem em casas com água de poço ou do rio, sem tratamento (UNICEF, 2020).

4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, é possível afirmar que os povos tradicionais do rio Jauaperi, enfrentam desafios significativos relacionados aos aspectos sociais, econômicos, de infraestrutura sanitária básica, serviços de saúde, água tratada para consumo, e à poluição do rio Jauaperi. A ausência de políticas públicas para resíduos sólidos na região obriga os ribeirinhos a descartar os resíduos na margem do rio ou queimar os materiais, sendo a maioria reciclável. O mal hábito provoca alterações na paisagem fluvial e impacta a fauna aquática, fatores que podem ser prejudiciais às condições hídricas do rio Jauaperi. "Os ecossistemas aquáticos continentais e os ecossistemas marinhos estão sendo amplamente alterados em sua estrutura e função, em razão do crescimento e das demandas da população humana" (TUNDISI, 2013, p. 242).

Na concepção de Duarte (2023) já é consenso que a maioria dos municípios pequenos não conseguirá promover isoladamente uma gestão e gerenciamento eficiente de resíduos sólidos, devido ao déficit técnico e de recursos financeiros. Nesse sentido é necessário o fortalecimento de parcerias institucionais para planejar ações voltadas para a economia circular, manejo sustentável de residuos, proteção do meio ambiente e educação ambiental.

A atuação dos gestores municipais na implementação do PMRS é fundamental para expandir as soluções tecnológicas direcionadas às comunidades ribeirinhas. Paralelo a isso, é fundamental a capacitação de agentes públicos e de lideranças comunitárias para desenvolverem práticas sustentáveis, por meio da educação ambiental, especialmente quando há intenção de solucionar o problema com responsabilidade compartilhada.

Nesse contexto, a pesquisa poderá contribuir com a gestão dos recursos hídricos, por meio do Manual de Educação Ambiental destinado para as comunidades ribeirinhas da Amazônia. É o produto final deste estudo científico, no formato digital, de 57 páginas, estruturado em 19 capítulos com textos e ilustrações. O conteúdo foi desenvolvido para subsidiar ações de educação ambiental e de capacitação sobre políticas públicas de saneamento, gestão de recursos hídricos, de resíduos sólidos, e de meio ambiente. O material oferece conceitos, modelos de atividades, roteiros para projetos e técnicas de mobilização comunitária.

Espera-se que esse estudo possa servir de suporte para novas experiências em outras comunidades ribeirinhas e, assim, fomentar a disseminação de práticas sustentáveis, haja vista, que as propostas do Manual são atividades que se encaixam em um contexto local que poderá

estimular os povos tradicionais ao exercício de cidadania através do conhecimento e ações que resultem em melhorias na qualidade hídrica e de vida.

REFERÊNCIAS

BAUER, M. W.; AARTS, B. A. Construção do Corpus: Um princípio para a coleta de dados qualitativos. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa Qualitativa com Texto, Imagem e Som**: Um Manual Prático. Petrópolis: Vozes, 2002.

BRASIL. Lei nº 12.305, 2 de agosto de 2010. Dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm. Acesso em: 01 mar. 2022.

BRASIL. Decreto nº 9.401, de 5 de junho de 2018. Cria a Reserva Extrativista Baixo Rio Branco-Jauaperi, localizada nos Municípios de Rorainópolis e Novo Airão, nos Estados de Roraima e do Amazonas. **Diário Oficial** da União: seção 1, nº 107, Brasília, DF, 2 p, 6 de junho de 2018.

BRASIL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA. 2020. **Rios**. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/quem-regula/rios. Acesso em: 28 nov. 2022.

DIAS, G. F. **Educação Ambiental: princípios e práticas**. São Paulo: editora Gaia, 1a. ed., 1992. 212 p.

DUARTE, P. A. Potencialidades e Desafios dos Consórcios Intermunicipais de Resíduos Sólidos. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada- IPEA. **Boletim** regional, urbano e ambiental. 29, jan-jun. 2023.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6ª edição. São Paulo: Atlas, 2011. 200 p.

PEDROSA, V. A. **Gestão de Conflitos**. Construindo Pactos pelo Uso da Água. Agência Nacional de Águas. 3ª Edição, 2021. Disponível em: Ebook_Conflito-Livro_Valmir_3_Edicao_19_OUT_2021.pdf. Acesso em: 30 mai. 2023.

SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. P. B. **Metodologia de Pesquisa**. 5ª edição. Porto Alegre (RS): Penso, 2013. 624 p.

SCHMIDT, B.; PALAZZI, A.; PICCININI, C. A. Entrevistas on-line: potencialidades e desafios para coleta de dados no contexto da pandemia de COVID-19. **Revista** REFACS, Uberaba, MG, v. 8, n. 4. 2020. p. 960-966.

SILVA FILHO, P. A.; LOPES, S. L.; SOUZA, V. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos em Comunidades Ribeirinhas da Amazonia Brasileira** – Caracaraí/RR. In. 4º Congresso Sul-Americano de Resíduos Sólidos e Sustentabilidade. Gramado - RS. 2021. p.10. Disponível em: https://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2021/IV-022.pdf. Acesso em: 13 fev. 2024.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2013. p. 01-632.

UNICEF. Fundo das Nações Unidas para a Infância. Água, Saneamento e Higiene, 2020. Disponível em: https://www.unicef.org/brazil/agua-saneamento-e-higiene. Acesso em:18 fev. 2024.

DOI: 10.51189/vii-coninters/91165

AVALIAÇÃO DE VIGOR DE SEMENTE DE MORINGA OLEIFERA LAM POR MEIO DO PROCESSAMENTO DIGITAL DE IMAGENS

JULIO CESAR LIMA DA SILVA; FRANCISCO EDUARDO SILVA DA HORA

RESUMO

A incorporação de novas tecnologias ao setor de sementes tem se intensificado nos últimos anos, impulsionada pela necessidade de desenvolver métodos mais rápidos, objetivos e precisos para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes. Nesse contexto, o processamento digital de imagens associado ao uso de softwares de acesso livre apresenta-se como uma alternativa promissora para complementar os testes convencionais empregados na análise da viabilidade e do vigor de sementes. Diante disso, o presente estudo teve como objetivo avaliar a eficiência do software de acesso livre ImageJ® na determinação do vigor de diferentes lotes de sementes de *Moringa oleifera* Lam., utilizando-o como ferramenta complementar aos métodos tradicionalmente empregados na avaliação da qualidade fisiológica. Foram avaliados sete lotes de sementes, considerando as seguintes variáveis: teor de umidade, porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), massa seca de plântulas, porcentagem de emergência, índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado e comprimento de plântulas. Para a análise do comprimento das plântulas, foram mensuradas, por meio do ImageJ®, as estruturas correspondentes à raiz e à parte aérea, permitindo a obtenção do comprimento total das plântulas. O experimento foi conduzido sob delineamento inteiramente casualizado (DIC), utilizando-se quatro repetições de 25 sementes por lote. Os resultados demonstraram que o processamento digital de imagens possibilitou a mensuração objetiva do crescimento das plântulas, apresentando potencial para discriminar diferenças de vigor entre os lotes avaliados. O ImageJ® mostrou-se particularmente eficiente na determinação do comprimento de raiz e parte aérea, possibilitando maior agilidade e precisão na obtenção das medidas em comparação com avaliações exclusivamente visuais ou manuais. Dessa forma, o software apresentou-se como uma ferramenta complementar viável para a caracterização do vigor fisiológico de sementes de *M. oleifera*, sobretudo quando associado aos testes tradicionais de qualidade. A utilização dessa abordagem pode contribuir para a modernização dos procedimentos de análise de sementes, favorecendo maior padronização, reprodutibilidade e confiabilidade dos resultados obtidos.

Palavras-chave: Qualidade fisiológica; Análise computacional; Plântulas.

1 INTRODUÇÃO

A Moringa oleifera Lam. tem adquirido crescente relevância nos cenários nacional e internacional em razão de sua ampla versatilidade, elevada capacidade de adaptação e relativo baixo custo de produção. Trata-se de uma espécie arbórea de importância socioeconômica e ambiental, especialmente para regiões de clima semiárido, como o Nordeste brasileiro. Sua utilização abrange diferentes setores, destacando-se a alimentação humana e animal, a produção de óleo extraídos das sementes, aplicações medicinais, processos industriais e a utilização potencial como matéria-prima para biocombustíveis (RANGEL, 1999).

A sua rusticidade e capacidade de adaptação possibilitam seu cultivo em diferentes condições edafoclimáticas, inclusive em ambientes caracterizados por restrições hídricas. Além disso, a *M. oleifera* apresenta potencial para utilização no tratamento de águas, devido à presença de compostos encontrados nas sementes, as quais são capazes de atuar como coagulantes naturais, contribuindo para a remoção de partículas em suspensão e para a

DOI: 10.51189/vii-coninters/91171

clarificação da água. Essa característica assume particular importância em comunidades que apresentam limitações de acesso à água potável, sobretudo em regiões onde os recursos hídricos podem apresentar elevada turbidez e presença de microrganismos, especialmente durante períodos chuvosos (PATERNIANI et al., 2009).

Diante da expansão das possibilidades de utilização da espécie, torna-se fundamental o desenvolvimento de conhecimentos relacionados à sua produção e à qualidade das sementes. A determinação da maturidade fisiológica constitui um aspecto relevante para estabelecer o momento adequado de colheita, uma vez que o estádio de desenvolvimento das sementes influencia diretamente seu potencial fisiológico e sua capacidade de estabelecimento (AGUSTINI, 2015). Nesse contexto, a avaliação da qualidade das sementes assume papel estratégico, principalmente por permitir a identificação de diferenças existentes entre lotes.

A qualidade fisiológica das sementes está relacionada a atributos que determinam sua capacidade de germinar, emergir e originar plântulas normais sob diferentes condições ambientais. Entre os principais componentes da qualidade destacam-se os aspectos genéticos, físicos, sanitários e fisiológicos (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Nesse sentido, os testes de vigor constituem importantes ferramentas para complementar o teste de germinação, possibilitando maior discriminação do potencial fisiológico dos lotes e contribuindo para a identificação daqueles com menor desempenho e maior risco de estabelecimento inadequado em campo (NORONHA, 2014).

Paralelamente ao desenvolvimento de novas tecnologias, métodos baseados no processamento digital de imagens têm sido incorporados à análise de sementes como alternativas aos procedimentos convencionais. Essas ferramentas permitem realizar avaliações de forma mais objetiva, rápida e padronizada, especialmente na mensuração de características morfológicas de plântulas relacionadas ao vigor. Entre essas tecnologias, destaca-se o software de acesso livre ImageJ®, que possibilita a análise computadorizada de imagens e a obtenção de medidas como comprimento de raízes e parte aérea, contribuindo para uma avaliação mais precisa do desenvolvimento inicial das plântulas.

Assim, a utilização de ferramentas digitais apresenta potencial para aprimorar a análise da qualidade fisiológica das sementes, reduzindo a subjetividade das avaliações manuais e favorecendo a diferenciação entre lotes. Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o vigor de sementes de *Moringa oleifera Lam*. por meio do processamento digital de imagens utilizando software de acesso livre e para complementar a análise, utilização dos testes tradicionais de avaliação da qualidade fisiológica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Grupo de Estudos em Tecnologia de Sementes (GETSEM) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), localizado na Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ), município de Macaíba/ RN. Foram avaliados sete lotes de sementes de *Moringa oleifera Lam*., provenientes de frutos coletados manualmente em árvores matrizes isoladas. Cada lote foi constituído por sementes provenientes de cinco árvores matrizes selecionadas aleatoriamente, totalizando 35 árvores. Após a coleta, os frutos foram encaminhados ao laboratório para beneficiamento, com retirada manual das alas das sementes. Posteriormente, as sementes foram acondicionadas em sacos de papel kraft e mantidas em condições laboratoriais até a realização das avaliações.

O teor de água foi determinado pelo método da estufa a 105 ± 3 °C durante 24 h, utilizando-se duas repetições de 15 sementes por lote. A qualidade fisiológica foi avaliada por meio dos testes de germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IVG), massa seca de plântulas, emergência, índice de velocidade de emergência (IVE) e envelhecimento acelerado tradicional.

DOI: 10.51189/vii-coninters/91171

O teste de germinação foi conduzido com quatro repetições de 25 sementes, distribuídas em rolos de papel Germitest®, umedecidos com água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos e mantidos em germinador tipo B.O.D. a 30 °C durante 12 dias. A primeira contagem foi realizada no sétimo dia e a avaliação final no décimo segundo dia, considerando-se a porcentagem de plântulas normais, conforme recomendações de Bezerra et al. (2004). O IVG foi calculado segundo Maguire (1962), mediante contagens diárias das sementes que apresentaram emissão de raiz primária ≥ 1 mm.

Para determinação da massa seca, quatro repetições de dez plântulas foram acondicionadas em sacos de papel e submetidas à secagem em estufa a 105 °C por 24 h. Após resfriamento, as amostras foram pesadas em balança de precisão de 0,001 g, conforme Nakagawa (1999). O teste de emergência foi realizado em casa de vegetação, utilizando-se quatro repetições de 25 sementes distribuídas em bandejas contendo areia fina lavada. A porcentagem de emergência foi determinada aos 14 dias, enquanto o IVE foi calculado a partir de contagens diárias das plântulas emergidas, conforme Maguire (1962).

O envelhecimento acelerado tradicional foi realizado pelo método de uma camada de sementes, distribuídas sobre tela metálica em caixas Gerbox® contendo 40 mL de água destilada. As caixas foram mantidas a 40 °C durante 72 h em germinador B.O.D., conforme Medeiros (2015). Após esse período, foram determinados o teor de água e a porcentagem de germinação, com avaliação final aos oito dias.

A análise computadorizada de imagens foi realizada utilizando-se o software livre ImageJ®. Foram avaliadas dez plântulas por repetição, provenientes dos testes de germinação e envelhecimento acelerado, aos oito e 12 dias após a instalação. As plântulas foram transferidas para uma superfície de EVA azul, contendo células individualizadas, e fotografadas com smartphone. As imagens foram posteriormente transferidas para computador, organizadas por lote e repetição e submetidas à análise no ImageJ®, após calibração do sistema, para determinação do comprimento das plântulas, considerando-se raiz e parte aérea. Os resultados foram registrados em arquivos eletrônicos para posterior análise.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições por lote. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando constatada significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, 5% de probabilidade. Para os dados expressos em porcentagem, utilizou-se a transformação arco seno da raiz quadrada de x/100, sendo os resultados apresentados nas tabelas na escala original. As análises estatísticas foram realizadas no software estatístico R.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização do software ImageJ® mostrou-se uma ferramenta eficiente e ágil para a avaliação do vigor dos lotes de sementes de moringa, permitindo a diferenciação do desempenho fisiológico dos materiais por meio do processamento e da análise digital de imagens. A aplicação dessa metodologia possibilitou a obtenção de parâmetros de forma objetiva e padronizada, contribuindo para maior precisão na caracterização do vigor das sementes, corroborado pelos testes tradicionais de laboratórios de sementes.

A tabela a seguir apresenta a análise comparando os diversos lotes.

DOI: 10.51189/vii-coninters/91171

Tabela 1 – Caracterização da qualidade fisiológica e vigor das sementes de Moringa

LOTES	U	G%	IVG	E%	IVE	PC	G 8 DIAS	G 12 DIAS	ENV 8 DIAS	ENV 12 DIAS	MS (%)
1	2.45c	77,00a	3.62a	86,00a	3.47c	1,00d	13.25c	15.67b	8.61c	11.37b	39,00a
2	2.41c	78,00a	3.35b	82,00b	3.51b	3.50a	12.77d	14.00c	7.61d	9.57d	37,00a
3	2.68b	50,00d	2.21d	39,00d	1.66d	1.50c	12.27d	10.86d	8.30c	10.17c	27,00c
4	2.46c	70,00b	3.11b	73,00c	2.98d	2.75b	12.43d	14.02c	7.77d	9.21d	30,00b
5	3.11a	56,00d	2.18d	88,00a	4.25a	0.75d	20.46a	21.00a	14.24a	13.69a	25,00d
6	3.68a	64,00c	2.33c	90,00a	3.75b	2.25b	14.86b	14.18c	10.49b	10.67c	27,00c
7	3.08a	61,00c	2.18d	77,00c	3.40c	2.25b	15.00b	15.95b	8.10c	8.60d	33,00b
C.V	17%	16%	23%	25%	17%	48%	19%	20%	25%	16%	19%

Nota: U = grau deumidade das sementes; G% = germinação; IVG = índice de velocidade de germinação; E% = emergência; IVE = índice de velocidade de emergência; PC = primeira contagem de germinação; G 8 dias = germinação aos 8 dias; G 12 dias = germinação aos 12 dias; ENV 8 dias = comprimento do envelope/plântula aos 8 dias; ENV 12 dias = comprimento aos 12 dias; MS = massa seca; C.V. = coeficiente de variação. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de comparação Tukey a 5% de probabilidade.

A análise da tabela evidenciou diferenças no desempenho fisiológico entre os sete lotes de sementes de moringa. O lote 1 apresentou desempenho mais equilibrado, destacando-se pelo maior índice de velocidade de germinação (3,62), elevado percentual de germinação (77%), emergência de 86% e maior teor de massa seca (39%). Por sua vez, o lote 5 apresentou maior destaque nos parâmetros relacionados ao vigor de emergência e ao desenvolvimento inicial das plântulas, com o maior índice de velocidade de emergência (4,25) e os maiores valores de germinação e desenvolvimento aos 8 e 12 dias. Apesar disso, esse lote apresentou menor germinação final (56%) e menor acúmulo de massa seca (25%), indicando que seu desempenho superior em determinados testes não se estendeu a todos os atributos fisiológicos avaliados.

Portanto, a avaliação do vigor das sementes de moringa deve ser realizada de forma conjunta, uma vez que diferentes testes podem responder a aspectos distintos da qualidade fisiológica. Nesse contexto, o lote 5 destacou-se quanto à velocidade de emergência e ao crescimento inicial, enquanto o lote 1 apresentou maior equilíbrio entre germinação, velocidade de germinação, emergência e acúmulo de massa seca. Os lotes 3 e 7, por outro lado, apresentaram desempenho inferior em diversos parâmetros, com destaque para o lote 3, que apresentou os menores valores de germinação (50%), emergência (39%) e índice de velocidade de emergência (1,66), caracterizando menor desempenho fisiológico.

Comparando a análises com outros tipos de sementes, software de imagens mostrou-se seguro e eficiente durante a análise de imagem para mensuração do vigor em sementes de tomate, aliado, aos testes tradicionais (SILVA, NICOLAU, PEREIRA, 2023).

4 CONCLUSÃO

A utilização do software digital Imagej® durante mostrou-se eficiente e ágil na análise e distinção do vigor dos lotes de sementes de moringa estudados, por meio do processamento

digital de imagens. O lote 5 mostrou-se como o de melhor desempenho nos parâmetros de vigor quando comparado aos demais.

REFERÊNCIAS

AGUSTINI, Márcia Bartolomeu; WENDT, Letícia; PAULUS, Cristiane; MALAVASI, Marlene de Matos; GUSATTO, Fabiane Cristina. Maturidade fisiológica de sementes de *Moringa oleifera* (Lam). ***Revista Inova Ciência & Tecnologia / Innovative Science & Technology Journal***, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 11-17, 2015. Disponível em: https://periodicos.iftm.edu.br/index.php/inova/article/view/4. Acesso em: 15 set. 2026.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. ***Regras para análise de sementes***. Brasília, DF: MAPA/ACS, 2009. 398 p.

CALDEIRA, Carla Massimo; CARVALHO, Maria Laene Moreira de; OLIVEIRA, João Almir; COELHO, Stefânia Vilas Boas; KATAOKA, Verônica Yumi. Vigor de sementes de girassol pela análise computadorizada de plântulas. ***Científica***, Dracena, v. 42, n. 4, p. 346-353, 2014. DOI: 10.15361/1984-5529.2014v42n4p346-353. Disponível em: https://cientifica.dracena.unesp.br/index.php/cientifica/article/view/556. Acesso em: 15 set. 2026.

FELIX, Francival Cardoso; CASTRO, Maria Luiza de Lima; SOUZA, Wendy Mattos Andrade Teixeira de; FERRARI, Cibele dos Santos; PACHECO, Mauro Vasconcelos. **Biometria de sementes de espécies florestais da Caatinga por meio da análise de imagens**. *Informativo ABRATES*, v. 28, n. 1, p. 46-50, 2018.

FERREIRA, Adriana dos Santos; DEMARTELAERE, Andréa Celina Ferreira; PEREIRA, Márcio Dias; PRESTON, Hailson Alves Ferreira; FEITOSA, Selma dos Santos; MEDEIROS, José George Ferreira; PÁDUA, Guilherme Vinicius Gonçalves de; MEDEIROS, Maria Luiza de Souza. **Inteligência artificial como método complementar na avaliação da qualidade fisiológica em sementes de *Leucaena leucocephala* (Lam.)** Wit. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 8, p. 63157-63172, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n8-665. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/15803. Acesso em: 15 set. 2026.

GUEDES, Roberta Sales; ALVES, Edna Ursulino; GONÇALVES, Edilma Pereira; VIANA, Jeandson Silva; BRUNO, Riselane de Lucena Alcântara; COLARES, Pedro Nóbrega Quintas. Resposta fisiológica de sementes de *Erythrina velutina* Willd. ao envelhecimento acelerado. ***Semina: Ciências Agrárias***, Londrina, v. 30, n. 2, p. 323-330, 2009. DOI: 10.5433/1679-0359.2009v30n2p323.

GUEDES, Roberta Sales; ALVES, Edna Ursulino; SANTOS-MOURA, Sueli da Silva; GALINDO, Evio Alves. Teste de comprimento de plântula na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. ***Semina: Ciências Agrárias***, Londrina, v. 36, n. 4, p. 2373-2381, 2015. DOI: 10.5433/1679-0359.2015v36n4p2373.

MEDEIROS, M. L. S. ***Testes para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de Moringa oleifera Lam***. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2015.

NORONHA, Bruno Gomes; PEREIRA, Márcio Dias; MEDEIROS, André Dantas de. **Incremento de área em sementes de moringa durante a embebição por meio da análise de imagens.** *Ciência*

Florestal, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 221-232, 2019. DOI: 10.5902/1980509827289. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cflo/a/Kh4XkwKZ65PxjSZJxX9Z3PN/. Acesso em: 15 set. 2026.

SOUSA, Adalberto Hipólito de; RIBEIRO, Maria Clarete Cardoso; MENDES, Victor Hugo de Carvalho; MARACAJÁ, Patrício Borges; COSTA, Daniel Medeiros da. Profundidades e posições de semeadura na emergência e no desenvolvimento de plântulas de moringa. ***Revista Caatinga***, Mossoró, v. 20, n. 4, p. 56-60, 2007.

SILVA, Julio Cesar Lima da; PEREIRA, Márcio Dias; NICOLAU, Josefa Patrícia Balduino. **Avaliação do vigor fisiológico de sementes de tomates por meio da análise de imagem digital**. *Meio Ambiente (Brasil)*, v. 5, n. 4, 2023. Disponível em: https://meioambientebrasil.com.br/index.php/MABRA/article/view/405. Acesso em: 15 set. 2026.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

THE SUSTAINABILITY PERFORMANCE OF BRAZILIAN VOLCANIC COFFEE SYSTEMS: EVIDENCE FROM SOCIAL, ECONOMIC, AND ENVIRONMENTAL INDICATORS

EDUARDO CARVALHO DIAS; LUIZ FELIPE RAMOS TURCI; ADRIANA MARIA IMPERADOR; VALDIR RIBEIRO CORREIA

Introduction: Developing indicators to assess sustainability is an important evaluation tool, provided that the indicators are linked to the relevant concepts and principles. This enables sustainable development trends to be evaluated and monitored, and the targets to be set to enhance coffee production systems. The Coffee Production Sustainable Curriculum (CSC) is a collaborative document created by organizations involved in coffee production. It serves as a reference for the implementation of responsible farming practices in coffee production. **Objectives:** The aim of this study was to collect data for a comparative socio-economic and environmental analysis using a substantial dataset. This data was then used to identify the most advanced indicators and those requiring improvement. This provides a solid foundation for decision-making and contributes to the self-regulation of a sustainable, integrated, environment-development system. The CSC is a strategic tool capable of monitoring an organization's performance and communicating performance targets. **Methodology:** This study employed an analytical methodology based on the CSC criteria. A questionnaire covering the key criteria identified by the Global Coffee Platform was applied to twenty-five producers from five communities affiliated with the Association of Volcanic Coffees of the Poços de Caldas Plateau Region in the state of Minas Gerais. Principal Component Analysis (PCA) was used to analyze the dataset. **Results:** From an economic perspective, soil amendment and fertilisation based on soil analysis stand out, demonstrating similar performance across these indicators. From a social perspective, there is a strong correlation between producers who hire workers in accordance with labor laws. The higher proportion of women is not strongly correlated with their greater presence in management roles. From an environmental perspective, the study highlights the total area of native and recovering vegetation on the properties, as well as the adoption of soil conservation practices. Producers also store pesticides properly and dispose empty containers appropriately. **Conclusion:** The data showed a significant number of producers that has adapted to the requirements of management and certification system so that they are applicable to different realities, given the diversity of coffee production systems, which vary according to climate, geographic, and socio-economic characteristics of each producing region.

Palavras-chave: **COFFEE SYSTEMS; SUSTAINABILITY INDICATORS; VOLCANIC REGION OF MINAS GERAIS**

DOI: 10.51189/vii-coninters/91189

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

A Importância da Integridade das Águas Subterrâneas na Conservação da Estigofauna

DIOGO RODRIGUES SOARES; BRENO FERREIRA DE MELO; DANIELA PINHO ROCKE; DAPHNE MUNIZ; FERNANDO MOREIRA ROSA

Introdução: As águas subterrâneas constituem a maior reserva de água doce líquida do planeta e a principal fonte de abastecimento para cerca de metade da população mundial. Historicamente tratadas como meros reservatórios geológicos, hoje se reconhece que abrigam ecossistemas dotados de vida própria, habitados pela estigofauna, organismos aquáticos subterrâneos compostos sobretudo por invertebrados, além de peixes em alguns sistemas. Adaptados à ausência de luz e à escassez de alimento, apresentam despigmentação, redução dos olhos, baixo metabolismo e elevado endemismo, o que os torna vulneráveis. Apesar de sua relevância ecológica, permanecem marginalizados nas políticas de gestão, voltadas à água como recurso, e não como habitat. **Objetivo:** Revisar a literatura nacional e internacional sobre a estigofauna e discutir a importância da integridade das águas subterrâneas para a conservação dessa biodiversidade e para a segurança hídrica. **Metodologia:** Realizou-se revisão integrativa de literatura, de abordagem qualitativa, com busca em bases científicas e documentos técnicos, priorizando publicações dos ultimos cinco anos, com análise crítica organizada em eixos temáticos. **Resultados:** A literatura demonstra que os aquíferos são ecossistemas funcionais, com cadeias tróficas truncadas dependentes do aporte externo de matéria orgânica. A estigofauna participa da ciclagem de nutrientes, da manutenção do funcionamento dos aquíferos e atua como bioindicadora da qualidade ambiental. Contudo, superexplotação, contaminação, alteração do uso do solo, intrusão salina e mudanças climáticas ameaçam esses organismos. No Brasil, apesar da riqueza de cavidades e aquíferos, o conhecimento é incipiente e a proteção legal esbarra em lacunas taxonômicas. **Conclusão:** A manutenção da integridade quantitativa, qualitativa e ecológica das águas subterrâneas é condição indispensável à conservação da estigofauna, aos serviços ecossistêmicos e à segurança hídrica. Recomenda-se ampliar inventários, desenvolver indicadores biológicos e reconhecer os aquíferos como habitat, integrando sua dimensão ecológica aos instrumentos de gestão. **Agradecimento:** O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) através do Convênio CAPES/UNESP Nº. 951420/2023. Agradece-se ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua pelo apoio técnico-científico.

Palavras-chave: **AQUÍFEROS; BIOINDICADORES; CONSERVAÇÃO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/91224

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

COMPOSTAGEM DE RESÍDUOS ORGÂNICOS COMO ESTRATÉGIA PARA A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

PAULO ANTONIO BARROS DE ALBUQUERQUE CARDOSO; ANA RICHELY TEIXEIRA LIMA; AYSLANE NASCIMENTO DA SILVA; GABRIELLY OLIVEIRA DA SILVA; MARIA ISABELLE DA SILVA TRAJANO; VINICIUS CORTEZ CASAROTO

Introdução: A crescente geração de resíduos orgânicos provenientes de atividades domésticas, comerciais e agropecuárias representa um desafio para a gestão ambiental. Nesse contexto, a compostagem constitui uma alternativa para o tratamento e reaproveitamento da matéria orgânica, possibilitando sua transformação em composto aplicável ao solo. Além de favorecer a reciclagem de nutrientes, essa prática apresenta potencial para reduzir o descarte inadequado de resíduos e contribuir para sistemas produtivos ambientalmente mais sustentáveis. **Objetivo:** Analisar, por meio da literatura, a compostagem de resíduos orgânicos como estratégia de manejo sustentável, destacando seus benefícios ambientais, sua aplicabilidade em sistemas agrícolas e fatores relacionados à eficiência de sua implementação. **Metodologia:** Realizou-se uma revisão bibliográfica de caráter descritivo, fundamentada em publicações técnico-científicas previamente selecionadas sobre compostagem, manejo de matéria orgânica e segregação de resíduos na fonte geradora. Foram analisados aspectos relacionados ao processo de decomposição, manejo do composto, utilização agrícola, sustentabilidade e fatores que interferem na implantação de sistemas de compostagem. **Resultados:** A literatura analisada demonstra que a compostagem permite o aproveitamento de resíduos orgânicos de origem vegetal e animal, convertendo-os em material passível de utilização como insumo orgânico no solo. Os estudos também apontam que a técnica apresenta relativa simplicidade operacional e possibilidade de aplicação com baixo investimento. Entretanto, sua eficiência não depende apenas do processo de decomposição, sendo influenciada pela separação adequada dos resíduos na fonte, infraestrutura disponível, acesso à informação, educação ambiental, hábitos da população e participação dos envolvidos. Dessa forma, a compostagem associa o reaproveitamento da matéria orgânica à redução do descarte inadequado e ao fortalecimento de práticas sustentáveis. **Conclusão:** A literatura evidencia que a compostagem constitui uma estratégia relevante para o gerenciamento de resíduos orgânicos e para sistemas agrícolas sustentáveis. Contudo, sua efetividade requer manejo adequado, segregação dos resíduos e ações educativas que estimulem a participação social, permitindo integrar aproveitamento de recursos, produção agrícola e conservação ambiental.

Palavras-chave: **ECONOMIA CIRCULAR; EDUCAÇÃO AMBIENTAL; MANEJO SUSTENTÁVEL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/91227

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

VIGILÂNCIA EM SAÚDE E ATENÇÃO À SAÚDE: CONTRIBUIÇÕES PARA A SUSTENTABILIDADE SOCIAL NO CONTEXTO DA SAÚDE PÚBLICA BRASILEIRA

EMANUELLY ALMEIDA

Introdução: A sustentabilidade social no campo da saúde envolve a organização de ações capazes de promover proteção, prevenção, equidade e bem-estar da população, considerando as necessidades presentes nos diferentes territórios. Nesse contexto, a vigilância em saúde desempenha papel fundamental na identificação e no monitoramento de riscos, enquanto sua articulação com a atenção à saúde favorece respostas integradas às necessidades da população. A vigilância sanitária, como componente do Sistema Único de Saúde, também contribui para a proteção da saúde por meio da prevenção e do controle de riscos relacionados a produtos, serviços e ambientes. **Objetivo:** Analisar a atuação da vigilância em saúde e sua articulação com a atenção à saúde no contexto da saúde pública brasileira, considerando suas contribuições para a sustentabilidade social. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão de literatura, realizada mediante busca nas bases Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), PubMed e SciELO, considerando publicações dos últimos cinco anos, de 2021 a 2026. Foram selecionados estudos relacionados à vigilância sanitária, vigilância em saúde, atenção à saúde e saúde pública no contexto brasileiro, procedendo-se à análise dos estudos elegíveis e à síntese dos principais achados. **Resultados:** Os estudos analisados evidenciaram que a atuação da vigilância em saúde apresenta maior potencial quando articulada à atenção à saúde, ao território e às ações intersetoriais. Foram identificados como aspectos relevantes a descentralização das ações, a análise territorial, a integração entre vigilância e atenção primária, a educação permanente dos profissionais e a participação social. Também foram identificados desafios relacionados à fragmentação das ações, à insuficiência de recursos e capacitação profissional e à necessidade de maior integração entre os diferentes níveis de atenção e setores envolvidos na proteção da saúde. **Conclusão:** A articulação entre vigilância em saúde e atenção à saúde constitui elemento relevante para o fortalecimento da saúde pública e para a sustentabilidade social, ao favorecer ações de prevenção, proteção e resposta às necessidades dos territórios. O fortalecimento do trabalho integrado, da análise territorial, da educação permanente e da participação social pode contribuir para uma atuação mais equitativa e sustentável no Sistema Único de Saúde.

Palavras-chave: **ATENÇÃO À SAÚDE; SAÚDE PÚBLICA; VIGILÂNCIA EM SAÚDE**

DOI: 10.51189/vii-coninters/91237

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

CULTIVANDO CUIDADO E SUSTENTABILIDADE: EXPERIÊNCIA EXTENSIONISTA COM CRIANÇAS NA PRIMEIRA INFÂNCIA

GABRIEL FERNANDES PEDROZA DE SOUZA; MARIANA ANDRÉ HONORATO FRANZOI

Introdução: O contato com a natureza na infância constitui uma importante estratégia para favorecer o bem-estar, a aprendizagem e o desenvolvimento de atitudes de cuidado, responsabilidade e consciência socioambiental. Nessa perspectiva, o projeto de extensão "Raízes que Conectam: Natureza, Saúde e Sustentabilidade", vinculado à Universidade de Brasília, desenvolve ações de educação ambiental com crianças na primeira infância. O projeto reúne estudantes de diferentes áreas do conhecimento, especialmente da área da saúde, e visa aproximar as crianças da natureza, estimular práticas sustentáveis, promover o cuidado com o meio ambiente, a convivência coletiva e o bem-estar. **Objetivo:** Relatar a experiência do projeto de extensão "Raízes que Conectam: Natureza, Saúde e Sustentabilidade" no desenvolvimento de ações de educação em saúde e ambiental com crianças na primeira infância. **Relato de experiência:** No primeiro semestre de 2026, foram realizadas sete oficinas vivenciais com crianças de uma instituição parceira. As atividades foram desenvolvidas de forma prática, lúdica e participativa. Inicialmente, realizou-se uma oficina de acolhimento, com brincadeiras e pintura, favorecendo a integração das crianças com a equipe. Nas oficinas seguintes, foram desenvolvidas experiências de plantio e cultivo, incluindo semeadura de alpiste e confecção de terrários com suculentas. A sensibilização ambiental foi trabalhada por meio de jogo educativo sobre coleta seletiva e de atividades com materiais naturais e reutilizáveis, articuladas à pintura, à criação artística e a brincadeiras de cultura popular. Os estudantes extensionistas participaram do planejamento, da organização, da preparação dos materiais, da execução e da avaliação das oficinas. A atuação interdisciplinar e o contato direto com as crianças exigiram criatividade e adaptação das estratégias educativas à faixa etária, favorecendo o desenvolvimento de competências de comunicação, planejamento, trabalho em equipe e educação em saúde e ambiental. **Conclusão:** As experiências possibilitaram abordar o cuidado e a responsabilidade com o meio ambiente de maneira concreta e adequada à primeira infância, estimulando curiosidade, criatividade, autonomia, interação social e vínculos com a natureza. Simultaneamente, o projeto fortaleceu a relação entre universidade e sociedade e proporcionou aos extensionistas experiências interdisciplinares de atuação comunitária, contribuindo para uma formação crítica, socialmente comprometida e orientada à promoção da saúde e da sustentabilidade socioambiental.

Palavras-chave: **EDUCAÇÃO AMBIENTAL; INFÂNCIA; SUSTENTABILIDADE**

DOI: 10.51189/vii-coninters/91261

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

COMPLIANCE: A INFLUÊNCIA DE MULHERES EXECUTIVAS NA INTEGRIDADE CORPORATIVA

ALINE PEIXOTO LOPES

Introdução: A governança corporativa e a integridade corporativa dependem cada vez mais da composição e das características das instâncias decisórias, especialmente em um cenário em que programas de compliance são fundamentais para a reputação e a sustentabilidade das empresas. Estudos demonstram que a diversidade de gênero pode influenciar padrões de supervisão, transparência e conduta ética, porém ainda persistem lacunas quanto à relação específica entre a presença de mulheres em cargos de alta liderança e em comitês de ética e os resultados práticos dos sistemas de conformidade. **Objetivo**: Compreender de que maneira a presença de mulheres em cargos de alta liderança e em comitês de ética impacta a eficácia percebida e a aplicação prática de programas de compliance. Especificamente, pretende-se verificar se a proporção de mulheres em órgãos decisórios influencia nos índices de infrações éticas, maior confiança e utilização dos canais de denúncia e maior efetividade nas investigações internas. **Metodologia**: O presente estudo realizará uma abordagem descritiva e exploratória com análise qualitativa, baseada em dados secundários, especialmente utilizando em dados públicos disponibilizados por empresas de capital aberto e órgãos reguladores, no período de 2021 a 2026. A coleta abrange relatórios de governança, registros de não conformidades e informações sobre funcionamento de canais de denúncia. Os dados foram submetidos a análise descritiva, analisando variáveis como tamanho, setor e desempenho das organizações. **Resultados**: Os achados indicam que a maior participação feminina em conselhos, diretorias e comitês de ética influenciam com menor frequência de autuações e irregularidades registradas. Observou-se também que empresas com liderança mais diversificada apresentam maior volume de denúncias recebidas e maior taxa de conclusão e resolução das apurações, sugerindo ambiente de maior confiança e acessibilidade. **Conclusão**: Conclui-se que a presença de mulheres nos espaços de decisão e supervisão contribui significativamente para a eficácia dos programas de compliance, ao fortalecer mecanismos de controle, estimular a transparência e aprimorar a resposta organizacional a desvios. Os resultados reforçam que a diversidade de gênero deve ser considerada elemento estratégico de governança, com impacto direto na qualidade da conformidade e na integridade corporativa.

Palavras-chave: **LIDERANÇA FEMININA; INTEGRIDADE CORPORATIVA; COMPLIANCE**

DOI: 10.51189/vii-coninters/91262

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

OS DESAFIOS DA ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA FEDERAL NA EXECUÇÃO DAS SANÇÕES ADMINISTRATIVAS AMBIENTAIS DO IBAMA NO COMBATE AO DESMATAMENTO ILEGAL NA AMAZÔNIA LEGAL (2012–2025)

EDSON BATISTA XAVIER; LUIS MARCELO OLIVEIRA DE ANDRADE; WELLINGTON JOSÉ DA SILVA ALVES; DAVID COSTA CORREIA SILVA; ELIZABETE MARIA DA SILVA

Introdução: o desmatamento ilegal não deve ser compreendido apenas como infração ambiental isolada, mas como expressão de uma rede mais ampla de ilegalidades, associada a conflitos fundiários, exploração econômica irregular, grilagem de terras, extração ilegal de madeira, corrupção, lavagem de capitais e economias clandestinas. Seu enfrentamento exige uma resposta estatal articulada, capaz de combinar monitoramento por satélite, fiscalização administrativa, responsabilização dos infratores, atuação do Ministério Público, decisões judiciais efetivas e políticas públicas sustentáveis. **Objetivo:** analisar o desmatamento ilegal e predatório na Amazônia Legal tipificado como um problema público de alto nível de complexidade, buscando um exame mais aprofundado do passivo, e, sob a ótica da Administração Pública Federal, analisar os desafios institucionais, burocráticos, jurídicos e operacionais relacionados à execução das sanções administrativas ambientais aplicadas por agentes do estado com poder de polícia e fiscalização como o IBAMA no período de 2012 a 2025. **Metodologia:** o estudo caracteriza-se como pesquisa aplicada, de abordagem qualitativa e quantitativa, desenvolvida por meio de revisão bibliográfica, análise documental e sistematização de dados secundários provenientes de fontes institucionais, como IBAMA, TCU, Portal da Transparência, TerraBrasilis/INPE e MapBiomas. **Resultados:** O estudo constatou que o desmatamento ilegal não deve ser tratado como infração ambiental isolada, mas como parte de uma rede de ilícitos econômicos, fundiários e criminais. Por essa razão, a fiscalização administrativa do IBAMA precisa ser compreendida como parte de uma estratégia mais ampla de governança ambiental, articulada com instituições de controle, segurança pública, sistema de justiça e políticas de desenvolvimento sustentável. **Conclusão:** Conclui-se que o enfrentamento do desmatamento ilegal e predatório depende não apenas da existência de normas e tecnologias de monitoramento, mas do fortalecimento da capacidade administrativa, da integração interinstitucional, da celeridade na execução das sanções e da racionalização do uso de recursos públicos em territórios de difícil acesso.

Palavras-chave: **AMAZÔNIA LEGAL; DESMATAMENTO ILEGAL; GOVERNANÇA AMBIENTAL**

DOI: 10.51189/vii-coninters/91265

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

LIDERANÇA FEMININA NOS SISTEMAS COOPERATIVOS FINANCEIROS NO BRASIL: ANÁLISE DE INICIATIVAS, REPRESENTATIVIDADE E IMPACTOS NA GOVERNANÇA

ALINE PEIXOTO LOPES

Introdução: O cooperativismo financeiro brasileiro fundamenta-se em princípios de igualdade e gestão democrática, porém persiste uma discrepância entre a participação expressiva de mulheres no quadro social e sua presença reduzida nos espaços decisórios. Dados indicam que, embora representem aproximadamente 50% dos colaboradores e 40% dos associados, ocupam menos de 26% dos cargos de presidência e conselhos de administração. Sistemas como Sicredi, Sicoob, Cresol, Unicred, Viacred e a Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB) vêm implementando iniciativas de empoderamento, comitês de gênero, programas de formação e linhas de crédito específicas; no entanto, ainda são escassas as pesquisas que avaliam de forma integrada a estrutura, a efetividade e os impactos dessas ações sobre a representatividade e a governança. **Objetivo:** Analisar as principais iniciativas de empoderamento e de estruturação de lideranças femininas nos sistemas cooperativos financeiros, verificando se a existência de comitês, programas de capacitação e políticas institucionais impactam na ampliação da presença de mulheres em cargos de direção e com a melhoria da gestão democrática e da inclusão financeira com perspectiva de gênero. **Metodologia:** Trata-se de pesquisa qualitativa, com abordagem descritiva e exploratória, desenvolvida com dados secundários, de relatórios corporativos dos sistemas no período 2021–2026. Foram realizados um mapeamento documental e análise comparativa das iniciativas. **Resultados:** Os dados preliminares indicam que estruturas permanentes como comitês de mulheres associam-se a avanços mais expressivos na representatividade nos órgãos de governança. Programas que combinam capacitação, mentoria e apoio financeiro demonstram maior sustentabilidade, enquanto barreiras culturais e estruturais persistem como limitação central à ascensão feminina, mesmo em organizações que defendem formalmente a igualdade. **Conclusão:** Conclui-se que as iniciativas em curso promovem avanços significativos, mas não são suficientes sem orçamento próprio, autonomia decisória e compromisso institucional de longo prazo. A representatividade feminina na liderança cooperativa reforça a legitimidade democrática e amplia a atenção a demandas de inclusão, devendo ser tratada como elemento estratégico de governança e não apenas de equidade.

Palavras-chave: **LIDERANÇA FEMININA; GOVERNANÇA COOPERATIVA; REPRESENTATIVIDADE DE GÊNERO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/91267

MEDIÇÃO DE SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DE UM ESPAÇO VERDE URBANO: UM ESTUDO APLICADO NA REGIÃO SUL DO BRASIL

JUSICLEITON SANTOS PEREIRA; ARTUR LUCAS BECKER; ALAN CRISTIAN RUSH; RODRIGO OLIVEIRA DOS SANTOS; LAURA BEATRIZ KAPPEL WAECHTER; DÉBORA ALINE MÜLLER; LIANE MAHLMANN KIPPER

RESUMO

O aumento da população urbana, estimado em 68% até 2050, tem intensificado problemas como a poluição do ar, as emissões de carbono e a perda de áreas verdes, tornando os serviços ecossistêmicos (SE) alternativas relevantes para a mitigação desses impactos. Os espaços verdes urbanos (EVU) se destacam por prestarem SE, entre eles o sequestro e o estoque de carbono. Contudo, mensurar esse potencial é um processo demorado, dependente de recursos para a coleta de dados primários e marcado pela dificuldade de obtenção de dados secundários confiáveis. Diante disso, esta pesquisa teve como objetivo realizar um estudo de campo para medir e analisar o potencial de sequestro e estoque de carbono de um espaço verde urbano em uma cidade de médio porte, identificando qual grupo, nativas ou exóticas, apresenta melhor desempenho. O estudo de caso foi desenvolvido na Praça da Bandeira, em Santa Cruz do Sul (RS), com o auxílio do software i-Tree Eco. A coleta ocorreu em sete campanhas, em dias úteis ensolarados, das 14h às 17h, por meio de smartphone, contemplando variáveis como espécie, DAP, altura total, dimensões da copa e exposição à luz solar. Foram inventariadas 251 árvores, correspondentes a 100% da população da praça, sendo 20 nativas (8%) e 231 exóticas (92%). Os resultados evidenciaram que as nativas apresentam o maior potencial individual, com destaque para a Figueira nativa (Ficus organensis), que estoca 21,23 t de CO_2 equivalente por árvore, e para Abatia spp., que sequestra 100,0 kg de CO_2 equivalente por árvore ao ano, enquanto, entre as exóticas, a Tipuana (Tipuana tipu) alcançou 2,55 t de estoque e 82,1 kg de sequestro anual. Entretanto, devido à predominância populacional das exóticas, o grupo respondeu por 8,36 t de CO_2 sequestrado por ano e 220,9 t de CO_2 equivalente estocado, contra 0,31 t e 48,2 t das nativas, respectivamente. Conclui-se que as árvores nativas, além de apresentarem maior potencial individual de estoque e sequestro de carbono, têm sua contribuição total limitada pela reduzida representatividade na área estudada, evidenciando a influência da distribuição populacional e do porte das árvores.

Palavras-chave: Sequestro de carbono; Estoque de carbono; i-Tree Eco

1 INTRODUÇÃO

Até 2050, aproximadamente 68% da população mundial residirá em cidades e as áreas próximas enfrentarão problemas oriundos do aumento dos níveis de poluição do ar, emissões de carbono, perda de áreas verdes, dentre outros problemas. Nesse contexto, é fundamental utilizar os serviços ecossistêmicos (SE) como alternativa para mitigação desses impactos climáticos (Oliveira *et al.*, 2025).

Os espaços verdes urbanos são exemplos de estruturas que oferecem diversos SE, dentre eles o combate aos efeitos das emissões de CO_2, através do sequestro (estoque seguro de carbono) e estoque de carbono (capturado e fixado) (Shadman *et al.*, 2022). Essas estruturas podem ser compostas de espécies vegetais nativas e/ou exóticas (que se adaptam às condições

DOI: 10.51189/vii-coninters/91271

locais) e além de mitigar o impacto climático, preservam a biodiversidade local e oferecem SE (Choi; Berry; Smith, 2021; Schlaepfer *et al.*, 2020).

Porém, para saber o nível de SE prestado pelo espaço verde urbano (EVU) é necessário medir e essa mensuração é um processo demorado e que requer recursos para a coleta de dados primários. Além disso, existe uma dificuldade em encontrar dados secundários confiáveis (Raji *et al.*, 2025). Portanto, medir e conhecer o potencial dos SE das espécies vegetais é um fator importante no planejamento e manejo de EVU.

Essa mensuração pode ser feita com o auxílio de tecnologias, como o i-Tree Eco, umas das plataformas mais utilizadas para estimar os serviços ecossistêmicos associados às árvores (Sharma *et al.*, 2025a). Ele foi desenvolvido pela USDA Forest Service e integra diversos dados de inventário arbóreo, equações alométricas, informações geoespaciais, dentre outros. Esses dados são utilizados para estimar a eficiência de serviços ecossistêmicos como sequestro e estoque de carbono, melhoria da qualidade do ar, partícula suspensa, dentre outros (Sokolova *et al.*, 2025).

Assim, diante deste contexto, esta pesquisa teve como objetivo realizar um estudo de campo, para medir e analisar o potencial de sequestro e estoque de carbono de um espaço verde urbano em uma cidade de médio porte. Além disso, foram realizadas análises para identificar qual grupo (árvores nativas e exóticas) apresentava o melhor desempenho no estoque e sequestro de carbono.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo de caso foi realizado na Praça da Bandeira da cidade de Santa Cruz do Sul (RS). A praça foi escolhida como local de estudo por conta da variedade de espécies vegetais que ela possui e por conta do fluxo intenso de veículos ao seu redor por está localizada no centro da cidade.

Para medir o potencial de sequestro e estoque de CO_2, foi utilizado o *software* i-Tree Eco (Hintural *et al.*, 2024). Ele calcula, estima e simula cenários sobre estoque e sequestro de CO_2 com base em dados empíricos da pesquisa e de parâmetros definidos na estrutura do *software* (Li *et al.*, 2025).

A coleta de dados foi realizada em sete campanhas por dois grupos, em dias úteis ensolarados, das 14h às 17h. Para a coleta, foi utilizado o *smartphone* com acesso à internet e os dados foram inseridos através de um link gerado pelo i-Tree Eco e em seguida foram processados.

Foram coletados os seguintes dados: espécie, DAP (*Diâmetro à Altura do Peito*), uso da terra, altura total da árvore, saúde da copa, altura da base da copa, largura da copa nas direções norte-sul e leste-oeste, exposição da copa à luz solar (de 1 a 5 lados) e percentual de copa ausente (Hintural *et al.*, 2024). Para calcular a altura, foi utilizada a aplicação *mobile* "Trees".

Os dados foram processados no i-Tree Eco para análise da população vegetal e comparação do potencial de sequestro e estoque de CO_2. Foi calculado o potencial geral de sequestro e estoque de CO_2, foram identificadas as espécies com maior potencial de sequestro e estoque de CO_2 (exótica e nativa), foi realizada uma comparação por grupo para identificar o de maior potencial (exótica ou nativa).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inventário geral

Ao todo, foram inventariadas 251 árvores (100% da população total da praça). A população de árvores é composta por 20 árvores de espécies nativas (8%) e 231 árvores de espécies exóticas (92%). Destas, duas espécies se destacam como mais populosas das árvores exóticas, Tipuana (*Tipuana tipu*) e Extremosa (*Lagerstroemia indica*), resultando em um total

de 179 árvores exóticas (71% da população total). No grupo das nativas, a espécie Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) tem predominância com 8 árvores (cerca de 40% da população de nativas). Para esta pesquisa, foram consideradas a população de árvores nativas e as duas espécies do grupo de exóticas com o maior número de árvores (Tipuana e Extremosa). Na Figura 1 é apresentada essa distribuição.

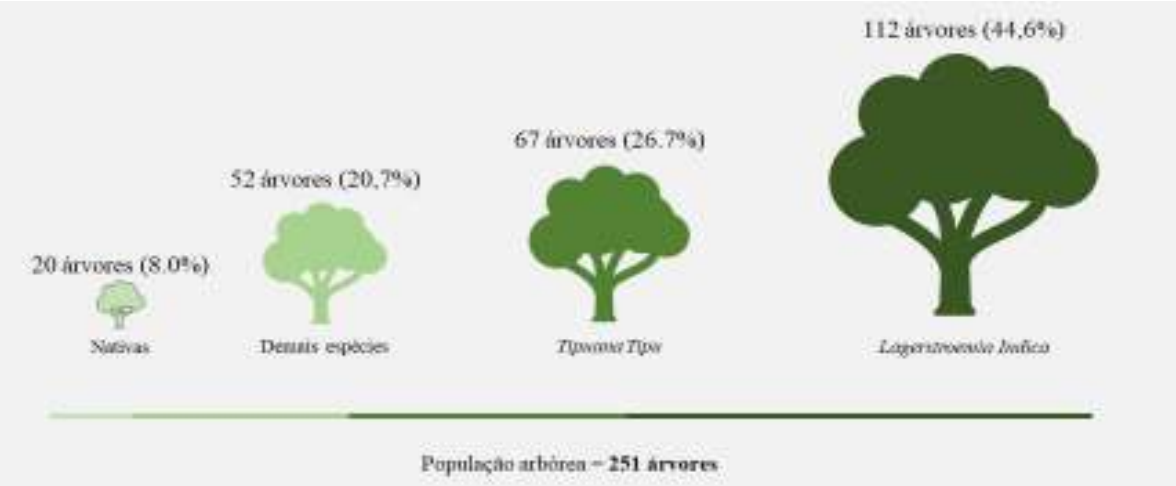


Figura 1. Porcentagem da população na Praça da Bandeira

Potencial de estoque e sequestro da área analisada

Os principais resultados desta pesquisa focam no potencial de estoque e sequestro de CO2 pela vegetação urbana analisada. A comparação entre árvores nativas e exóticas na Praça da Bandeira evidencia uma diferença importante entre o potencial individual de cada árvore e o impacto total na praça, decorrente da distribuição populacional. Na Tabela 1, são apresentados os resultados para o potencial de sequestro de CO_2.

Tabela 1. Potencial geral de estoque de CO_2 por espécie

Ranking	Espécie / Gênero	Grupo	DAP (maior medido)	Estoque de CO_2 equivalente (t/árvore)
1º	**Figueira nativa (Ficus organensis)**	**Nativa**	**159,2 cm**	**21,23 t**
2º	Abarema spp.	Nativa	76,0 cm	3,41 t
3º	Barbatimão (Abarema cochliocarpos)	Nativa	45,9 cm	3,26 t
4º	**Tipuana (Tipuana tipu)**	**Exótica**	**137,0 cm**	**2,55 t**
5º	Abatia spp.	Nativa	27,5 cm	1,28 t
6º	Pitanga (Eugenia uniflora)	Nativa	22,5 cm	0,70 t

DOI: 10.51189/vii-coninters/91271

7º	**Crespo / Extremosa (Lagerstroemia indica)**	**Exótica**	**50,2 cm**	**0,44 t**
8º	Jaboticaba (Plinia cauliflora)	Nativa	15,6 cm	0,33 t
9º	Pau-gambá (Abarema langsdorfii)	Nativa	15,9 cm	0,25 t
10º	Jerivá (Syagrus romanzoffiana)	Nativa	26,1 cm	0,07 t

O grupo das árvores nativas possui a espécie com a maior taxa de estoque individual. A Figueira nativa (*Ficus organensis*), apresenta potencial de 21,23 t de CO_2 equivalente/árvore/ano. Isso se dá por conta do tamanho do seu DAP que é cerca de 14% maior do que o da maior Tipuana (Hernández-Alvarez *et al.*, 2026; Wang; Gao, 2020). No grupo das exóticas, a Tipuana (*Tipuana tipu*) é a que mais estoca, com 2,55 t de CO_2 equivalente/árvore/ano. Seguida pela Crespo/Extremosa (*Lagerstroemia indica*), com o sequestro de 0,44 t de CO_2 equivalente/árvore/ano. Quando comparado DAP, a Figueira nativa (*Ficus organensis*) é cerca de 217% maior que a Crespo/Extremosa (*Lagerstroemia indica*), reforçando a diferença no potencial de estoque de CO_2 equivalente (ton/árvore).

Quanto ao sequestro, as árvores nativas possuem a espécie com maior taxa de sequestro individual da população. A espécie Abatia lidera o ranking geral com um potencial de sequestro de 100,0 kg de CO_2 equivalente/árvore/ano (30,0 kg C/árvore/ano). Do grupo das exóticas a Tipuana (*Tipuana tipu*) aparece com o maior sequestro, cerca de 82,1 kg de CO_2 equivalente/árvore/ano (22,4 kg C/árvore/ano). Na Tabela 2 são apresentados os resultados do sequestro de CO_2.

Tabela 2. Potencial geral de sequestro de CO_2 por espécie

Ranking	Espécie / Gênero	Grupo	Sequestro Anual (kg de Carbono / árvore / ano)	Sequestro de CO_2 eq (kg / árvore / ano)
1º	**Abatia spp.**	**Nativa**	**30,0 kg**	**100,0 kg**
2º	**Tipuana (*Tipuana tipu*)**	**Exótica**	**22,4 kg**	**82,1 kg**
3º	Pitanga (*Eugenia uniflora*)	Nativa	20,0 kg	70,0 kg
4º	Jaboticaba (*Plinia cauliflora*)	Nativa	10,0 kg	36,7 kg
5º	Pau-gambá (*Abarema langsdorfii*)	Nativa	10,0 kg	36,7 kg
6º	**Crespo / Extremosa**	**Exótica**	**7,0 kg**	**25,5 kg**

DOI: 10.51189/vii-coninters/91271

	(***Lagerstroemia indica***)			
7º	Barbatimão (*Abarema cochliocarpos*)	Nativa	4,0 kg	14,7 kg
8º	Abarema spp.	Nativa	1,7 kg	6,1 kg
9º	Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*)	Nativa	0,6 kg	2,3 kg
10º	Figueira nativa (*Ficus organensis*)	Nativa	0,0 kg	0,0 kg

Os dados revelam também que a espécie Abatia spp. (100kg) é capaz de sequestrar quase a mesma quantidade que as duas espécies de exóticas com maior potencial, Tipuana (82,1kg) e Extremosa (25,5kg). Esses resultados reforçam a importância de utilizar espécies nativas como alternativa para compensação dos níveis de poluentes atmosféricos, como o CO_2 (Jevon *et al.*, 2025; Tartaglia; Aronson, 2024).

Quando comparado o potencial de estoque e sequestro de CO_2 entres os grupos, embora o grupo de nativas apresenta um potencial individual elevado, o sequestro de CO_2 total das exóticas corresponde a 8,36 t de CO_2/ano, enquanto o das nativas é de apenas 0,31 t de CO_2/ano (Jevon *et al.*, 2025; Schlaepfer *et al.*, 2020). Ou seja, esse resultado mostra que uma árvore exótica pode apresentar elevado sequestro individual, mas isso não significa que o grupo das exóticas necessariamente terá maior ou menor contribuição total. O mesmo cenário é observado em relação ao estoque de CO_2, com 220,9 t de CO_2 equivalente para as exóticas, contra 48,2 t de CO_2 equivalente para as nativas. O comparativo geral entre os grupos é apresentado na Tabela 3.

Tabela 3. Comparação entre os grupos de árvores nativas e exóticas

Parâmetro de Avaliação	**Espécies Nativas Selecionadas (20 árvores)**	**Espécies Exóticas Selecionadas (179 árvores)**	**Total do Grupo de Estudo (199 árvores)**
Representação no Grupo	10,10%	89,90%	100%
Representação na Praça	8,00%	71,30%	79,30%
Estoque de CO_2 Equivalente	**48,20 t de CO_2 eq. *(17,9% do grupo)***	**220,90 t de CO_2 eq. *(82,1% do grupo)***	**269,10 t de CO_2 eq.**
Sequestro de CO_2 Ativo	**0,31 t de CO_2/ano *(3,60% do grupo)***	**8,36 t de CO_2/ano *(96,40% do grupo)***	**8,67 t de CO_2/ano**
Área Foliar Combinada	0,42 hectares (ha) *(9,20% do grupo)*	4,20 hectares (ha) *(90,80% do grupo)*	4,61 hectares (ha)

DOI: 10.51189/vii-coninters/91271

4 CONCLUSÃO

Esta pesquisa teve como objetivo medir e analisar o potencial de sequestro e estoque de carbono de um espaço verde urbano em uma cidade de médio porte. Os dados foram coletados e processados por meio do *software* i-Tree. Os resultados indicaram que as árvores nativas além de apresentarem maiores resultados de estoque e sequestro de carbono, preservam a biodiversidade local. Porém, no local em que a pesquisa foi realizada, as árvores exóticas representam 92% da população total. As árvores nativas acabam tendo menores resultados devido a grande diferença populacional entre nativas e exóticas. Além disso, o tamanho das árvores também influencia nos resultados, visto que a *Figueira Nativa* consegue estocar grandes quantidades de CO_2 devido ao seu DAP ser cerca de 14% maior do que o DAP da maior *Tipuana* analisada. Embora a vegetação tenha influência na mitigação do efeito estufa e na poluição urbana, a confirmação sobre o potencial da praça em atingir a neutralidade de carbono depende da integração desses dados com o volume de emissões gerado pelo fluxo de veículos no entorno. Dessa forma, a pesquisa terá como continuidade uma análise do fluxo de veículos para verificar se há neutralidade de CO_2 por parte da vegetação da praça da Bandeira.

REFERÊNCIAS

CHOI, C.; BERRY, P.; SMITH, A. The climate benefits, co-benefits, and trade-offs of green infrastructure: A systematic literature review. **Journal of Environmental Management**, [*S.l.*], v. 291, p. 112583, 2021.

HERNÁNDEZ-ALVAREZ, E.; RUIZ-BLANDON, B. A.; HERNÁNDEZ-TOVAR, M. A.; BERNAOLA-PAUCAR, R. M.; ROJAS-HURTADO, G. F.; ZEVALLOS-GUADALUPE, V.; ZEVALLOS-GUADALUPE, A. M.; NIETO RAMOS, L. A.; NIETO RAMOS, C. E. Tree Structure, Diversity, and Carbon Storage in Urban and Peri-Urban Parks of Western Mexico. **Urban Science**, [*S.l.*], v. 10, n. 5, 2026. DOI: https://doi.org/10.3390/urbansci10050273. Disponível em: https://www.mdpi.com/2413-8851/10/5/273.

HINTURAL, W. P.; JEON, H. J.; KIM, S. Y.; GO, S.; PARK, B. B. **Quantifying Regulating Ecosystem Services of Urban Trees: A Case Study of a Green Space at Chungnam National University Using i-Tree Eco**. FORESTS. v. 15, n. 8. MDPI AG, Grosspeteranlage 5, CH-4052 BASEL, SWITZERLAND: MDPI, ago. 2024. Disponível em: https://doi.org/10.3390/f15081446.

JEVON, F.; CROWN, C. A.; CLARK, J. A.; DOROSKI, D. A.; DARLING, L.; SONTI, N. F.; YESILONIS, I. D.; DIETSCH, G.; BRADFORD, M.; PREGITZER, C. C. Native trees are responsible for the high carbon density in urban natural area forests across eight United States cities. **Journal of Applied Ecology**, [*S.l.*], v. 62, n. 1, p. 132–143, 2025.

LI, Y.-X.; MA, W.; ZHANG, W.-X.; HE, P. **Estimating Small-Scale Forest Carbon Sequestration and Storage: i-Tree Eco Model Improved Application**. FORESTS. v. 16, n. 9. MDPI AG, Grosspeteranlage 5, CH-4052 BASEL, SWITZERLAND: MDPI, 22 ago. 2025. Disponível em: https://doi.org/10.3390/f16091363.

OLIVEIRA, M. C. Q. D.; DE MIRANDA, R. M.; DE FÁTIMA ANDRADE, M.; KUMAR, P. Impact of urban green areas on air quality: An integrated analysis in the metropolitan area of São Paulo. **Environmental Pollution**, [*S.l.*], v. 372, p. 126082, 2025.

RAJI, M.; LAZARUS, B. E.; NALAKURTHI, N. V. S. R.; TIWARI, A.; GHARBIA, S. Assessment of digital platforms for the quantification of co-benefits in nature-based solutions. **Sustainable Development**, [*S.l.*], v. 33, n. 2, p. 2137–2153, 2025. Disponível em: https://doi.org/https://doi-org.ez127.periodicos.capes.gov.br/10.1002/sd.3216.

SCHLAEPFER, M. A.; GUINAUDEAU, B. P.; MARTIN, P.; WYLER, N. Quantifying the contributions of native and non-native trees to a city's biodiversity and ecosystem services. **Urban Forestry & Urban Greening**, [*S.l.*], v. 56, p. 126861, 2020.

SHADMAN, S.; KHALID, P. A.; HANAFIAH, M. M.; KOYANDE, A. K.; ISLAM, M. A.; BHUIYAN, S. A.; WOON, K. S.; SHOW, P.-L. The carbon sequestration potential of urban public parks of densely populated cities to improve environmental sustainability. **Sustainable energy technologies and assessments**, [*S.l.*], v. 52, p. 102064, 2022.

SHARMA, G.; MORGENROTH, J.; RICHARDS, D. R.; YE, N. Advancing urban forest and ecosystem service assessment through the integration of remote sensing and i-Tree Eco: A systematic review. **Urban Forestry & Urban Greening**, [*S.l.*], v. 104, p. 128659, 2025a. Disponível em: https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ufug.2024.128659.

SHARMA, G.; MORGENROTH, J.; RICHARDS, D. R.; YE, N. Classifying canopy complexity to assess the reliability of airborne LiDAR in urban forest assessments. **Urban Forestry & Urban Greening**, [*S.l.*], v. 113, p. 129102, 2025b. Disponível em: https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ufug.2025.129102.

SOKOLOVA, M. V.; FATH, B. D.; BUONOCORE, E.; FRANZESE, P. P. Assessment of regulating ecosystem services generated by green infrastructure: A case study of Bolzano, Italy. **Urban Climate**, [*S.l.*], v. 60, p. 102324, 2025. Disponível em: https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.uclim.2025.102324.

TARTAGLIA, E. S.; ARONSON, M. F. Plant native: comparing biodiversity benefits, ecosystem services provisioning, and plant performance of native and non-native plants in urban horticulture. **Urban Ecosystems**, [*S.l.*], v. 27, n. 6, p. 2587–2611, 2024.

WANG, V.; GAO, J. Estimation of carbon stock in urban parks: Biophysical parameters, thresholds, reliability, and sampling load by plant type. **Urban Forestry & Urban Greening**, [*S.l.*], v. 55, p. 126852, 2020. Disponível em: https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126852.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

MULHERES NA ADMINISTRAÇÃO: EVOLUÇÃO DA PROFISSÃO, INSERÇÃO PROFISSIONAL E DESAFIOS NA TRAJETÓRIA DE LIDERANÇA

ALINE PEIXOTO LOPES

Introdução: A administração, enquanto campo profissional e científico, foi historicamente estruturada e dominada por homens. Apesar de contribuições fundamentais de pioneiras como Mary Parker Follett e Lillian Moller Gilbreth, a presença feminina permaneceu à margem do reconhecimento institucional por longo período. Nas últimas décadas, o acesso massivo de mulheres à educação superior e ao mercado de trabalho alterou o perfil da profissão — no Brasil, mulheres são maioria entre concluintes e representam mais da metade da força de trabalho administrativa —, porém a ocupação de postos de decisão não acompanhou essa evolução quantitativa. Estudos demonstram que, embora representem aproximadamente 52,8% da força de trabalho, ocupam menos de 20% dos assentos nos conselhos de administração de empresas de capital aberto, revelando desigualdade persistente entre qualificação e poder. **Objetivo:** Compreender a trajetória histórica de inserção das mulheres na profissão administrativa, identificando avanços, limites e fatores estruturais e culturais que condicionam a ascensão a cargos de liderança, bem como a influência da presença feminina nas práticas e resultados organizacionais. **Metodologia:** Trata-se de pesquisa de abordagem qualitativa, combinando revisão histórico-bibliográfica e análise de dados públicos de instituições como IBGE, B3 e Ministério do Trabalho referentes ao período recente. **Resultados:** Os achados indicam que a evolução quantitativa não se converteu em paridade hierárquica: barreiras representadas pelas metáforas do teto de vidro, tokenismo e labirinto de cristal persistem como limites centrais. Mulheres em posição de liderança tendem a adotar estilos mais inclusivos, transformacionais e orientados à transparência, com impacto positivo em indicadores de governança e clima organizacional. **Conclusão:** Foi concluído que a sub-representação feminina não resulta em mérito individual, mas advém de fatores estruturais, exigindo políticas institucionais de equidade, mentoria e patrocínio. A valorização da diversidade de gênero na administração não é apenas questão de justiça, mas elemento estratégico de qualidade na gestão e na governança.

Palavras-chave: **LIDERANÇA FEMININA; MULHERES NA ADMINISTRAÇÃO; PARIDADE DE GÊNERO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/91272

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

PROGRAMA ÁGUA BOA DE CHAPECÓ (SC): CONSERVAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS COMO POLÍTICA PÚBLICA AMBIENTAL MUNICIPAL

MARCO AURELIO GODOI

Introdução: A degradação dos recursos hídricos impõe desafios crescentes aos municípios brasileiros, especialmente em regiões dependentes de águas subterrâneas. O Programa Água Boa, implantado pela Prefeitura de Chapecó (SC) desde 2006, atua na proteção de nascentes, na recuperação de mata ciliar e na garantia de água potável, com destaque para a preservação do Aquífero Guarani. A experiência configura relevante política pública ambiental municipal, justificando sua análise científica. **Objetivo:** Analisar a contribuição do Programa Água Boa para a conservação dos recursos hídricos e a recuperação de áreas degradadas no município de Chapecó, identificando alcance, resultados e desafios de sua execução. **Metodologia:** Trata-se de pesquisa qualitativa, de caráter descritivo-exploratório, baseada em análise documental de relatórios técnicos, termos de adesão e registros do programa entre 2006 e 2024. A atuação é estruturada a partir do Cadastro Ambiental Rural (CAR), considerando a propriedade como unidade de intervenção, com quatro visitas técnicas (diagnóstico, andamento, finalização e manutenção) e protocolos padronizados. **Resultados:** O programa beneficiou 708 propriedades e 688 famílias, protegendo 606,06 hectares e distribuindo 52.074 mudas de espécies nativas. No caso do Lajeado São José, em parceria com a 9ª Promotoria de Justiça, foram diagnosticadas 100 nascentes e 97 trechos de cursos d'água, com ações de recuperação e adequação ambiental. Entre os desafios, destacam-se a ampliação do monitoramento pós-entrega e a articulação com outros instrumentos de gestão ambiental. **Conclusão:** O Programa Água Boa demonstra efetividade na conservação hídrica e na recuperação de áreas degradadas, consolidando-se como referência de política pública ambiental municipal. Recomenda-se o fortalecimento do monitoramento contínuo, a ampliação das parcerias institucionais e o uso dos resultados como subsídio para políticas de segurança hídrica regional.

Palavras-chave: **SUSTENTABILIDADE; RECURSOS HÍDRICOS; MATA CILIAR**

DOI: 10.51189/vii-coninters/91275

RECICLAGEM DE RESÍDUOS DE PAPEL COMO ESTRATÉGIA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO FUNDAMENTAL

MAÍSA COMAR PINHOTTI AGUIAR; LARA LEANDRA FERREIRA SILVA

RESUMO

A geração de resíduos das mais diferentes origens constitui um desafio cotidiano para a sociedade. Entre esses resíduos encontra-se o papel, amplamente utilizado no ambiente escolar, na comunicação impressa, em embalagens e em diversas outras atividades. Sua produção está associada ao consumo de água, energia e recursos naturais, enquanto seu descarte inadequado pode contribuir para impactos ambientais. Nesse contexto, foi desenvolvida uma atividade prática de reaproveitamento de papel com alunos do 6º ano da Escola Estadual Cônego Ângelo, em Ituiutaba (MG), com o objetivo de estimular a reflexão sobre a redução e o reaproveitamento de resíduos e a importância da preservação dos recursos naturais. A atividade foi realizada a partir de papéis descartados na própria escola, coletados pelos alunos durante uma semana. Em sala de aula, os materiais foram fragmentados, hidratados e triturados em liquidificador para obtenção da polpa, que posteriormente foi peneirada e moldada para a produção de folhas de papel artesanal, submetidas à secagem. Foram produzidas mais de 30 folhas, com aproximadamente 20 × 20 cm, posteriormente pintadas pelos alunos com temas relacionados ao meio ambiente e utilizadas na confecção de um painel comemorativo ao Dia Mundial do Meio Ambiente. A experiência possibilitou aos estudantes vivenciar, de forma prática e integrada à expressão artística, etapas de reaproveitamento de um resíduo gerado no próprio ambiente escolar. A atividade também permitiu abordar aspectos relacionados à sustentabilidade, à redução de resíduos e à preservação dos recursos naturais, demonstrando o potencial de práticas simples e de baixo custo como estratégias de educação ambiental no contexto escolar.

Palavras-chave: Educação ambiental; Sustentabilidade ambiental na escola; Reaproveitamento de resíduos.

1-INTRODUÇÃO

Segundo Sousa et al. (2016), a reciclagem compreende um conjunto de atividades destinadas à coleta, separação e processamento de materiais descartados, possibilitando seu aproveitamento como matéria-prima na produção de novos bens.

O papel permanece amplamente utilizado em atividades escolares, comunicação impressa, embalagens e produtos de higiene. Apesar dessa relevância, sua fabricação está associada a impactos ambientais significativos, como o elevado consumo de água e energia e a utilização de recursos florestais (Sousa et al., 2016).

De acordo com Candiani (2022), os resíduos de papel representam cerca de 10% dos resíduos sólidos urbanos brasileiros, em termos gravimétricos. Esse percentual reforça a relevância de estratégias de reaproveitamento e reciclagem desse material.

Diante desse cenário, ações educativas voltadas ao reaproveitamento de resíduos constituem estratégias relevantes para abordar a educação ambiental no contexto escolar,

DOI: 10.51189/vii-coninters/91276

incentivando a reflexão sobre o consumo, o descarte e as possibilidades de reaproveitamento de materiais.

O objetivo desta prática foi desenvolver uma atividade prática de reaproveitamento de papéis descartados na própria escola, utilizando a produção artesanal de papel reciclado como estratégia de educação ambiental e sensibilização dos estudantes para a redução e o reaproveitamento de resíduos.

2 -RELATO DE EXPERIÊNCIA

A atividade foi desenvolvida por 20 alunos do 6º ano da Escola Estadual Cônego Ângelo de Ituiutaba (MG), no contexto da disciplina de Práticas Experimentais e ocorreu na segunda quinzena de maio de 2026 durante 4 aulas.

e as etapas do trabalho foram:

1. Coleta de papéis usados na Secretaria e nas salas de aula durante uma semana pelos alunos. Os papéis coletados foram acondicionados em saco plástico de 50 litros;
2. Fragmentação manual dos papéis em pedaços pequenos
3. Imersão dos pedaços em água utilizando bacias e bandejas plásticas (Figura 1);
4. Trituração da massa no liquidificador;
5. Peneiramento da polpa;
6. Moldagem em bandejas de isopor e secagem das folhas (Figura 1).

Os materiais utilizados incluíram papéis usados, água, bacia, liquidificador, peneira fina, panos e jornais. As etapas de fabricação da polpa e secagem estão ilustradas na Figura 01.

DOI: 10.51189/vii-coninters/91276

Figura 1 A e B- Papel picado e fragmentado na bacia plástica e transformado em polpa sendo moldado pelos alunos

3- RESULTADOS

O projeto resultou na produção de mais de 30 folhas de papel reciclado, cada uma com aproximadamente 20 × 20 cm, isto é, cerca de 1,2 m² de papel reciclado.

Após secas, elas foram pintadas pelos alunos com desenhos relacionados ao meio ambiente e utilizadas na confecção de um painel comemorativo para o Dia Mundial do Meio Ambiente, como mostra a Figura 2 A a C.

DOI: 10.51189/vii-coninters/91276

Figura 2 A a C- Etapa de pintura das folhas e painel comemorativo montado

4-DISCUSSÃO

A experiência desenvolvida pelos alunos do 6º ano dialoga diretamente com outras iniciativas descritas na literatura sobre educação ambiental nas escolas. Trabalhos como o de Gomes e Hunsche (2023) destacam que atividades práticas de reciclagem de

papel são eficazes para reduzir o desperdício e promover o engajamento dos estudantes, reforçando que o contato direto com o processo de transformação do resíduo desperta maior senso de responsabilidade socioambiental.

Da mesma forma, Grigoletto (2012) e Rodrigues et al. (2024), aponta que ações de reaproveitamento de papel no ambiente escolar funcionam como estratégias de sensibilização, pois permitem a reflexão e observação visual do impacto do consumo e percebam que pequenas atitudes podem gerar mudanças, propiciando uma abordagem da educação ambiental ativa.

A atividade realizada na Escola Estadual Cônego Ângelo se alinha a essas experiências ao demonstrar que práticas simples — como rasgar, triturar, moldar papel, transformando-o em um produto que eles elaboraram, são capazes de fortalecer a consciência ecológica e favorecer a compreensão da importância da sustentabilidade ambiental.

Além disso, o caráter artístico do projeto — com a pintura das folhas recicladas e a criação de um painel comemorativo — ampliou o alcance da atividade, permitindo que os estudantes expressassem criatividade sobre um material por eles produzido a partir de resíduos coletados na própria escola.

Essa integração entre arte, ciência e sustentabilidade é apontada por diversos autores como uma abordagem que potencializa o envolvimento dos alunos, tornando o aprendizado mais significativo.

Assim, ao comparar este projeto com outras iniciativas semelhantes, evidencia-se que ações de reciclagem no ambiente escolar não apenas reduzem resíduos, mas também permitem discutir valores de cidadania, responsabilidade coletiva e preservação ambiental com os alunos no contexto de uma atividade lúdica.

5- CONCLUSÕES

A atividade possibilitou o reaproveitamento de papéis descartados na escola e resultou na produção de mais de 30 folhas de papel artesanal, posteriormente utilizadas na elaboração de um painel ambiental. A experiência mostrou-se uma alternativa de baixo custo para trabalhar conceitos de reciclagem e sustentabilidade no ambiente escolar, articulando atividades práticas, ciência e expressão artística.

A iniciativa demonstrou que a incorporação de práticas sustentáveis ao cotidiano escolar pode ser realizada de forma criativa e educativa.

REFERÊNCIAS

CANDIANI, Giovano. **Resíduos sólidos: gestão e gerenciamento integrado e sustentável.** Campo Grande: Editora Inovar, 2022. 155p.

GOMES, M. L.; HUNSCHE**, S.** Papel reciclado: uma alternativa para reaproveitar e reduzir o desperdício. **Anais do IX ENALIC**, Editora Realize, 2023. Disponível em: https://editorarealize.com.br/editora/anais/enalic/2023/TRABALHO_COM_IDENT_EV190_MD3_ID8993_TB1755_03102023222406.pdf (editorarealize.com.br in Bing). Acesso em: 10 set. 2026.

GRIGOLETTO, I. C. B. Reaproveitar e reciclar o papel: proposta de conscientização da preservação ambiental. **Monografias Ambientais – REMOA/UFSM**, v. 6, n. 6, p. 1414–1422, mar. 2012.

INSTITUTO BRASIL SOLIDÁRIO. **Como fazer: Reciclagem de papel**. 2018. Disponível em https://www.brasilsolidario.org.br/wp-content/uploads/kit_P11.pdf

RODRIGUES, P. et al**.** A importância da reciclagem de papel e sua crucial preservação na educação ambiental. **Anais do XII Congresso Brasileiro de Agroecologia**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 1, 2024.

DOI: 10.51189/vii-coninters/91276

SOUSA, D.C.G et al.. A importância da reciclagem do papel na melhoria do meio ambiente. **XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCÃO**, João Pessoa-PB, outubro/2016

DOI: 10.51189/vii-coninters/91276

ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

REUSO DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO: UMA SOLUÇÃO SUSTENTÁVEL

LEILA LIMA DA SILVA; FRANCISCO VIEIRA PAIVA

Introdução:A escassez de água potável, especialmente na região Nordeste, reforça a necessidade de buscar alternativas para uma gestão mais eficiente dos recursos hídricos. Nesse contexto, o reuso de água se destaca como uma solução sustentável, possibilitando a utilização de efluentes tratados em atividades como irrigação de áreas verdes e lavagem de caminhões, reduzindo o consumo de água potável e deixando para os usos mais nobres como por exemplo, o consumo humano. Com o avanço das tecnologias de tratamento de esgoto, é possível obter efluentes com qualidade adequada para determinadas aplicações, contribuindo para a sustentabilidade e o ciclo do saneamento. **Objetivo:** Apresentar o reuso de água como ferramenta sustentável para irrigação de áreas verdes, reduzindo o consumo de água potável e os custos associados. **Metodologia:** Trata-se de um relato de experiência baseado no automonitoramento de uma ETE com aplicação de reuso de água para irrigação de áreas verdes de um complexo turístico. A ETE é composta por reator UASB, FSA, decantador, desinfecção e polimento por meio de filtros. Foram acompanhadas as vazões diárias e mensais de água de reuso produzida, realizando-se posteriormente um comparativo com o consumo de água potável e os custos mensais, a fim de avaliar a economia de volume e financeira. **Resultados:** Durante o período de avaliação, a Estação de Tratamento de Esgoto produziu, em média, 400 m³ de água de reuso por dia, destinada aos reservatórios para posterior utilização na irrigação. Mensalmente, foram utilizados aproximadamente 12.000 m³ de água de reuso. Esse volume contribuiu para a redução do consumo de água potável e proporcionou uma economia média mensal de R$ 159.240,00 na conta de água. **Conclusão:** Conclui-se que a aplicação de água de reuso na irrigação de áreas verdes constitui uma solução sustentável, tanto no quesito ambiental quanto econômico. Ressalta-se que o efluente apresenta qualidade compatível com os padrões estabelecidos pela legislação ambiental aplicável. A prática contribui para a redução do consumo de água, a economia de recursos financeiros e o uso mais eficiente dos recursos hídricos, estando alinhada aos princípios de sustentabilidade e às práticas ESG.

Palavras-chave: **REUSO; SUSTENTABILIDADE; RECURSOS HIDRICOS**

DOI: 10.51189/vii-coninters/91284

CAUÇÃO AMBIENTAL E PARTICIPAÇÃO SOCIAL: UMA ANÁLISE A PARTIR DA JUSTIÇA AMBIENTAL

TOMÁS MURTA GODOY; GIOVANA MENDONÇA GALVÃO

RESUMO

A caução ambiental prevista na legislação mineira surgiu como uma tentativa de garantir, antes da ocorrência de um eventual desastre, recursos para a recuperação socioambiental e a desativação de barragens. A sua regulamentação, entretanto, levanta uma questão que vai além do valor a ser constituído: como esse recurso é administrado enquanto o risco permanece no território e quem participa das decisões sobre sua utilização? Este trabalho analisa a caução ambiental prevista na Lei Estadual nº 23.291/2019 e regulamentada pelos Decretos nº 48.747/2023 e nº 48.848/2024, tomando como referência a justiça ambiental e o ecologismo popular. Foi realizada pesquisa qualitativa, baseada em revisão bibliográfica e análise documental da legislação, de documentos públicos e de estudos sobre os rompimentos de Mariana e Brumadinho. A análise indica que a caução representa um avanço ao exigir uma garantia financeira vinculada ao risco da atividade, mas também apresenta limites. Entre eles estão a dificuldade de traduzir danos socioambientais complexos em valores monetários e a pouca participação das populações potencialmente atingidas na definição, fiscalização e gestão do instrumento. Também se observa que os rendimentos produzidos pelo ativo caucionado podem ser discutidos sob uma perspectiva de distribuição de benefícios. A proposta é examinada como possibilidade de aprimoramento, sem alterar a finalidade principal da garantia financeira. Como possibilidade de aprimoramento, propõe-se que parte desses rendimentos seja destinada a ações de interesse socioambiental definidas com participação das comunidades potencialmente atingidas, sem reduzir a garantia principal nem limitar a obrigação de reparação integral do empreendedor. Conclui-se que a efetividade da caução depende de sua articulação com prevenção, fiscalização, transparência e participação social.

Palavras-chave: barragens; risco socioambiental; participação social.

1 INTRODUÇÃO

Os rompimentos de barragens de mineração ocorridos em Minas Gerais recolocaram no centro do debate uma questão que não é apenas técnica: como prevenir riscos de grande escala e garantir recursos para enfrentar suas consequências quando a prevenção falha? Mariana, em 2015, e Brumadinho, em 2019, mostraram que os efeitos de um rompimento ultrapassam os limites da estrutura que se rompe. Pessoas, comunidades, rios, atividades econômicas, relações territoriais e modos de vida podem ser afetados por períodos muito longos. Estudos sobre esses casos também mostram que os efeitos econômicos e sociais não se distribuem de maneira uniforme entre empresas, Estado e populações atingidas (Dias; Repolês, 2021; Cáritas Brasileira Regional Minas Gerais, 2021).

Após Brumadinho, Minas Gerais aprovou a Lei Estadual nº 23.291/2019, conhecida como "Mar de Lama Nunca Mais", que instituiu a Política Estadual de Segurança de Barragens. Entre

DOI: 10.51189/vii-coninters/91294

outras medidas, a lei passou a exigir a apresentação de proposta de caução ambiental para a obtenção da Licença Prévia e a comprovação de sua implementação para a Licença de Operação. A finalidade definida pela norma é garantir recursos para a recuperação socioambiental em caso de sinistro e para a desativação da barragem (Minas Gerais, 2019). A regulamentação veio com o Decreto nº 48.747/2023 e foi posteriormente alterada pelo Decreto nº 48.848/2024 (Minas Gerais, 2023; Minas Gerais, 2024).

A criação da caução pode ser entendida como uma mudança importante na forma de lidar com o risco. Em vez de depender exclusivamente de medidas de responsabilização posteriores ao dano, procura-se constituir previamente uma garantia financeira. A medida dialoga com o princípio do poluidor-pagador e com a ideia de utilizar instrumentos econômicos para incorporar custos ambientais às atividades econômicas (Nusdeo, 2006). Porém, uma garantia financeira não elimina o risco e não consegue representar, por si só, toda a extensão de danos que podem ocorrer.

Essa discussão se torna ainda mais relevante em um estado marcado pela importância econômica da mineração. A literatura sobre minero-dependência mostra que a atividade mineral pode assumir dimensões econômicas, fiscais, institucionais e políticas, influenciando as decisões públicas e a organização dos territórios (Coelho, 2020; Quintão et al., 2022). No campo do ecologismo popular, os conflitos ambientais são também conflitos distributivos: é preciso observar quem se beneficia da exploração dos recursos naturais e quem permanece exposto aos seus riscos (Martínez Alier, 2007).

Diante desse contexto, o objetivo geral deste estudo é analisar a caução ambiental mineira como instrumento econômico de proteção ambiental, identificando seus limites e discutindo possibilidades de aprimoramento a partir da justiça ambiental e do ecologismo popular, com atenção especial à participação das populações potencialmente atingidas e à destinação dos rendimentos gerados pelo ativo caucionado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida por meio de abordagem qualitativa, combinando revisão bibliográfica e análise documental. Foram examinados a Lei Estadual nº 23.291/2019, os Decretos nº 48.747/2023 e nº 48.848/2024, documentos públicos relacionados à reparação de Brumadinho e estudos acadêmicos sobre mineração, sustentabilidade, justiça ambiental, neoextrativismo e minero-dependência.

A análise bibliográfica foi orientada principalmente pelas contribuições de Nusdeo (2006), sobre instrumentos econômicos de proteção ambiental; Martínez Alier (2007), sobre ecologismo popular e conflitos distributivos; Acselrad (2001; 2004), sobre sustentabilidade e construção democrática; Svampa (2019), sobre neoextrativismo; e Coelho (2020), Quintão et al. (2022) e Santos (2026), sobre minero-dependência. Também foram considerados estudos sobre os efeitos dos desastres de Mariana e Brumadinho e sobre conflitos envolvendo populações atingidas (Cáritas Brasileira Regional Minas Gerais, 2021; Dias; Repolês, 2021; Repolês; Pereira, 2024).

O procedimento analítico consistiu em comparar a finalidade jurídica atribuída à caução com os problemas apontados pela literatura e pelos documentos examinados. A atenção foi direcionada a três aspectos: a suficiência da garantia diante da complexidade dos danos; a relação entre monetização do risco e prevenção; e a participação social na gestão dos recursos. A proposta de utilização dos rendimentos do ativo foi tratada como possibilidade de aprimoramento institucional, e não como mecanismo já previsto na legislação analisada.

DOI: 10.51189/vii-coninters/91294

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da legislação mostra que a caução foi concebida como garantia financeira antecipada. A Lei nº 23.291/2019 relaciona o instrumento à recuperação socioambiental em caso de sinistro e à desativação das barragens, vinculando sua implementação às etapas do licenciamento ambiental (Minas Gerais, 2019). O Decreto nº 48.747/2023 regulamentou o mecanismo e o Decreto nº 48.848/2024 promoveu alterações posteriores (Minas Gerais, 2023; Minas Gerais, 2024). Nesse sentido, existe uma mudança relevante em relação a modelos que deixam a constituição dos recursos para depois da ocorrência do dano.

Ao mesmo tempo, os documentos analisados indicam que o cálculo financeiro não deve ser confundido com a dimensão integral da reparação. Em audiência pública realizada na Assembleia Legislativa de Minas Gerais, Cruz (2024) apresentou estimativas segundo as quais, aplicando-se a metodologia então prevista para a caução, os valores obtidos para Mariana e Brumadinho seriam muito inferiores aos montantes associados às reparações discutidas nos respectivos casos. Trata-se de uma comparação que precisa ser lida com cautela, pois envolve metodologias, datas e finalidades jurídicas distintas, mas ela ajuda a evidenciar uma dificuldade concreta: transformar previamente um conjunto complexo de possíveis danos em um valor financeiro.

A experiência de Mariana e Brumadinho reforça essa limitação. Os danos não se restringem à perda patrimonial ou aos custos de recuperação de áreas degradadas. Há efeitos sobre vínculos comunitários, atividades econômicas, segurança hídrica, saúde coletiva, território e formas de vida. A matriz de danos elaborada no contexto de Mariana evidencia justamente a variedade de dimensões que podem ser atingidas (Cáritas Brasileira Regional Minas Gerais, 2021). Estudos sobre Brumadinho também discutem dimensões que não encontram correspondência simples em valores monetários (Dias; Repolês, 2021).

Outro ponto identificado é a relação entre caução e monetização do risco. Para Nusdeo (2006), instrumentos econômicos podem induzir agentes a incorporar custos ambientais que, de outra forma, poderiam ser transferidos à sociedade. Essa função é relevante. Contudo, a perspectiva da necroeconomia apresentada por Repolês e Kirton-Darling (2024) permite acrescentar outra pergunta: o que acontece quando a própria atividade econômica permanece estruturada sobre a exposição desigual de determinados grupos a riscos ambientais? Nessa situação, constituir uma garantia financeira pode assegurar recursos para uma eventual resposta, mas não substitui medidas de prevenção e controle.

A literatura sobre sustentabilidade e conflitos ambientais ajuda a compreender esse limite. Acselrad (2004) chama atenção para o fato de que a questão ambiental não se resume à eficiência técnica, pois envolve conflitos, desigualdades e diferentes projetos de desenvolvimento. Na mesma direção, Zhouri et al. (2018) mostram que os conflitos associados à mineração são atravessados por disputas políticas, econômicas e territoriais. A chamada “ambientalização dos conflitos” também evidencia o risco de demandas relacionadas a território e modos de vida serem reduzidas a procedimentos técnicos ou administrativos (Zhouri; Laschefski, 2010).

No contexto da minero-dependência, esse problema ganha outra camada. A atividade mineral possui peso econômico e fiscal significativo em determinados territórios, o que pode criar relações de dependência que dificultam a construção de alternativas (Coelho, 2020; Quintão et al., 2022). Svampa (2019) relaciona esse quadro ao neoextrativismo latino-americano, marcado pela inserção dos territórios em cadeias globais de exploração de recursos naturais. Por isso, a análise de um instrumento como a caução não pode ficar limitada ao cálculo financeiro: é necessário observar também as relações sociais e territoriais nas quais ele será aplicado.

DOI: 10.51189/vii-coninters/91294

A partir desse conjunto de elementos, chama atenção a participação social na governança da caução. A legislação analisada estabelece a garantia e define sua estrutura administrativa e financeira, mas não cria, no mesmo nível, um mecanismo específico para que as populações potencialmente atingidas participem da definição dos critérios de suficiência da garantia ou da gestão dos rendimentos produzidos pelo ativo. Essa ausência é relevante porque são essas populações que permanecem no território durante todo o período em que o risco existe.

É nesse ponto que surge a proposta central deste trabalho. Enquanto o valor principal da caução permanecer aplicado para garantir sua finalidade, ele poderá gerar rendimentos financeiros. A discussão proposta não consiste em utilizar antecipadamente o principal nem em transformar esses rendimentos em indenização antecipada. Trata-se de discutir a possibilidade de destinar parte dos rendimentos a ações de interesse socioambiental, definidas com participação das comunidades potencialmente atingidas.

Essa destinação poderia apoiar ações como monitoramento independente, comunicação de riscos, educação ambiental, capacitação, acompanhamento das condições de segurança e outras iniciativas construídas conforme as necessidades de cada território. O ponto fundamental seria garantir participação efetiva na definição das prioridades e transparência na aplicação dos recursos. Dessa forma, a caução continuaria cumprindo sua função de garantia, mas seus efeitos financeiros poderiam também produzir algum benefício no território enquanto o risco permanece existente.

A proposta encontra aproximação com a perspectiva do ecologismo popular porque desloca parte da discussão financeira para a questão distributiva. Martínez Alier (2007) demonstra que conflitos ambientais envolvem diferentes linguagens de valoração e disputas sobre quem suporta os custos ambientais. Acselrad (2001) acrescenta que a sustentabilidade precisa ser relacionada à construção democrática, pois as decisões sobre território e recursos naturais envolvem distribuição de direitos e poder.

É importante destacar os limites da proposta. A participação nos rendimentos não poderia funcionar como preço pago pela exposição ao risco, nem como substituição de indenizações, obrigações de recuperação ou medidas de segurança. Da mesma forma, a existência da caução não poderia limitar a responsabilidade do empreendedor pela reparação integral dos danos. Qualquer aperfeiçoamento do instrumento precisaria preservar essas premissas e estabelecer critérios claros para identificação das populações, governança, transparência, prestação de contas e aplicação dos recursos.

Assim, os resultados da análise indicam que a caução possui utilidade como garantia financeira preventiva, mas apresenta limitações quando tratada como resposta suficiente aos riscos da mineração. A contribuição mais importante da discussão está em ampliar a pergunta: além de quanto deve ser caucionado, é necessário discutir como o ativo será administrado durante todo o período de exposição ao risco e de que maneira os benefícios financeiros produzidos por ele podem ser relacionados à proteção do território.

4 CONCLUSÃO

A análise realizada indica que a caução ambiental mineira representa um avanço ao exigir a constituição prévia de uma garantia financeira para situações de sinistro e desativação de barragens. Entretanto, sua existência não resolve, por si só, os problemas relacionados à prevenção dos riscos nem consegue traduzir integralmente a complexidade dos danos socioambientais em valores monetários.

A pesquisa também evidenciou que a participação das populações potencialmente atingidas precisa receber maior atenção na governança do instrumento. Nesse sentido, a discussão sobre os

DOI: 10.51189/vii-coninters/91294

rendimentos gerados pelo ativo caucionado abre uma possibilidade de aprimoramento: parte desses rendimentos poderia apoiar ações socioambientais escolhidas com participação das comunidades, sem utilização do principal da garantia e sem substituir as responsabilidades legais do empreendedor.

Essa proposta ainda depende de estudos jurídicos e institucionais mais aprofundados, especialmente para definir critérios de acesso, governança, transparência e controle social. Como perspectiva de continuidade, recomenda-se investigar a viabilidade jurídica e econômica desse modelo e sua aplicação em diferentes contextos territoriais de Minas Gerais. O principal resultado deste estudo, portanto, é recolocar a caução no campo da prevenção e da justiça ambiental, evitando que ela seja compreendida apenas como um mecanismo financeiro para lidar com um dano depois que ele já aconteceu.

REFERÊNCIAS

ACSELRAD, Henri. Políticas ambientais e construção democrática. In: VIANA, Gilney; SILVA, Marina; DINIZ, Nilo (org.). *O desafio da sustentabilidade: um debate socioambiental no Brasil*. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2001. p. 75-96.

ACSELRAD, Henri. Sustentabilidade e articulação territorial do desenvolvimento brasileiro. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE DESENVOLVIMENTO REGIONAL, 2., 2004, Santa Cruz do Sul. *Anais [...]*. Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul, 2004.

CÁRITAS BRASILEIRA REGIONAL MINAS GERAIS. *O que é a matriz de danos da população atingida*. Mariana: Assessoria Técnica Independente aos Atingidos e Atingidas pelo Rompimento da Barragem de Fundão, 2021.

COELHO, Tádzio Peters. Dilemas e obstáculos na economia de Brumadinho frente à minério-dependência. *Ciência & Cultura*, São Paulo, v. 72, n. 2, p. 38-43, abr./jun. 2020. DOI: 10.21800/2317-66602020000200009.

CRUZ, Euler de Carvalho. *Regulamentação da caução ambiental da Lei Mar de Lama Nunca Mais: Decreto Estadual nº 48.747/2023*. Belo Horizonte: Fórum Permanente São Francisco, 2024. Apresentação realizada em audiência pública da Comissão de Administração Pública da Assembleia Legislativa de Minas Gerais, Belo Horizonte, 7 mar. 2024.

DIAS, A. L. F.; REPOLÊS, M. F. S. *Dano-morte, necroeconomia e dano existencial no rompimento da barragem da Vale S.A. em Brumadinho, MG*. Belo Horizonte: Marginália Comunicação, 2021.

MARTÍNEZ ALIER, Joan. *O ecologismo dos pobres: conflitos ambientais e linguagens de valoração*. São Paulo: Contexto, 2007.

MILANEZ, Bruno; MAGNO, Lucas; PINTO, Raquel Giffoni. Da política fraca à política privada: o papel do setor mineral nas mudanças da política ambiental em Minas Gerais, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 35, n. 5, e00051219, 2019. DOI: 10.1590/0102-311X00051219.

MINAS GERAIS. Decreto nº 48.747, de 29 de dezembro de 2023. Regulamenta a caução ambiental estabelecida na Lei nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019. *Diário do Executivo*, Belo Horizonte, 2023.

MINAS GERAIS. Decreto nº 48.848, de 25 de junho de 2024. Altera o Decreto nº 48.747, de 29 de dezembro de 2023. *Diário do Executivo*, Belo Horizonte, 2024.

MINAS GERAIS. Lei nº 23.291, de 25 de fevereiro de 2019. Institui a Política Estadual de Segurança de Barragens. *Diário do Executivo*, Belo Horizonte, 2019.

NUSDEO, Ana Maria de Oliveira. O uso de instrumentos econômicos nas normas de proteção ambiental. *Revista da Faculdade de Direito da Universidade de São Paulo*, São Paulo, v. 101, p. 357-378, 2006.

QUINTÃO, M. D. Frederico et al. Brumadinho entre existências e resistências: um contexto marcado pela minero-dependência. In: ENCONTRO DE ESTUDOS ORGANIZACIONAIS DA ANPAD – ENEO, 11., 2022. *Anais [...]*. [S. l.], 2022.

REPOLÊS, Maria Fernanda Salcedo; KIRTON-DARLING, Edward. Deaths in the mud: law and grievable lives in Minas Gerais. In: TRABSKY, Marc; JONES, Imogen (org.). *The Routledge handbook of law and death*. 1. ed. London: Routledge, 2024. p. 53-68. DOI: 10.4324/9781003304593-6.

REPOLÊS, Maria Fernanda Salcedo; PEREIRA, Isabella Gonçalves. *A criminalização dos atingidos pela mineração em Macacos: relatório de pesquisa sobre a ação penal n. 0041987-65.2021.8.13.0188*. Belo Horizonte: Marginália, 2024. 55 p.

SAITO, Kohei. *O capital no Antropoceno*. Tradução de Caroline M. Gomes. São Paulo: Boitempo, 2024.

SANTOS, Juliana de Araújo Veiga dos. *Reparação em Brumadinho: uma nova face da minero-dependência?* 2026. Dissertação (Mestrado em Administração Pública) – Escola de Governo Professor Paulo Neves de Carvalho, Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, 2026.

SVAMPA, Maristella. *As fronteiras do neoextrativismo na América Latina: conflitos socioambientais, giro ecoterritorial e novas dependências*. São Paulo: Elefante, 2019.

VEIGA, José Eli da. *Sustentabilidade: a legitimação de um novo valor*. 3. ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2019.

ZHOURI, Andréa et al. *Mineração, violências e resistências: um campo aberto à produção de conhecimento no Brasil*. Marabá: Editorial iGuana; ABA, 2018.

ZHOURI, Andréa; LASCHEFSKI, Klemens. Desenvolvimento e conflitos ambientais: um novo campo de investigação. In: ZHOURI, Andréa; LASCHEFSKI, Klemens (org.). *Desenvolvimento e conflitos ambientais*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2010.

AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DO CICLO DE VIDA DA PRODUÇÃO DE HIDROGÊNIO VERDE VIA ELETRÓLISE PEM COM ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA PARA A INDÚSTRIA SIDERÚRGICA

GABRIEL SILVA LAUDARES DA CRUZ ; ANA CAROLINA MAIA ANGELO

RESUMO

Este trabalho apresenta uma Avaliação da Sustentabilidade do Ciclo de Vida (ASCV) da produção de hidrogênio verde via eletrólise por membrana de troca protônica (PEM) acoplada a energia solar fotovoltaica (FV), com foco em aplicações na indústria siderúrgica do Nordeste brasileiro. A pesquisa integra três dimensões metodológicas: Avaliação do Ciclo de Vida ambiental (ACV), Avaliação Social do Ciclo de Vida (S-ACV) e Custeio do Ciclo de Vida (CCV), seguindo as normas ABNT NBR ISO 14040:2009 e 14044:2009 e os protocolos da *Life Cycle Initiative* (UNEP/SETAC). A unidade funcional é 1 kg de H_2 comprimido a 350 bar, com pureza ≥ 99,97%, em abordagem *cradle-to-gate*. O Inventário do Ciclo de Vida (ICV) foi construído a partir de dados secundários e modelado no *software* openLCA v2.6.1 com a base BAFU (2025, Version 2) e método IPCC 2021 (AR6), resultando em pegada de carbono de 1,507 kg CO_2eq/kg H_2, inferior ao limite de 3,38 kg CO_2eq/kg H_2 da Estratégia Europeia de Hidrogênio. O consumo elétrico total situa-se entre 58 e 65 kWh/kg H_2, com eficiência termoneutra de 61 a 68%. A S-ACV identificou risco social nulo de conflito hídrico (SR = 0,00), viabilizado pela dessalinização de água do mar, e baixo risco territorial (SR = 0,31), impulsionado pelo elevado fator de capacidade fotovoltaico regional. O Custo Nivelado do Hidrogênio (LCOH) reduz-se de US$ 17,15/kg H_2 (1 MW) para US$ 2,70/kg H_2 (1 GW/2030), com o fator de utilização do eletrolisador como principal direcionador econômico. Os resultados evidenciam potencial técnico, ambiental, social e econômico da rota PEM-Solar para inserção na cadeia industrial brasileira.

Palavras-chave: Hidrogênio verde; Avaliação do ciclo de vida; Sustentabilidade industrial.

1 INTRODUÇÃO

A indústria siderúrgica é responsável por aproximadamente 7% das emissões globais diretas de CO_2 (IEA, 2023), sendo um dos setores de maior dificuldade de descarbonização em razão do papel químico insubstituível do carbono como agente redutor no processo *Blast Furnace – Basic Oxygen Furnace* (BF-BOF). No Brasil, o setor emitiu cerca de 69 Mt CO_2eq em 2022, representando 8% das emissões industriais nacionais (Instituto Aço Brasil, 2023). A

DOI: 10.51189/vii-coninters/91305

rota de redução direta com hidrogênio (DRI-H_2) é capaz de reduzir essas emissões em até 95% (HYBRIT, 2021), sendo o hidrogênio verde o vetor estratégico que viabiliza essa transição. A reação de redução $Fe_2O_3 + 3H_2 \rightarrow 2Fe + 3H_2O$ substitui o carbono como agente redutor, gerando vapor d'água como único subproduto de processo.

O Nordeste brasileiro reúne condições excepcionais para a produção competitiva de hidrogênio verde: irradiação solar média de 5,5 a 6,0 kWh/m²/dia, fator de capacidade fotovoltaico entre 22% e 27%, e custo nivelado de eletricidade renovável (LCOE) de 25 a 35 US$/MWh (EPE, 2022; IRENA, 2023). A tecnologia de eletrólise por Membrana de Troca Protônica (PEM), selecionada por método multicritério considerando flexibilidade operacional, pureza do H_2 produzido e adequação ao contexto brasileiro, destaca-se como a mais promissora para acoplamento direto com fontes intermitentes (Buttler; Spliethoff, 2018). Contudo, a sustentabilidade plena da rota depende da avaliação integrada das dimensões ambiental, social e econômica, lacuna que o presente trabalho visa preencher no contexto nacional.

O objetivo é realizar uma Avaliação da Sustentabilidade do Ciclo de Vida (ASCV) integrada (ACV + S-ACV + CCV) da produção de hidrogênio verde via PEM-Solar no Nordeste brasileiro, quantificando a pegada de carbono, os impactos sociais e o custo nivelado de produção, com foco na integração sistêmica com a indústria siderúrgica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi estruturada em três etapas: (i) revisão bibliométrica e de literatura; (ii) mapeamento do processo produtivo e construção do ICV; e (iii) avaliação integrada ASCV. As três dimensões metodológicas adotadas (ACV, S-ACV e CCV) são descritas a seguir.

ACV: Seguindo a ABNT NBR ISO 14040:2009 e 14044:2009. A unidade funcional é **1 kg de H_2 gasoso comprimido a 350 bar, pureza ≥ 99,97%**, em abordagem *cradle-to-gate* abrangendo cinco subsistemas: (1) geração FV (módulos mono-Si, 560 kWp, campo aberto); (2) condicionamento elétrico AC/DC; (3) dessalinização por osmose inversa; (4) eletrólise PEM (≥ 1 MW, *stack*, BoP e auxiliares); e (5) compressão 30 → 350 bar e armazenamento intermediário. A alocação dos materiais críticos do *stack* segue a Equação (1):

$$M_{alocado} = \frac{M_{total\,stack}}{PH_2 \times FLH \times L} \quad (1)$$

onde FLH = 2.000 h/ano e L = 80.000 h (DOE, 2022). A avaliação de impacto (GWP100) foi realizada no openLCA v2.6.1 com base BAFU (2025, Version 2), processo *Electricity, PV, at 560 kWp, open ground, Single Si [CH]*, e método IPCC 2021 (AR6).

S-ACV: Seguindo as diretrizes UNEP (2020, 2021), com cinco grupos de *stakeholders* (Trabalhadores, Comunidade Local, Atores da Cadeia de Valor, Sociedade e Consumidores). Foram aplicados o modelo de Potencial de Salário Justo (FWP) de Neugebauer *et al.* (2017)

DOI: 10.51189/vii-coninters/91305

(Equação 2) e o modelo de Risco Social (SR) de Wang *et al.* (2022) (Equação 3), com pontos de referência (REF) regionalizados para o contexto nordestino brasileiro:

$$FWP_n = \left(\frac{RW_n}{MLW_n}\right) \times \left(\frac{CWT_n}{RWT_n}\right) \times (1 - IEF_n^2) \quad (2)$$

$$SR = 1 - exp\left(ln(0.5) \times \frac{IND}{REF}\right) \quad (3)$$

CCV: Seguindo a formulação de LCOH de Koj *et al.* (2024) e Kuckshinrichs e Koj (2018). O Fator de Recuperação de Capital CRF = 0,1019 (i = 8% a.a., n = 20 anos). O LCOH é calculado pela Equação (4):

$$LCOH = \frac{CAPEX_{anualizado} + OPEX_{anual} + Reposição_{anual}}{Produção_{anual}} \quad (4)$$

Os resultados são analisados em três cenários de escala (1 MW, 100 MW e 1 GW/2030) e integrados entre as três dimensões da ASCV para identificar *trade-offs* e sinergias.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Inventário do Ciclo de Vida e Avaliação Ambiental (ACV)

O ICV compilado na Tabela 1 evidencia a cascata energética do sistema. O consumo elétrico total situa-se entre 58 e 65 kWh/kg H_2, com a eletrólise PEM respondendo por 82 a 86% desse valor. A eficiência termoneutra do sistema (η = E_ref / E_total, com E_ref = ΔH° = 39,4 kWh/kg H_2) situa-se entre 61% e 68%. O consumo hídrico de processo é de 9 a 10 L/kg H_2 (próximo ao limite estequiométrico de 8,94 L/kg H_2), atingindo 17 a 18 L/kg H_2 quando incluído o resfriamento. A demanda de irídio alocada (0,3 a 1,0 mg/kg H_2), embora pequena por unidade, configura gargalo estratégico para escalonamento: a expansão para 100 GW de eletrólise PEM demandaria 10 a 40 t Ir/ano, superior à produção mundial atual de ~9 t/ano (USGS, 2023; Ndungu *et al.*, 2022).

Tabela 1 – Inventário do Ciclo de Vida (fluxos principais, por 1 kg H_2 @ 350 bar)

DOI: 10.51189/vii-coninters/91305

Processos	Entradas/Saídas	Fluxos	Quantidade	Unidade	Referência
1. Geração Fotovoltaica					
Módulos FV(monocristalinos)	Inputs	Módulos fotovoltaicos monocristalinos Si	3,5 – 4,5	Wp/kg H_2	FTHENAKIS; KIM (2011); ECOINVENT v3.9
		Irradiação solar incidente	510 – 680	MJ/kg H_2	EPE (2022); IRENA (2023)
	Output	Energia elétrica AC gerada (bruta)	58 – 65	kWh/kg H_2	IRENA (2020); BUTTLER; SPLIETHOFF (2018)
2. Condicionamento Elétrico					
Retificador AC/DC+ MPPT	Inputs	Energia elétrica AC (dos módulos FV)	58 – 65	kWh/kg H_2	IRENA (2020)
	Outputs	Energia elétrica DC disponível para eletrólise	55 – 62	kWh/kg H_2	CARMO *et al*. (2013)
		Perdas por conversão AC/DC (~5%)	2 – 3	kWh/kg H_2	CARMO *et al*. (2013)
3. Eletrólise PEM					
Eletrolisador PEM(≥ 1 MW)	Inputs	Energia elétrica DC	50 – 56	kWh/kg H_2	SÁNCHEZ *et al*. (2013); MILLET *et al*. (2011)
		Água desmineralizada (grau ultrapuro)	9,0 – 10,0	L/kg H_2	IRENA (2023); IEA (2021)
		Irídio (IrO_2) — catalisador anódico*	0,3 – 1,0	mg/kg H_2	CARMO *et al*. (2013); USGS (2023)
		Platina (Pt) — catalisador catódico*	0,4 – 1,5	mg/kg H_2	KUSOGLU; WEBER (2017)
		Nafion® — membrana PEM*	0,8 – 1,2	g/kg H_2	KUSOGLU; WEBER (2017)
	Outputs	H_2 gasoso (produto principal, ~30 bar)	1,0	kg	—
		O_2 gasoso (coproduto valorizável)	7,94 – 8,00	kg/kg H_2	Estequiometria teórica (relação 1:0,5 molar)
		Calor residual dissipado pelo stack	8 – 14	kWh/kg H_2	MILLET *et al*. (2011)
		Emissões de CO_2eq incorporadas (ciclo de vida PV)	1,2 – 2,6	kgCO_2eq/kg H_2	FTHENAKIS; KIM (2011)
4. Compressão					
Compressor dediafragma(multi-estágio)	Inputs	H_2 gasoso (~30 bar, saída do eletrolisador)	1,0	kg	—
		Energia elétrica para compressão	5 – 7	kWh/kg H_2	SDANGHI *et al*. (2019)
	Outputs	H_2 comprimido a 350 bar	1,0	kg	—
		Calor residual da compressão	1 – 2	kWh/kg H_2	SDANGHI *et al*. (2019)
5. Armazenamentoe Distribuição					
Vaso de pressão+ Transporte(raio ref.: 50 km)	Inputs	H_2 comprimido a 350 bar	1,0	kg	—
		Energia para monitoramento e segurança	0,1 – 0,3	kWh/kg H_2	IEA (2023)
	Outputs	H_2 comprimido entregue ao cliente (produto final)	1,0	kg	BÉCHARA *et al*. (2020)

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

O GWP100 de 1,507 kg CO_2eq/kg H_2 calculado no openLCA v2.6.1 (Figura 1) é inferior ao limite europeu de 3,38 kg CO_2eq/kg H_2 para hidrogênio de baixa emissão (European Commission, 2020) e conservador em razão do processo FV da base BAFU estar calibrado para irradiação suíça (~1.100 kWh/m²/ano), 80% inferior à do Nordeste (~2.000 kWh/m²/ano, EPE, 2022). O valor real para o contexto brasileiro seria proporcionalmente inferior, reforçando a vantagem competitiva ambiental da rota.

Figura 1 – Resultado da ACV no *software* OpenLCA

3.2 Avaliação Social do Ciclo de Vida (S-ACV)

A Tabela 2 sintetiza os principais resultados da S-ACV. O modelo FWP (Neugebauer *et al.*, 2017) resultou em FWP ≥ 1,0 para os trabalhadores diretos da planta no Nordeste brasileiro, indicando impacto social positivo (*social handprint*): a remuneração média do setor

técnico-industrial regional supera o salário mínimo vital local sem exigência de horas extras sistemáticas. Em contraste, segmentos da cadeia global de suprimentos, especialmente mineração de irídio e platina na África do Sul e fabricação de semicondutores de silício na China, apresentam FWP criticamente abaixo de 1,0, configurando *hotspots* de equidade salarial que demandam devida diligência em direitos humanos.

O modelo SR (Wang *et al.*, 2022) identificou risco hídrico nulo (SR = 0,00): a dessalinização de água do mar (IND = 0,0 L/kg H_2 de água doce continental) versus o limite de outorga industrial de bacias sob estresse hídrico no semiárido (REF = 15,0 L/kg H_2, ANA) elimina qualquer pressão sobre recursos hídricos superficiais. O risco territorial resultou em SR = 0,31 (baixo risco): a ocupação de solo de 0,424 m²/kg H_2 (IND) frente ao referencial global de 0,80 m²/kg H_2 (REF, para irradiação de 1.100 kWh/m²/ano) demonstra que a alta produtividade fotovoltaica nordestina minimiza o conflito fundiário, reduzindo pressões sobre comunidades tradicionais e territórios quilombolas.

Tabela 2 – Síntese dos resultados da S-ACV por grupo de stakeholders

Stakeholder	Subcategoria / Indicador	Resultado	Classificação
Trabalhadores	Salário justo — FWP operacional NE	FWP ≥ 1,0	Favorável (handprint)
Cadeia upstream	FWP — mineração Ir/Pt (África do Sul)	FWP << 1,0	Crítico (hotspot)
Comunidade Local	Conflito hídrico — SR (água doce)	**SR = 0,00**	Risco nulo
Comunidade Local	Uso da terra — SR (territorial)	**SR = 0,31**	Risco baixo
Sociedade	Segurança energética / descarboniz.	Positivo	Favorável
Consumidores	GWP100 < limite UE (3,38 kg CO_2eq)	1,507 kg CO_2eq	Conforme

Fonte: Elaborado pelo autor (2026). FWP: Neugebauer et al. (2017). SR: Wang et al. (2022).

3.3 Custeio do Ciclo de Vida (CCV) LCOH

Para o cenário-base de 1 MW, o CAPEX total é US$ 3.251.050 (CAPEX específico: US$ 3.251/kW), com o sistema FV (US$ 1.040.000, 32,0%) e o eletrolisador PEM (US$ 1.000.000, 30,8%) respondendo por 62,7% do investimento total, ao qual se acrescentam EPC, engenharia e contingência (26,5%). O OPEX anual de US$ 221.787 é dominado por manutenção (29,3%), eletricidade (27,1%) e mão de obra (15,8%). A eletricidade representa apenas 10,9% do custo total anual, pois o baixo fator de utilização do eletrolisador (FLH = 2.000 h/ano, 22,8%) impede a amortização adequada do CAPEX, que domina o custo (59,9%). A Tabela 3 consolida os resultados por cenário.

Tabela 3 – Resultados do LCOH por cenário de escala (US$2024)

DOI: 10.51189/vii-coninters/91305

Indicador	C1 (1 MW, 2024)	C2 (100 MW, 2024–26)	C3 (1 GW, 2030)
FLH (h/ano)	2.000	4.000	5.000
Produção anual (t H_2/ano)	32,3	6.452	100.000
CAPEX total (US$ M)	3,25	232,0	1.081,0
% CAPEX no custo total anual	59,9%	55,7%	40,8%
% Eletricidade no custo total	10,9%	26,4%	37,1%
LCOH bruto (US$/kg H_2)	**17,15**	**6,58**	**2,70**
LCOH c/ O_2 a 100 US$/t (US$/kg H_2)	16,36	5,79	1,91
Custo CO_2 evitado vs. SMR (US$/t CO_2)	1.843	598	141

Fonte: Cálculo dos autores (2026). Base: Koj et al. (2024); DOE (2022); IRENA (2023); EPE (2022, 2024).

A análise de sensibilidade identificou o consumo específico e o FLH como variáveis de maior impacto sobre o LCOH (±20%), seguidos pelo CAPEX (±12%) e taxa de desconto (±11%). O preço da eletricidade tem impacto marginal (±2,2%) em pequena escala, mas torna-se crítico na escala de 1 GW, onde representa 37,1% do custo. Sistemas híbridos solar-eólicos com FLH de 4.000 a 5.000 h/ano reduzem o LCOH em 40 a 60%, constituindo a principal alavanca de competitividade no curto prazo.

A integração das três dimensões revela *trade-offs* relevantes: (i) maior FLH demanda hibridização eólica, com impactos ambientais adicionais não capturados no ICV solar; (ii) o O_2 coproduto (7,94 kg/kg H_2) pode ser fornecido a aciarias BOF/EAF a 100–200 US$/t, reduzindo o LCOH em 0,79 a 1,59 US$/kg H_2 (4,6 a 59% dependendo do cenário); (iii) a dessalinização, economicamente marginal (<0,12 US$/kg H_2), é socialmente estratégica por eliminar o risco hídrico (SR = 0,00); e (iv) fornecedores nacionais de componentes PEM elevariam o CAPEX, mas reduziriam os *hotspots* sociais da cadeia global e gerariam benefícios regionais.

4 CONCLUSÃO

A rota PEM-Solar no Nordeste brasileiro demonstrou desempenho favorável nas três dimensões da ASCV. Ambientalmente, o GWP100 de 1,507 kg CO_2eq/kg H_2 atende aos critérios europeus de hidrogênio de baixa emissão e é conservador em razão dos parâmetros da base BAFU. Socialmente, a dessalinização eliminou o risco hídrico (SR = 0,00) e o elevado fator de capacidade regional minimizou a pressão territorial (SR = 0,31); a cadeia global de PGMs, porém, concentra *hotspots* críticos de equidade salarial que requerem governança responsável de fornecedores. Economicamente, o LCOH reduz-se de US$ 17,15/kg H_2 (1 MW) para US$ 2,70/kg H_2 (1 GW/2030), com o fator de utilização do eletrolisador como principal determinante de custo em pequena escala.

A competitividade plena depende do aumento do FLH por hibridização solar-eólica, da redução do CAPEX dos eletrolisadores e da integração com aplicações industriais, especialmente a siderurgia, onde a coprodução de O_2 cria sinergia direta com processos BOF/EAF. Como perspectivas futuras, indicam-se: a condução de ACV com dados primários

de plantas nacionais; a análise probabilística do LCOH (Monte Carlo); a incorporação de categorias adicionais de impacto ambiental; e a quantificação da pegada de carbono do aço verde pela rota DRI-H_2.

REFERÊNCIAS

BUTTLER, A.; SPLIETHOFF, H. **Current status of water electrolysis for energy storage, grid balancing and sector coupling. Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 82, p. 2440–2454, 2018.

CARMO, M. et al. **A comprehensive review on PEM water electrolysis. International Journal of Hydrogen Energy**, v. 38, p. 4901–4934, 2013.

DOE — DEPARTMENT OF ENERGY. **Technical Targets for PEM Electrolysis**. Washington, DC: U.S. DOE, 2022.

EPE — EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Decenal de Expansão de Energia** 2031. Brasília: MME, 2022.

EPE — EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Plano Nacional do Hidrogênio** 2024. Brasília: MME, 2024.

EUROPEAN COMMISSION. **A hydrogen strategy for a climate-neutral Europe**. Brussels: EC, 2020.

HYBRIT. **Fossil-Free Steel**. Stockholm: SSAB; LKAB; Vattenfall, 2021.

IEA — INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. **Global Hydrogen Review 2023**. Paris: OECD/IEA, 2023.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Anuário estatístico 2023**. Rio de Janeiro, 2023. IRENA. **Green**

Hydrogen Cost Reduction. Abu Dhabi: IRENA, 2020.

IRENA. **Green Hydrogen: A Guide to Policy Making**. Abu Dhabi: IRENA, 2022. IRENA.

Water for Hydrogen Production. Abu Dhabi: IRENA; Bluerisk, 2023.

KOJ, J. C. et al. **Life cycle environmental impacts and costs of water electrolysis technologies**. Energy, Sustainability and Society, v. 14, n. 64, 2024.

KUCKSHINRICHS, W.; KOJ, J. C. **Levelized cost of energy from private and social perspectives**. Journal of Cleaner Production, v. 203, p. 619–632, 2018.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

DETERMINANTES SOCIAIS DA SAÚDE E SUSTENTABILIDADE: DESIGUALDADES EM POPULAÇÕES DE OCUPAÇÕES

JOÃO ANTONIO CARRARO

Introdução: Os Determinantes Sociais da Saúde (DSS) influenciam diretamente o processo saúde-doença, especialmente em populações que vivenciam condições de vulnerabilidade social. O artigo analisado aborda uma população residente em uma ocupação na cidade de Campinas (SP), evidenciando como moradia, trabalho, renda, alimentação, violência e acesso aos serviços de saúde interferem nas condições de vida. **Objetivos:** Compreender como os determinantes e condicionantes sociodemográficos interferem no processo saúde-doença de uma população residente em uma ocupação, considerando as desigualdades vivenciadas, a segregação socioespacial e a influência dos DSS nas condições de vida e saúde. **Metodologia:** Trata-se de uma análise acadêmica do artigo "Na ausência de endereço, onde mora a saúde? Determinantes sociais e populações de ocupações". O estudo analisado realizou entrevistas com dez moradores de uma ocupação em Campinas (SP), buscando compreender suas percepções sobre desigualdades, segregação socioespacial e determinantes sociais relacionados à saúde. **Resultados:** Foram identificadas vulnerabilidades relacionadas à precariedade habitacional, com moradias construídas com materiais inadequados, infiltrações, umidade, mofo e possibilidade de proliferação de vetores. Essas condições estão associadas ao aumento de infecções de vias aéreas superiores e doenças alérgicas. Também foram observados desemprego, insegurança alimentar, estresse, violência estrutural e insegurança territorial. O acesso limitado aos serviços de saúde dificulta a criação de vínculo com as equipes da Atenção Primária. O estudo evidencia ainda a necessidade de articulação entre saúde, assistência social, educação e habitação, além do fortalecimento do trabalho multiprofissional e da atuação dos agentes comunitários de saúde. **Conclusão:** A análise evidencia que a saúde não deve ser compreendida apenas como ausência de doença, pois está relacionada às condições de moradia, saneamento, água potável, alimentação, trabalho, renda, educação e lazer. A incorporação dos DSS no planejamento da Atenção Primária, associada à intersetorialidade, à escuta qualificada e ao cuidado centrado na pessoa, contribui para enfrentar desigualdades, promover equidade e construir condições de vida mais saudáveis. A abordagem também reforça a importância de reconhecer as experiências dos moradores, respeitar sua autonomia e evitar a responsabilização individual por problemas produzidos por condições sociais e estruturais.

Palavras-chave: **DETERMINANTES SOCIAIS DA SAÚDE; VULNERABILIDADE SOCIAL; ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE**

DOI: 10.51189/vii-coninters/91313

MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO COMO ESTRATÉGIA PARA A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL EM SISTEMAS PRODUTIVOS DO SEMIÁRIDO

LARISSA ALMEIDA DE SANTANA; VALTER SILVA FERREIRA; ISMAEL DE OLIVEIRA CAVALCANTE; JOSE ILTON PEREIRA ALVES; NERIANE RODRIGUES DE LIMA; LUCAS ALMEIDA DE SANTANA; CARLOS EDUARDO PEREIRA ALVES.

RESUMO

A matéria orgânica do solo desempenha papel fundamental na manutenção da qualidade dos solos e no funcionamento dos agroecossistemas, atuando diretamente na estrutura, retenção de água, ciclagem de nutrientes e armazenamento de carbono. Entretanto, em regiões semiáridas, fatores como baixa disponibilidade hídrica, elevadas temperaturas, irregularidade das precipitações e alterações no uso da terra podem comprometer a manutenção dos estoques de carbono orgânico, aumentando a vulnerabilidade dos solos aos processos de degradação. Diante desse cenário, este trabalho teve como objetivo discutir a importância da matéria orgânica do solo como componente estratégico para a sustentabilidade ambiental, destacando sua dinâmica em ambientes semiáridos e as práticas de manejo capazes de favorecer sua conservação. Foi realizada uma revisão bibliográfica de abordagem qualitativa, considerando artigos científicos, capítulos de livros e documentos técnicos obtidos nas bases Web of Science, Scopus, SciELO e Google Scholar, priorizando publicações entre 2020 e 2026, complementadas por estudos clássicos relevantes para a compreensão da dinâmica da matéria orgânica do solo. A literatura analisada evidenciou que a conversão da vegetação nativa para sistemas agrícolas convencionais promove alterações na dinâmica do carbono, reduzindo o aporte de biomassa e favorecendo perdas de matéria orgânica do solo. Por outro lado, práticas conservacionistas, como sistemas integrados de produção, sistemas agroflorestais, plantio direto e rotação de culturas, apresentam potencial para aumentar os estoques de carbono, melhorar os atributos do solo e ampliar a resiliência dos sistemas produtivos frente às mudanças climáticas. Estudos demonstram que o Sistema Plantio Direto favorece o aumento dos estoques de matéria orgânica do solo, enquanto sistemas integrados, como a ILPF, promovem maior acúmulo de carbono devido ao aumento do aporte de biomassa vegetal e intensificação da ciclagem de nutrientes.

Palavras-chave: Carbono orgânico; manejo conservacionista; sistemas integrados de produção.

1 INTRODUÇÃO

Os sistemas convencionais de produção agrícola têm enfrentado desafios crescentes para atender à demanda mundial por alimentos diante do crescimento populacional, das mudanças climáticas e da degradação dos recursos naturais. No Semiárido brasileiro, essas limitações são intensificadas pela baixa disponibilidade hídrica, irregularidade das precipitações e fragilidade dos solos, tornando necessária a adoção de estratégias sustentáveis de manejo capazes de promover a conservação dos recursos naturais e a resiliência dos sistemas produtivos (FAO, 2022; Angelotti *et al*., 2025). Nesse cenário, torna-se fundamental

o desenvolvimento de tecnologias que aumentem a eficiência produtiva, reduzam os impactos ambientais e contribuam para a segurança alimentar em longo prazo.

A sustentabilidade ambiental dos sistemas agrícolas está diretamente relacionada à capacidade dos solos em manter suas funções ecológicas e produtivas. Entre os atributos responsáveis pela qualidade do solo, destaca-se a matéria orgânica do solo (MOS), considerada um componente essencial dos agroecossistemas por atuar na melhoria da estrutura do solo, retenção de água, ciclagem de nutrientes e armazenamento de carbono (Lal, 2020). Entretanto, em ambientes semiáridos, fatores como elevadas temperaturas, baixa disponibilidade hídrica e reduzida produção de biomassa podem limitar a manutenção dos estoques de matéria orgânica, tornando os solos mais vulneráveis aos processos de degradação.

Além das condições climáticas, alterações no uso da terra e práticas inadequadas de manejo podem acelerar a redução dos estoques de carbono orgânico do solo. Dessa forma, estratégias conservacionistas, como sistemas integrados de produção, plantio direto e sistemas agroflorestais, apresentam potencial para favorecer a conservação da matéria orgânica e aumentar a sustentabilidade dos sistemas produtivos (Teixeira *et al*., 2021).

Nesse contexto, compreender os processos relacionados à dinâmica da matéria orgânica do solo torna-se fundamental, visto que sua conservação está diretamente associada à capacidade dos sistemas produtivos de resistirem às condições ambientais adversas e manterem sua produtividade ao longo do tempo. Diante disso, este trabalho teve como objetivo discutir a importância da matéria orgânica do solo como ferramenta para sustentabilidade ambiental, enfatizando sua dinâmica em ambientes semiáridos e práticas de manejo capazes de promover sua conservação.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido por meio de uma revisão bibliográfica de abordagem qualitativa, visando analisar a importância da matéria orgânica do solo como componente estratégico para a sustentabilidade ambiental em sistemas produtivos do Semiárido brasileiro.

A busca das informações foi realizada em bases de dados científicas, incluindo Web of Science, Scopus, SciELO e Google Scholar, considerando artigos científicos, capítulos de livros e documentos técnicos relacionados à dinâmica da matéria orgânica do solo, carbono orgânico, qualidade do solo, sustentabilidade ambiental e sistemas conservacionistas de manejo. Foram utilizados como descritores: “matéria orgânica do solo”, “carbono orgânico do solo”, “sustentabilidade ambiental”, “manejo conservacionista”, “sistemas integrados de produção” e “Semiárido brasileiro”.

Foram selecionadas publicações entre 2020 e 2026, complementadas por estudos clássicos considerados fundamentais para compreensão da dinâmica da matéria orgânica do solo, incluídos estudos que apresentavam relação direta com a dinâmica da matéria orgânica do solo, estoques de carbono, qualidade do solo e estratégias de manejo sustentável em ambientes agrícolas, especialmente no contexto semiárido.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura analisada evidencia que a matéria orgânica do solo (MOS) constitui um dos principais indicadores da qualidade dos solos, devido à sua influência nos processos físicos, químicos e biológicos dos agroecossistemas. A MOS atua diretamente na formação e estabilidade dos agregados, melhoria da estrutura do solo, retenção de água, disponibilidade de nutrientes e armazenamento de carbono, sendo um componente essencial para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas (Lavallee *et al*., 2020).

Em ambientes semiáridos, a manutenção dos estoques de matéria orgânica apresenta maior vulnerabilidade devido às limitações ambientais, principalmente a baixa disponibilidade hídrica, elevada temperatura e irregularidade das precipitações. Essas condições reduzem a produção de biomassa vegetal e, consequentemente, diminuem o aporte de resíduos orgânicos ao solo, comprometendo o balanço entre entrada e perda de carbono. Além disso, as mudanças climáticas associadas à intensificação dos eventos extremos e às alterações no regime hídrico podem ampliar a vulnerabilidade dos sistemas produtivos do Semiárido brasileiro, tornando necessárias estratégias de manejo voltadas à conservação dos recursos naturais e aumento da resiliência dos agroecossistemas (Angelotti *et al*., 2025).

A conversão da vegetação nativa em agrossistemas, envolvendo a remoção da cobertura vegetal e alterações nas práticas de manejo do solo, representa um dos principais fatores responsáveis pelas modificações nos estoques de carbono orgânico. O uso e manejo subsequentes dos sistemas agrícolas determinam a redução, manutenção ou incremento do carbono no solo, uma vez que a substituição da vegetação natural pode reduzir o aporte de resíduos vegetais e alterar a dinâmica da matéria orgânica do solo (Medeiros *et al*., 2022).

Estudos realizados em áreas do Semiárido brasileiro demonstram que mudanças no uso da terra podem provocar alterações significativas nos estoques de carbono do solo. A substituição da vegetação nativa por sistemas agrícolas convencionais reduz a cobertura vegetal e intensifica os processos de mineralização da matéria orgânica, resultando em perdas de carbono e nitrogênio do solo. Em áreas de Caatinga convertidas para cultivo agrícola, foram observadas reduções próximas a 50% nos estoques de carbono e nitrogênio do solo, evidenciando o impacto das alterações antrópicas sobre a qualidade dos solos semiáridos (Fracetto *et al*., 2012). Nesse sentido, a transformação de ambientes naturais em sistemas agrícolas convencionais pode provocar alterações nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, comprometendo a qualidade do solo e sua capacidade de fornecer serviços ecossistêmicos. Entretanto, sistemas conservacionistas, como sistemas agroflorestais, apresentam potencial para recuperar os estoques de carbono e nitrogênio e melhorar a qualidade dos solos em regiões semiáridas (Tonucci *et al*., 2023).

Dessa forma, tecnologias e sistemas agropecuários conservacionistas, como o sistema de plantio direto associado à adubação verde, sistemas agroflorestais (SAFS) e sistemas integrados de produção, incluindo Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF), Integração Pecuária-Floresta (IPF) e Integração Lavoura-Pecuária (ILP), apresentam-se como alternativas capazes de aumentar os teores de matéria orgânica do solo, favorecer a segurança alimentar, promover a provisão de serviços ecossistêmicos e contribuir para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa e dos efeitos das mudanças climáticas (Teixeira *et al*., 2021).

Tabela 1. Características dos sistemas de manejo e seus efeitos sobre a dinâmica da matéria orgânica do solo.

Sistema de Manejo	Características Principais	Efeito sobre a matéria orgânica do solo	Benefícios para a sustentabilidade

Sistema Convencional	Revolvimento frequente do solo, baixa manutenção de cobertura vegetal e menor quantidade de resíduos orgânicos	Redução dos estoques de carbono devido à maior exposição da matéria orgânica à decomposição e mineralização	Pode apresentar maior risco de degradação, erosão e perda de nutrientes
Sistema Plantio Direto (SPD)	Ausência ou redução do revolvimento do solo, manutenção de palhada e uso de plantas de cobertura	Favorece o acúmulo de carbono orgânico e aumento da estabilidade dos agregados do solo	Melhora a retenção de água, reduz erosão e contribui para conservação do solo
Integração Lavoura-Pecuária (ILP)	Associação entre cultivos agrícolas e produção animal em rotação ou sucessão	Aumenta o aporte de resíduos vegetais e animais, favorecendo a ciclagem de nutrientes e incremento da MOS	Promove diversificação produtiva, recuperação de áreas degradadas e maior eficiência do uso dos recursos
Integração Lavoura-Pecuária-Floresta(ILPF)	Integração de culturas agrícolas, animais e espécies florestais na mesma área	Maior deposição de biomassa e potencial de aumento dos estoques de carbono no solo	Contribui para mitigação das emissões de gases de efeito estufa, conforto animal e resiliência climática
Sistemas Agroflorestais	Combinação de espécies agrícolas e florestais, com maior diversidade vegetal	Favorecem a entrada contínua de resíduos orgânicos e proteção do carbono no solo	Melhoram a biodiversidade, a qualidade do solo e a recuperação de ambientes degradados

Fonte: Elaborado pelo autor (2026).

A síntese apresentada na Tabela 1 evidencia que sistemas baseados na manutenção da cobertura vegetal e no aumento da diversidade de espécies apresentam maior potencial para conservação da matéria orgânica do solo. Sistemas convencionais tendem a favorecer perdas de carbono devido ao menor aporte de resíduos e maior intensidade dos processos de decomposição. Em contrapartida, sistemas conservacionistas, como SPD, ILP, ILPF e SAFs, favorecem a entrada contínua de biomassa, estimulam a ciclagem de nutrientes e contribuem para o aumento da resiliência dos agroecossistemas, especialmente em ambientes semiáridos, onde a manutenção da MOS é limitada pelas condições climáticas adversas.

Sistema Plantio Direto (SPD)

No (SPD), a manutenção da cobertura permanente do solo e o aporte contínuo de resíduos vegetais favorecem a dinâmica da matéria orgânica do solo. A deposição de palhada na superfície contribui para o aumento da entrada de carbono no sistema, favorecendo a ciclagem de nutrientes e a melhoria dos atributos químicos, físicos e biológicos do solo. Dessa forma, o SPD promove maior conservação da matéria orgânica, auxilia na manutenção dos estoques de carbono e contribui para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas ao reduzir perdas associadas ao revolvimento intenso do solo (EMBRAPA, 2021;EMBRAPA,2022). Estudos demonstram que o Sistema Plantio Direto favorece o acúmulo de matéria orgânica no solo. Bayer e Schneider (1999) observaram que áreas conduzidas sob SPD durante 3 a 7 anos apresentaram incrementos entre 25 e 108% na camada superficial (0–2,5 cm) e entre 18 e 52% na camada de 0–10 cm, quando comparadas ao preparo convencional, evidenciando o potencial desse sistema na recuperação e conservação dos estoques de matéria orgânica do solo.

Integração Lavoura-Pecuária (ILP)

Além do SPD, os sistemas integrados de produção, como a Integração Lavoura-Pecuária (ILP), apresentam potencial para aumentar os estoques e melhorar a qualidade da matéria orgânica do solo. A inclusão de espécies forrageiras no sistema proporciona maior produção de biomassa vegetal, tanto pela parte aérea quanto pelo sistema radicular, aumentando o aporte de resíduos orgânicos e favorecendo a estabilização do carbono no solo. Em estudo realizado no Cerrado brasileiro, Gazolla *et al.* (2015) verificaram que a ILP apresentou os maiores teores de carbono orgânico total, carbono orgânico particulado e carbono associado aos minerais entre os sistemas cultivados, evidenciando a contribuição desse sistema para a conservação da matéria orgânica do solo.

Esses resultados estão relacionados principalmente à introdução de gramíneas forrageiras, como a braquiária, que apresentam elevada produção de biomassa e sistema radicular desenvolvido, contribuindo para maior entrada de carbono no solo e formação de frações mais estáveis da matéria orgânica.

Integração Lavoura-Pecuária-Floresta(ILPF)

O (ILPF) consiste em um sistema de produção sustentável que combina, em uma mesma área, componentes agrícolas, pecuários e florestais, podendo ser estabelecida por meio de consórcios, sucessões ou rotações entre as atividades produtivas. Essa estratégia busca promover a complementaridade entre os diferentes componentes do sistema, favorecendo o uso mais eficiente dos recursos naturais, a diversificação das fontes de produção e o aumento da produtividade com maior sustentabilidade. Além disso, a ILPF contribui para reduzir a necessidade de expansão das áreas agrícolas, diminuindo a pressão sobre novos desmatamentos e favorecendo a conservação dos recursos ambientais. A Integração Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) destaca-se como um sistema conservacionista capaz de favorecer o aumento dos estoques de carbono e da matéria orgânica do solo, devido ao maior aporte de biomassa vegetal, crescimento radicular das espécies forrageiras e arbóreas e intensificação da ciclagem de nutrientes. Esses processos contribuem para a incorporação e estabilização do carbono no solo, promovendo melhorias na qualidade dos agroecossistemas. Nesse contexto, Conceição et al. (2017) observaram acúmulo de 1,83 Mg C ha^{-1} ano^{-1} na camada de 0–30 cm do solo em sistema ILPF após três anos de implantação, evidenciando o potencial desse sistema integrado para aumentar o armazenamento de carbono e favorecer a sustentabilidade dos sistemas produtivos.

Sistemas Agroflorestais (SAFs)

Entre os sistemas conservacionistas, os sistemas agroflorestais (SAFs) destacam-se pela integração entre espécies arbóreas, culturas agrícolas e componentes animais, promovendo maior diversidade vegetal e aporte contínuo de biomassa ao solo. Essa característica favorece o acúmulo de matéria orgânica, a recuperação de áreas degradadas e a conservação dos recursos naturais. Além disso, os SAFs apresentam potencial para aumentar a resiliência dos sistemas agrícolas frente às mudanças climáticas, contribuindo para a conservação da biodiversidade e melhoria dos serviços ecossistêmicos (Santos et al., 2024).

Dessa forma, os sistemas conservacionistas representam alternativas promissoras para a manutenção da matéria orgânica do solo, porém sua eficiência depende das condições ambientais, disponibilidade tecnológica e capacidade de manejo dos produtores. Apesar dos benefícios ambientais, a adoção de sistemas conservacionistas apresenta desafios relacionados ao custo inicial de implantação, necessidade de assistência técnica, conhecimento sobre manejo e adaptação das tecnologias às condições locais. No Semiárido brasileiro, esses fatores podem limitar a adoção pelos produtores, sendo necessárias políticas públicas, capacitação e pesquisas voltadas às condições específicas da região.

4 CONCLUSÃO

A matéria orgânica do solo constitui um componente essencial para a sustentabilidade dos agroecossistemas, atuando na melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo, além de contribuir para o armazenamento de carbono, retenção de água e ciclagem de nutrientes. No Semiárido brasileiro, sua conservação representa um desafio devido às limitações climáticas, como baixa disponibilidade hídrica, elevadas temperaturas e reduzida produção de biomassa.

A literatura analisada evidencia que alterações no uso da terra e sistemas convencionais de manejo podem comprometer os estoques de matéria orgânica e intensificar processos de degradação do solo. Em contrapartida, estratégias conservacionistas, como Sistema Plantio Direto, Integração Lavoura-Pecuária, Integração Lavoura-Pecuária-Floresta e Sistemas Agroflorestais, apresentam potencial para aumentar os estoques de carbono, favorecer a qualidade do solo e ampliar a resiliência dos sistemas produtivos.

Dessa forma, a conservação da matéria orgânica do solo deve ser considerada uma estratégia fundamental para a sustentabilidade ambiental em regiões semiáridas. Como limitação, destaca-se o caráter bibliográfico do estudo, que não permitiu avaliações experimentais próprias. Assim, pesquisas futuras devem priorizar estudos de longo prazo em diferentes condições edafoclimáticas, visando identificar estratégias de manejo mais eficientes para conservação da matéria orgânica e adaptação dos agroecossistemas às mudanças climáticas.

REFERÊNCIAS

ANGELOTTI, F.;et al. Sustainable research initiatives focusing on agricultural adaptation to climate change in the Brazilian semiarid region. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 60, p. e04136, 2025.

BAYER, C. SCHNEIDER, N. G. Plantio direto e o aumento no conteúdo de matéria orgânica do solo em pequenas propriedades rurais no município de Teutônia. **Ciência Rural**, v. 29, n. 1, p. 165-166, 1999.

CONCEIÇÃO, M. C. G.; MATOS, E. S.; BIDONE, E. D.; RODRIGUES, R. A. R.; CORDEIRO, R. C. Changes in soil carbon stocks under Integrated Crop-Livestock-Forest system in the Brazilian Amazon Region. Agricultural Sciences, v.8, p.904-913, 2017.

EMBRAPA. **Sistema Plantio Direto:ao solo.** Brasília, DF: Embrapa, 2022. Disponível em: https://www.embrapa.br/web/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/sistema-plantio-direto
Acesso em: 10 set.2026

EMBRAPA. **Sistema Plantio Direto: benefícios ao solo – química do solo: matéria orgânica**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/web/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/sistema-plantio-direto/fundamentos/beneficios/ao-solo Acesso em: 10 set.2026

FAO. The state of food and agriculture 2022. Leveraging automation in agriculture for transforming agrifood systems. **Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations**, 2022.

FRACETTO, F.J.C.; FRACETTO, G.G.M.; CERRI, C.C. FEIGL, B.J.; SIQUEIRA NETO, M. Estoques de carbono e nitrogênio no solo cultivado com mamona na Caatinga. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v.36, n.5, p. 1545-1552, 2012.

GAZOLLA, P.R.; GUARESCHI, R. F.; PERIN, A.; PEREIRA, M. G.; ROSSI, C. Q. Frações da matéria orgânica do solo sob pastagem, sistema plantio direto e integração lavoura-pecuária. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 2, p. 693-704, 2015.

LAL, R. Soil organic matter and water retention. **Agronomy Journal**, v. 112, n. 5, p. 3265-3277, 2020.

LAVALLEE, J. M.; SOONG, J. L.; COTRUFO, M. F. Conceptualizing soil organic matter into particulate and mineral‐associated forms to address global change in the 21st century. **Global change biology**, v. 26, n.1, p. 261-273, 2020.

MEDEIROS, A. S.; SOARES, A. A. S.; MAIA, S. M. F. Soil carbon stocks and compartments of organic matter under conventional systems in Brazilian semi-arid region. **Revista Caatinga**, v. 35, n. 3, p. 697-710, 2022.

SANTOS, L. S. V dos.; PANDOLFI, M. A. C.; MAGRINI, R. C. Sistemas agroflorestais brasileiros. **Interface Tecnológica**, v. 21, n. 1, p. 566-575, 2024.

TEIXEIRA NETO, M. L. et al. Sistemas integrados no bioma cerrado do Nordeste Brasileiro. 2021.

TONUCCI, R. G.; et al. Agroforestry system improves soil carbon and nitrogen stocks in depth after land-use changes in the Brazilian semi-arid region. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 47, p. e0220124, 2023.

FOTOGRAFIA CIENTÍFICA DE AVES COMO FERRAMENTA PARA ALFABETIZAÇÃO EM BIODIVERSIDADE: EXPERIÊNCIA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL BASEADA EM LEVANTAMENTO ORNITOLÓGICO NA REGIÃO DO MÉDIO PARAÍBA (RJ)

KAUAN GARCIA DA SILVA FLORENTINO

RESUMO

A crescente perda de biodiversidade tem intensificado o debate sobre o papel da educação ambiental na formação de sociedades capazes de compreender e valorizar os processos ecológicos que sustentam os ecossistemas. Nesse contexto, a alfabetização em biodiversidade constitui uma abordagem relevante para ampliar o reconhecimento e a compreensão das espécies presentes no cotidiano. O presente trabalho tem como objetivo relatar a experiência do Projeto EcoFauna, que integra levantamento ornitológico, fotografia científica e ações de educação ambiental nos municípios de Piraí, Mendes e Paracambi (RJ), buscando aproximar estudantes da biodiversidade regional. As atividades partiram da observação direta da avifauna e do registro fotográfico não invasivo das espécies, cujas imagens foram posteriormente empregadas na elaboração de materiais educativos. Na fase inicial de implementação, o projeto realizou ações em seis instituições de ensino do município de Piraí, incluindo cinco escolas públicas municipais e uma instituição privada, alcançando aproximadamente 300 estudantes do ensino fundamental. As atividades consistiram na apresentação interativa de registros fotográficos de aves locais, acompanhados de informações sobre identificação, ecologia e importância das espécies para os ecossistemas. Durante as ações, observou-se participação dos estudantes, interesse pelas espécies apresentadas e reconhecimento de organismos presentes no próprio território. Embora não tenha sido aplicado instrumento quantitativo de avaliação da aprendizagem, a experiência evidencia o potencial da integração entre fotografia científica, levantamento ornitológico e educação ambiental como estratégia de aproximação entre conhecimento científico, biodiversidade local e comunidade escolar.

Palavras-chave: Comunicação científica; Educação ambiental; Ornitologia.

1 INTRODUÇÃO

A seção de introdução do trabalho deve ser concisa, fornecendo uma contextualização sucinta do tema em questão. A justificativa para o problema abordado deve ser apresentada de maneira clara, fundamentada em fontes bibliográficas relevantes. O último parágrafo desta seção deve explicitar de forma precisa o objetivo geral do estudo realizado. A biodiversidade constitui um dos principais componentes responsáveis pelo funcionamento dos ecossistemas e pela manutenção de processos ecológicos fundamentais para o equilíbrio ambiental. Entre esses processos destacam-se a ciclagem de nutrientes, a regulação climática, a polinização e o controle biológico, todos essenciais para a sustentabilidade dos sistemas naturais e para o bem-estar humano. Entretanto, nas últimas décadas, diversos estudos têm evidenciado um processo global de declínio da biodiversidade, impulsionado principalmente por alterações no

DOI: 10.51189/vii-coninters/91337

uso da terra, fragmentação de habitats, mudanças climáticas e intensificação das atividades antrópicas (Dirzo et al., 2014).

Nesse contexto, a educação ambiental tem sido amplamente reconhecida como um instrumento fundamental para promover maior conscientização social sobre a importância da conservação da natureza. Ao favorecer o desenvolvimento de conhecimentos, valores e atitudes relacionados ao meio ambiente, a educação ambiental contribui para a formação de cidadãos capazes de compreender as complexas interações entre sociedade e natureza, estimulando práticas mais sustentáveis e responsáveis (Loureiro, 2012). Além disso, abordagens educativas que valorizam a realidade local tendem a ser mais significativas, pois permitem que os indivíduos estabeleçam relações mais diretas com o ambiente em que estão inseridos.

Apesar do avanço da produção científica sobre biodiversidade, estudos indicam que grande parte da população apresenta baixo reconhecimento de espécies presentes em seus próprios ecossistemas. Ballouard et al. (2011), por exemplo, demonstraram que crianças frequentemente reconhecem com maior facilidade espécies exóticas amplamente divulgadas pela mídia do que organismos presentes em seu ambiente local. Esse fenômeno tem sido descrito como um indicador do chamado "distanciamento da natureza", refletindo a diminuição das interações diretas entre as pessoas e os ambientes naturais, especialmente em contextos urbanos.

Diante desse cenário, abordagens voltadas à alfabetização em biodiversidade podem contribuir para ampliar a capacidade de reconhecer, identificar e compreender organismos presentes no ambiente natural. O contato com espécies locais e a valorização de organismos comuns no cotidiano podem favorecer o interesse dos estudantes pela biodiversidade e pela conservação (Lindemann-Matthies, 2005). Assim, estratégias educativas contextualizadas no território apresentam potencial para tornar o conhecimento sobre biodiversidade mais próximo da realidade dos estudantes.

Entre os diferentes grupos biológicos, as aves destacam-se como organismos particularmente adequados para ações educativas voltadas à biodiversidade. A avifauna apresenta elevada diversidade taxonômica, ampla distribuição geográfica e relativa facilidade de observação, características que favorecem sua utilização em atividades de sensibilização ambiental e divulgação científica (Sick, 1997). Além disso, as aves desempenham funções ecológicas relevantes, como dispersão de sementes, controle de insetos e participação em cadeias tróficas, o que amplia seu potencial como ferramenta didática para abordar diferentes aspectos da ecologia.

Adicionalmente, o crescimento global da observação de aves tem contribuído para o desenvolvimento de iniciativas de monitoramento participativo da biodiversidade, frequentemente associadas a projetos de ciência cidadã (Sullivan et al., 2014). Nesse contexto, registros fotográficos da avifauna têm sido amplamente utilizados como ferramentas para documentação da biodiversidade, comunicação científica e engajamento público, possibilitando maior aproximação entre conhecimento científico e sociedade.

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo relatar a experiência do Projeto EcoFauna na integração entre levantamento ornitológico, fotografia científica e educação ambiental, destacando o uso de registros de aves locais como recurso para ações voltadas ao reconhecimento e à valorização da biodiversidade regional nos municípios de Piraí, Mendes e Paracambi, no estado do Rio de Janeiro.

2 RELATO DE CASO/EXPERIÊNCIA

O Projeto EcoFauna desenvolve atividades voltadas ao registro, documentação e divulgação da biodiversidade regional por meio de levantamentos de campo e ações de

DOI: 10.51189/vii-coninters/91337

educação ambiental. As atividades do projeto são realizadas nos municípios de Piraí, Mendes e Paracambi, no estado do Rio de Janeiro, em área inserida no domínio da Mata Atlântica. A relevância biológica e o histórico de transformação desse bioma reforçam a importância de iniciativas voltadas ao conhecimento, à divulgação e à conservação da biodiversidade local.

As atividades de levantamento ornitológico realizadas no âmbito do Projeto EcoFauna consistiram na observação direta da avifauna em diferentes ambientes desses municípios, incluindo fragmentos florestais, áreas de borda de mata e ambientes antrópicos. Essa diversidade de ambientes possibilitou o registro de espécies associadas a diferentes condições ecológicas e contribuiu para a construção de um acervo representativo da avifauna regional.

Durante as saídas de campo, foram realizados registros fotográficos das espécies observadas, permitindo documentar sua ocorrência, padrões de comportamento e características morfológicas. A fotografia científica foi empregada como ferramenta de registro e documentação, contribuindo para a formação de um acervo visual posteriormente utilizado nas atividades educativas. Todas as atividades de registro e documentação da avifauna foram conduzidas de forma não invasiva e sem manipulação dos animais.

O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA), conforme Parecer nº 007/2024, garantindo que as atividades de campo fossem conduzidas em conformidade com as diretrizes éticas aplicáveis às pesquisas envolvendo fauna.

Os registros fotográficos obtidos em campo são posteriormente utilizados na produção de materiais educativos voltados à divulgação da avifauna regional. Esses materiais incluem apresentações visuais, painéis educativos e conteúdos informativos que abordam a identificação das espécies, seus hábitos ecológicos e o papel das aves nos ecossistemas, contribuindo para a popularização do conhecimento científico.

Durante sua fase inicial de implementação, o projeto realizou atividades de educação ambiental em seis instituições de ensino do município de Piraí, sendo cinco escolas da rede pública municipal e uma instituição privada. As atividades alcançaram aproximadamente 300 estudantes do ensino fundamental, ampliando o acesso ao conhecimento sobre a biodiversidade local.

As ações educativas consistiram na apresentação de registros fotográficos de espécies de aves registradas no próprio município, acompanhadas de informações sobre aspectos ecológicos, comportamentais e sua importância para o funcionamento dos ecossistemas. As apresentações foram estruturadas de forma interativa, estimulando a participação dos estudantes e incentivando o reconhecimento de espécies presentes na região.

A utilização de imagens obtidas no próprio território permitiu relacionar o conteúdo à biodiversidade regional. Durante as atividades, foram percebidas manifestações de curiosidade, participação e reconhecimento de algumas aves pelos estudantes. Essas observações são qualitativas e não constituem mensuração formal de aprendizagem, pois não foram aplicados instrumentos padronizados de avaliação.

3 DISCUSSÃO

As observações realizadas durante as atividades do Projeto EcoFauna indicam que a integração entre levantamento ornitológico, fotografia científica e educação ambiental apresenta potencial como estratégia de aproximação entre estudantes e biodiversidade local. Estudos na área de educação em biodiversidade mostram que o contato e a familiaridade com organismos presentes no ambiente próximo podem favorecer o interesse pelas espécies e pela natureza (Lindemann-Matthies, 2005). Nesse sentido, iniciativas educativas que enfatizam organismos presentes no próprio território podem contribuir para processos de alfabetização

em biodiversidade, articulando reconhecimento das espécies, funções ecológicas e relações com os ecossistemas locais.

A utilização de registros fotográficos da avifauna regional desempenha papel importante nesse processo, uma vez que imagens de alta qualidade permitem destacar características morfológicas das espécies e facilitar seu reconhecimento. Além disso, materiais visuais podem favorecer o engajamento do público em atividades educativas, tornando o processo de aprendizagem mais dinâmico e acessível. Nesse contexto, a fotografia científica pode ser compreendida não apenas como ferramenta de registro, mas também como recurso pedagógico capaz de mediar a construção do conhecimento e aproximar conceitos ecológicos da realidade observável dos estudantes.

Outro aspecto relevante refere-se ao potencial das aves como organismos modelo para ações de educação ambiental. A facilidade de observação e identificação de muitas espécies, aliada ao crescente interesse pela observação de aves, favorece a utilização desse grupo biológico em iniciativas voltadas à divulgação científica e sensibilização ambiental. Além disso, as aves ocupam diferentes níveis tróficos e desempenham funções ecológicas essenciais, como dispersão de sementes, controle de populações de insetos e polinização, o que amplia seu potencial como ferramenta didática para abordar conceitos ecológicos de forma integrada.

Durante as atividades do Projeto EcoFauna, observou-se participação dos estudantes, interesse pelas espécies apresentadas e reconhecimento de aves da região. Essas observações sugerem que organismos do próprio território podem favorecer a contextualização do conteúdo e despertar curiosidade sobre o ambiente local. Contudo, sem instrumentos quantitativos de avaliação, não é possível mensurar aumento de conhecimento ou mudança de atitudes. Futuras ações poderão incorporar avaliações antes e após as atividades para analisar seus efeitos sobre reconhecimento de espécies, percepção ambiental e interesse pela biodiversidade.

Além disso, a utilização de registros obtidos por meio de levantamentos de campo aproxima o conteúdo apresentado da realidade ecológica local, contribuindo para reduzir a distância entre o conhecimento científico e sua aplicação no contexto educacional. Dessa forma, iniciativas como o Projeto EcoFauna demonstram o potencial de integrar pesquisa de campo, divulgação científica e práticas educativas, promovendo não apenas a difusão do conhecimento, mas também uma percepção mais atenta sobre a biodiversidade regional.

4 CONCLUSÃO

A experiência do Projeto EcoFauna evidencia o potencial da integração entre levantamento ornitológico, fotografia científica e educação ambiental para aproximar estudantes da biodiversidade regional. A utilização de registros fotográficos produzidos no próprio território torna o conteúdo mais contextualizado e permite relacionar conceitos ecológicos a espécies que podem ser observadas no cotidiano. As manifestações de participação, curiosidade e reconhecimento registradas durante as ações reforçam a pertinência dessa abordagem como recurso educativo, embora a ausência de instrumentos quantitativos de avaliação não permita mensurar mudanças na aprendizagem ou na percepção ambiental dos participantes. Dessa forma, a experiência oferece subsídios para a continuidade e o aprimoramento das ações, incluindo avaliações sistemáticas em etapas futuras. A articulação entre pesquisa de campo, documentação fotográfica e educação ambiental mostra-se, assim, uma estratégia promissora para a divulgação científica e a valorização da biodiversidade em escala local.A conclusões deve ser elaborada, em frases curtas, claras e conexas, com base nos objetivos e resultados do Resumo Expandido, conectando os pontos de

discussão do tema, apresentando o trajeto e revelando até que ponto a pesquisa chegou. Esse tópico é o fechamento do seu trabalho, apresente limitações e futuras perspectivas acerca do estudo.

REFERÊNCIAS

BALLOUARD, J.-M.; BRISCHOUX, F.; BONNET, X. **Children prioritize virtual exotic biodiversity over local biodiversity.** PLoS ONE, v. 6, n. 8, e23152, 2011. DOI: 10.1371/journal.pone.0023152.

DIRZO, R. et al. **Defaunation in the Anthropocene.** Science, v. 345, n. 6195, p. 401-406, 2014. DOI: 10.1126/science.1251817.

LINDEMANN-MATTHIES, P. **'Loveable' mammals and 'lifeless' plants: how children's interest in common local organisms can be enhanced through observation of nature.** International Journal of Science Education, v. 27, n. 6, p. 655-677, 2005. DOI: 10.1080/09500690500038116.

LOUREIRO, C. F. B. **Educação ambiental crítica.** São Paulo: Cortez, 2012. SICK, H.

Ornitologia brasileira. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

SULLIVAN, B. L. et al. **The eBird enterprise: an integrated approach to development and application of citizen science.** Biological Conservation, v. 169, p. 31-40, 2014. DOI: 10.1016/j.biocon.2013.11.003.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA HILÉIA BAIANA: ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DAS VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS (1985–2025)

BRUNO PEREIRA FERRAZ BISPO; JOÃO BATISTA LOPES DA SILVA

Introdução: A Mata Atlântica é um dos biomas tropicais mais biodiversos e ameaçados do planeta, fortemente afetada pela fragmentação histórica da cobertura vegetal. Nesse bioma, a Hiléia Baiana, região composta por 36 municípios entre o Sul da Bahia e o Norte do Espírito Santo, destaca-se por sua altíssima riqueza florística e elevado grau de endemismo. Contudo, as mudanças climáticas globais vêm alterando os padrões de temperatura, precipitação, umidade e outras variedadedes metereológicas, representando uma grave ameaça à conservação da biodiversidade e ao funcionamento dos ecossistemas florestais da região. **Objetivo:** Analisar as alterações espaço-temporais das variáveis climáticas na Hiléia Baiana, no contexto das mudanças climáticas globais e suas possíveis implicações ambientais, contribuindo para a conservação da biodiversidade e o planejamento ambiental da região. **Metodologia:** A pesquisa realizou uma análise espaço-temporal de séries meteorológicas diárias obtidas na plataforma DataClima. Compararam-se os períodos de 1985–2005 e 2006–2025 para cinco variáveis: temperatura média, precipitação, umidade relativa do ar, velocidade do vento e radiação solar. Aplicou-se teste estatístico com nível de significância de $p < 0,05$ para validar alterações reais, nos municípios integrantes da área de estudo, permitindo identificar tendências de alteração das condições climáticas regionais. **Resultados:** Constatou-se uma tendência marcante de aquecimento e stresse hídrico na Hiléia Baiana. A temperatura média apresentou aumento estatisticamente significativo em 100% dos municípios (36), destacando-se Montanha (+0,87 °C) e Mucuri (+0,86 °C). A umidade relativa sofreu redução significativa em 25 municípios (69%), liderada por Montanha (-3,43 p.p.). A precipitação diminuiu significativamente em 16 municípios (44%), com perdas mais severas em Alcobaça/Camacan (-223,18 mm/ano) e Mucuri (-220,84 mm/ano). A velocidade do vento caiu em 17 municípios (maior queda em Caravelas e Conceição da Barra, com -0,13 m/s), enquanto a radiação solar aumentou significativamente em 9 municípios. **Conclusão:** Os dados comprovam alterações nas condições climáticas da Hiléia Baiana, caracterizadas principalmente pelo aumento da temperatura média e redução da precipitação e da umidade relativa. Essas evidências reforçam a importância do monitoramento das variáveis climáticas regionais fornecendo subsídios científicos essenciais para apoiar ações territoriais de restauração ecológica, conservação da biodiversidade e planejamento ambiental na região.

Palavras-chave: **BIODIVERSIDADE; CONSERVAÇÃO; GEOPROCESSAMENTO**

DOI: 10.51189/vii-coninters/91343

ESTADO DA ARTE IMOBILIZAÇÃO DE PROTEASES EM SÍLICAS MESOPOROSAS

THAÍSE AGHATA MAIA LOPES[1]*; ISABELA OLIVEIRA COSTA[2]; NATHÁLIA SARAIVA RIOS[1]

[1] *Departamento de Engenharia Química, Laboratório de Engenharia Bioquímica, UFRN, Natal, RN, Brasil.*
*t.aghataufrn@gmail.com

RESUMO

A hidrólise enzimática com proteases na forma solúvel apresenta limitações relacionadas à estabilidade operacional, dificuldade de recuperação do biocatalisador e ocorrência de processos de autólise, fatores que restringem sua utilização em ciclos sucessivos. Nesse contexto, a imobilização enzimática em materiais mesoporosos tem sido investigada como estratégia para aumentar a estabilidade das enzimas, facilitar sua separação do meio reacional e viabilizar a reutilização do biocatalisador. Este trabalho teve como objetivo analisar a utilização de sílicas mesoporosas como suportes para a imobilização de proteases, considerando a influência das propriedades estruturais e superficiais desses materiais sobre a atividade, estabilidade e desempenho das enzimas imobilizadas. Foi realizada uma revisão bibliográfica integrativa a partir de artigos científicos relacionados à imobilização enzimática, materiais mesoporosos e proteases microbianas, com ênfase em estudos que avaliaram características do suporte, estratégias de imobilização e alterações no comportamento catalítico após a associação da enzima ao material. A literatura analisada demonstra que parâmetros como diâmetro e volume de poros, área superficial e natureza química da superfície interferem diretamente na capacidade de incorporação da enzima, em sua acessibilidade e na manutenção da atividade catalítica. Sílicas mesoporosas do tipo SBA-15 apresentam características favoráveis à imobilização devido à estrutura ordenada, estabilidade e possibilidade de modificação superficial. O aumento do diâmetro dos poros também pode favorecer a acomodação de proteases e reduzir limitações relacionadas à difusão de substratos proteicos. Estudos com proteases de *Bacillus* relatam aumento da estabilidade térmica e operacional após a imobilização, além da possibilidade de reutilização em diferentes ciclos de reação. Os resultados indicam que o desempenho desses sistemas depende da compatibilidade entre as propriedades da enzima, a estrutura porosa e a química superficial do suporte. Dessa forma, a associação entre proteases e sílicas mesoporosas apresenta potencial para o desenvolvimento de processos de hidrólise com maior estabilidade operacional e melhor aproveitamento do biocatalisador.

Palavras-chave: Biocatalisadores; materiais porosos; hidrólise proteica.

1 INTRODUÇÃO

Entre as fontes microbianas, espécies do gênero *Bacillus* são utilizadas na produção de diferentes proteases de interesse industrial (CONTESINI; MELO; SATO, 2018). O uso dessas enzimas na forma solúvel, entretanto, apresenta limitações quando se pretende empregá-las em processos sucessivos. Ao final da reação, a enzima permanece dispersa no meio, o que dificulta sua recuperação e praticamente impede sua reutilização direta (SHELDON; VAN PELT, 2013).

DOI: 10.51189/vii-coninters/91349

Além disso, a forma livre pode apresentar estabilidade operacional limitada, com perda de atividade ao longo do processo (SHELDON; VAN PELT, 2013).

Uma das alternativas estudadas para contornar essas limitações é a imobilização da enzima em um material sólido. Além de facilitar a separação do biocatalisador do meio reacional, a interação com o suporte pode aumentar sua estabilidade e reduzir processos de autólise, particularmente relevantes no caso das proteases (TRONCOSO *et al*., 2022). Entre os materiais empregados para essa finalidade, as sílicas mesoporosas apresentam características interessantes, como elevada área superficial, porosidade controlável, estabilidade estrutural e possibilidade de modificação da superfície (MAGNER, 2013; HARTMANN; KOSTROV, 2013). Os materiais porosos são preferidos para a imobilização de proteases, pois as enzimas são imobilizadas, em sua maioria, dentro dos poros do suporte, inibindo a autólise.

A SBA-15 é um dos materiais mesoporosos utilizados para imobilização de biomoléculas (SHELDON; VAN PELT, 2013). Sua estrutura apresenta canais ordenados cujas dimensões podem ser modificadas durante a síntese. Para a imobilização de proteases, essa característica é importante porque a quantidade de enzima incorporada e sua localização no material dependem da relação entre as dimensões da proteína e dos poros (BAYNE; ULIJN; HALLING, 2013). O tamanho dos canais também influencia a difusão do substrato até a enzima, aspecto relevante em reações envolvendo proteínas, que possuem dimensões superiores às de substratos de baixa massa molecular (KANNAN; JASRA, 2009).

Com base nisso, este trabalho teve como objetivo analisar estudos relacionados à imobilização de proteases em sílicas mesoporosas, com ênfase na influência das propriedades estruturais e superficiais dos suportes sobre a atividade, estabilidade e reutilização das enzimas.

2 METODOLOGIA

O estudo foi conduzido como uma revisão bibliográfica integrativa sobre a imobilização de proteases em materiais mesoporosos. O levantamento reuniu artigos científicos indexados em bases e plataformas de periódicos, entre elas PubMed, ScienceDirect e Royal Society of Chemistry, abrangendo trabalhos relacionados à imobilização enzimática em sílicas, proteases microbianas.

Foram utilizados, isoladamente ou de forma combinada, descritores em inglês correspondentes a "*enzyme immobilization*", "*protease immobilization*", "*mesoporous silica*", "*SBA-15*", "*Bacillus protease*Foram priorizados trabalhos publicados entre 2013 e 2026, período que reúne revisões sobre imobilização enzimática em materiais mesoporososTrabalhos anteriores a esse intervalo foram mantidos quando apresentavam resultados diretamente relacionados à imobilização de proteases em sílicas mesoporosas ou constituíam referências relevantes para a discussão.

Como critérios de inclusão, foram considerados estudos revisados por pares que abordassem: i) características estruturais de materiais mesoporosos utilizadas na imobilização de enzimas; ii) imobilização de proteases, especialmente aquelas de origem bacteriana; iii) influência da estrutura porosa ou da modificação superficial sobre a atividade e a estabilidade enzimática; e iv) aplicações de proteases imobilizadas em processos biotecnológicos. Foram excluídos trabalhos sem relação direta com biocatálise ou que tratassem exclusivamente da síntese de materiais sem avaliação de interação com biomoléculas.

Após a seleção, os estudos foram analisados comparativamente quanto ao tipo de suporte, método de imobilização, características da enzima e principais alterações observadas no desempenho do biocatalisador. Os trabalhos selecionados foram comparados quanto ao tipo de suporte, estratégia de imobilização, enzima utilizada e alterações observadas após a imobilização. A partir dessa análise, foram discutidas as propriedades das sílicas mesoporosas

DOI: 10.51189/vii-coninters/91349

como suportes enzimáticos, o comportamento das proteases imobilizadas e as aplicações desses sistemas na hidrólise de proteínas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Sílicas mesoporosas como suportes para imobilização enzimática

A escolha de um suporte para imobilização enzimática envolve mais do que sua capacidade de adsorver proteínas. A estrutura do material precisa ser compatível com as dimensões da enzima e permitir que o substrato alcance o sítio catalítico após a imobilização. Nesse aspecto, as sílicas mesoporosas apresentam elevada área superficial e poros cujas dimensões podem ser ajustadas durante a síntese, possibilitando tanto a adsorção superficial quanto, em determinadas condições, a entrada das moléculas enzimáticas nos canais (ZHOU; HARTMANN, 2013).

As sílicas mesoporosas apresentam estrutura ordenada e podem possuir poros com dimensões compatíveis com diferentes proteínas (ZHOU; HARTMANN, 2013). Uma área superficial elevada, porém, não garante que a enzima imobilizada apresente maior atividade. O tamanho dos poros exerce influência sobre a entrada da enzima, sua orientação e a difusão dos substratos e produtos. Poros muito pequenos podem limitar a incorporação da proteína ou provocar restrições estruturais excessivas, enquanto estruturas de maior diâmetro tendem a facilitar a acomodação de enzimas de maiores dimensões e o transporte de moléculas através do material (BAYNE; ULIJN; HALLING, 2013) mas diminuem a área superficial do material.

Kannan e Jasra (2009) observaram essa influência ao imobilizar uma serino endopeptidase alcalina de *Bacillus licheniformis* em SBA-15 e em espuma mesocelular, denominada MCF. Embora os dois materiais tenham permitido a obtenção de biocatalisadores ativos, o suporte com poros maiores apresentou melhor desempenho, atribuído à maior facilidade de acomodação da enzima e de difusão do substrato e dos produtos. Os autores também observaram alteração da temperatura de máxima atividade, de 55 °C para a enzima livre para 60 °C após a imobilização, além da manutenção de aproximadamente 80 % da atividade após 15 ciclos de reutilização.

O resultado mostra que o tamanho dos poros precisa ser considerado em conjunto com as dimensões da enzima. Além da quantidade de proteína incorporada, é necessário preservar o acesso do substrato ao sítio catalítico. Essa limitação torna-se ainda mais importante em reações de proteólise, nas quais o próprio substrato apresenta dimensões elevadas.

Além da estrutura física, a química superficial interfere na orientação e conformação das proteínas. A superfície das sílicas apresenta grupos silanol que podem participar de interações eletrostáticas e ligações de hidrogênio com os resíduos expostos das enzimas. A intensidade dessas interações depende do pH, da carga superficial da proteína e das características do meio. A funcionalização da sílica permite modificar essas interações pela introdução de grupos químicos com diferentes afinidades pela proteína (MAGNER, 2013).

Murai *et al.* (2012), ao avaliarem a subtilisina de *B. licheniformis* em sílicas mesoporosas com diferentes grupos superficiais, demonstraram que mudanças na química do suporte podem alterar tanto a estrutura quanto as propriedades catalíticas da enzima imobilizada. Como os autores trabalharam com uma subtilisina de aproximadamente 4,1 × 7,8 × 3,7 nm, a relação entre essas dimensões e o tamanho dos poros teve influência direta sobre a forma como a proteína interagiu com o material.

A ampliação dos poros, portanto, não tem como única finalidade aumentar a quantidade de enzima incorporada. Alterações no diâmetro e no volume dos canais também modificam a localização da proteína no suporte e o transporte de substratos e produtos, enquanto as

DOI: 10.51189/vii-coninters/91349

características químicas da superfície determinam parte das interações responsáveis por sua retenção.

3.2 Imobilização de proteases e estabilidade do biocatalisador

A interação entre a enzima e o suporte pode ocorrer por diferentes mecanismos. Na adsorção, a proteína é retida principalmente por interações não covalentes, o que torna o procedimento relativamente simples e reduz a necessidade de modificação química direta da enzima. Em contrapartida, mudanças nas condições do meio podem favorecer sua dessorção. Já a ligação covalente proporciona uma retenção mais forte e reduz a possibilidade de lixiviação, mas exige atenção à química de ativação do suporte e à orientação da enzima, uma vez que alterações conformacionais ou o comprometimento da região próxima ao sítio ativo podem reduzir a atividade catalítica (SECUNDO, 2013; RODRIGUES *et al*., 2013).

Hartmann e Kostrov (2013) destacam que a imobilização em sílicas porosas deve considerar simultaneamente o carregamento enzimático, a atividade específica e a acessibilidade dos substratos ao interior da estrutura, uma vez que ganhos em uma dessas variáveis podem ocorrer acompanhados de perdas em outra.

No caso das proteases, a estabilização apresenta interesse adicional devido à possibilidade de autólise e à exposição dessas enzimas a condições de processo que favorecem sua desativação. Zeng *et al.* (2020) desenvolveram um sistema de imobilização de Alcalase, protease proveniente de *B. licheniformis*, utilizando esferas ocas de sílica mesoporosa modificadas com grupos amino e íons metálicos. A interação da proteína com o suporte aumentou a estabilidade térmica e modificou favoravelmente suas propriedades catalíticas. Os resultados mostraram que a modificação química do suporte interferiu diretamente na atividade e na estabilidade da Alcalase.

A localização da enzima no interior dos poros também pode limitar sua mobilidade conformacional, o que em alguns sistemas contribui para maior estabilidade estrutural. Esse efeito, entretanto, depende da relação entre as dimensões da proteína e dos canais, pois um confinamento excessivo pode dificultar mudanças conformacionais necessárias à catálise ou limitar o acesso do substrato (SECUNDO, 2013; BAYNE; ULIJN; HALLING, 2013).

Os estudos selecionados mostram que o desempenho das proteases imobilizadas varia de acordo com o tipo de suporte, a estratégia de imobilização e as características estruturais do material. A Tabela 1 reúne alguns dos principais trabalhos utilizados nesta revisão, destacando as condições empregadas e os efeitos observados sobre atividade, estabilidade e reutilização enzimática.

Tabela 1 – Estudos relacionados à imobilização de proteases em materiais à base de sílica e suas principais contribuições.

Enzima	Suporte	Estratégia	Principais observações	Referência
Serino endopeptidase de *B. licheniformis*	SBA-15 e MCF	Ligação covalente	Aumento da temperatura de máxima atividade e retenção de aproximadamente 80 % da atividade após 15 ciclos; suporte de maior porosidade favoreceu o desempenho	Kannan e Jasra (2009)
Subtilisina de *B. licheniformis*	Sílicas mesoporosas funcionalizadas	Adsorção	A química superficial interferiu na estrutura e nas propriedades catalíticas da enzima	Murai *et al.* (2012)

DOI: 10.51189/vii-coninters/91349

Enzima	Suporte	Estratégia	Principais observações	Referência
Protease de *Bacillus* sp. EMB9	Nanopartículas de sílica funcionalizadas	Ligação covalente após ativação com glutaraldeído	Eficiência de imobilização de 60 % e rendimento de imobilização de 80 % nas condições otimizadas; aumento da estabilidade térmica e reutilização por até seis ciclos	Sinha e Khare (2015)
Alcalase de *B. licheniformis*	Sílica mesoporosa oca funcionalizada	Afinidade metal-proteína por interação de coordenação	Aumento da atividade e estabilidade térmica, dependente do íon utilizado na modificação	Zeng *et al.* (2020)

Fonte: Elaborada pelos autores com base em Kannan e Jasra (2009), Murai *et al*. (2012), Sinha e Khare (2015) e Zeng *et al.* (2020).

De forma geral, os trabalhos reunidos na Tabela 1 mostram que a imobilização em materiais à base de sílica pode contribuir para o aumento da estabilidade e para a reutilização das proteases, embora os efeitos dependam fortemente das características do suporte. Kannan e Jasra (2009), por exemplo, observaram melhor desempenho em materiais com poros de maiores dimensões, enquanto Murai *et al*. (2012) demonstraram que a química superficial também interfere na estrutura e nas propriedades catalíticas da enzima. Já os estudos de Sinha e Khare (2015) e Zeng *et al*. (2020) reforçam que a funcionalização do suporte pode favorecer tanto a retenção da protease quanto sua estabilidade térmica e operacional.

3.3 Aplicação de proteases imobilizadas em reações de hidrólise proteica

A utilização de proteases imobilizadas em reações de hidrólise proteica tem sido estudada principalmente pela possibilidade de recuperar e reutilizar o biocatalisador após a reação. Quando empregada na forma livre, a enzima permanece dispersa no meio, o que dificulta sua separação e exige a adição de uma nova quantidade de protease em processos conduzidos em bateladas sucessivas. A imobilização modifica essa condição ao manter a enzima associada a uma fase sólida que pode ser separada ao final da reação e empregada novamente, desde que sua atividade seja preservada.

Sinha e Khare (2015) avaliaram uma protease halofílica de *Bacillus* sp. EMB9 imobilizada em nanopartículas de sílica funcionalizadas. O sistema apresentou eficiência de imobilização de 60 %, aumento da estabilidade térmica e possibilidade de reutilização por até seis ciclos. Esses resultados mostram que a associação da protease a materiais à base de sílica pode ampliar sua estabilidade operacional e permitir o uso do mesmo biocatalisador em reações sucessivas.

Além da estabilidade, as propriedades estruturais do suporte interferem diretamente no desempenho da enzima durante a hidrólise. Kannan e Jasra (2009), ao compararem diferentes materiais para a imobilização de uma serino endopeptidase de *Bacillus licheniformis*, observaram melhor desempenho no suporte com maior tamanho de poros durante a hidrólise de caseína. Os autores atribuíram esse comportamento à maior facilidade de acomodação da enzima e ao transporte de substratos e produtos no interior da estrutura porosa.

Esse aspecto é particularmente importante em reações envolvendo substratos proteicos, cujas dimensões podem limitar o acesso às enzimas localizadas em regiões mais internas do suporte. Por isso, uma elevada quantidade de proteína imobilizada não implica necessariamente

maior atividade catalítica. A enzima precisa ser acomodada sem comprometimento do sítio ativo e, posteriormente, o substrato deve conseguir alcançá-la durante a reação.

A relação entre tamanho de poro, localização da enzima e difusão do substrato ajuda a explicar por que materiais com características texturais diferentes podem apresentar desempenhos distintos mesmo quando utilizados para imobilizar a mesma classe de enzimas. Em sistemas destinados à hidrólise proteica, a escolha do suporte deve considerar não apenas sua capacidade de retenção, mas também a acessibilidade da enzima e as limitações de transporte impostas pela estrutura do material.

A possibilidade de reutilização também pode reduzir a quantidade de enzima necessária ao longo de sucessivas bateladas. Esse benefício, entretanto, precisa ser avaliado em conjunto com a estabilidade do biocatalisador durante os ciclos, o custo de síntese e modificação do suporte e os reagentes empregados na preparação do material. Dessa forma, o desempenho do sistema imobilizado deve ser analisado considerando tanto a atividade catalítica quanto sua viabilidade de uso repetido.

4 CONCLUSÃO

A literatura mostra que sílicas mesoporosas apresentam características adequadas à imobilização de proteases, mas o desempenho do biocatalisador depende da compatibilidade entre a enzima e a estrutura do suporte. O tamanho e o volume dos poros interferem na acomodação da proteína e no acesso do substrato, enquanto a química superficial influencia a intensidade e o tipo de interação estabelecida durante a imobilização.

Nos estudos com proteases de Bacillus, a associação a materiais à base de sílica resultou em aumento da estabilidade e permitiu a reutilização das enzimas em diferentes ciclos. Também foram encontrados trabalhos em que proteases imobilizadas mantiveram capacidade de hidrolisar proteínas do soro, indicando a viabilidade desse tipo de aplicação.

Apesar desses resultados, ainda são limitados os estudos que relacionam diretamente proteases, sílicas mesoporosas com propriedades texturais ajustadas e hidrólise de substratos reais. A investigação dessa relação pode contribuir para definir suportes mais adequados à estabilização e reutilização dessas enzimas e ampliar as possibilidades de aproveitamento de coprodutos da indústria de laticínios.

REFERÊNCIAS

BAYNE, L.; ULIJN, R. V.; HALLING, P. J. Effect of pore size on the performance of immobilised enzymes. **Chemical Society Reviews**, v. 42, p. 9000–9010, 2013. DOI: 10.1039/C3CS60270B.

CONTESINI, F. J.; MELO, R. R.; SATO, H. H. An overview of *Bacillus* proteases: from production to application. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 38, n. 3, p. 321–334, 2018. DOI: 10.1080/07388551.2017.1354354.

HARTMANN, M.; KOSTROV, X. Immobilization of enzymes on porous silicas: benefits and challenges. **Chemical Society Reviews**, v. 42, p. 6277–6289, 2013. DOI: 10.1039/C3CS60021A.

KANNAN, K.; JASRA, R. V. Immobilization of alkaline serine endopeptidase from *Bacillus licheniformis* on SBA-15 and MCF by surface covalent binding. **Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic**, v. 56, n. 1, p. 34–40, 2009. DOI: 10.1016/j.molcatb.2008.04.007.

MAGNER, E. Immobilisation of enzymes on mesoporous silicate materials. **Chemical Society Reviews**, v. 42, p. 6213–6222, 2013. DOI: 10.1039/C2CS35450K.

MURAI, K.; NONOYAMA, T.; SAITO, T.; KATO, K. Enzyme structure and catalytic properties affected by the surface functional groups of mesoporous silica. **Catalysis Science & Technology**, v. 2, p. 310–315, 2012. DOI: 10.1039/C1CY00258A.

RODRIGUES, R. C.; ORTIZ, C.; BERENGUER-MURCIA, Á.; TORRES, R.; FERNÁNDEZ-LAFUENTE, R. Modifying enzyme activity and selectivity by immobilization. **Chemical Society Reviews**, v. 42, p. 6290–6307, 2013. DOI: 10.1039/C2CS35231A.

SECUNDO, F. Conformational changes of enzymes upon immobilisation. **Chemical Society Reviews**, v. 42, p. 6250–6261, 2013. DOI: 10.1039/C3CS35495D.

SHELDON, R. A.; VAN PELT, S. Enzyme immobilisation in biocatalysis: why, what and how. **Chemical Society Reviews**, v. 42, p. 6223–6235, 2013. DOI: 10.1039/C3CS60075K.

SINHA, R.; KHARE, S. K. Immobilization of halophilic *Bacillus* sp. EMB9 protease on functionalized silica nanoparticles and application in whey protein hydrolysis. **Bioprocess and Biosystems Engineering**, v. 38, n. 4, p. 739–748, 2015. DOI: 10.1007/s00449-014-1314-2.

TRONCOSO, F. D.; SÁNCHEZ, D. A.; FERREIRA, M. L. Production of plant proteases and new biotechnological applications: an updated review. **ChemistryOpen**, v. 11, n. 3, e202200017, 2022. DOI: 10.1002/open.202200017.

ZENG, Q.; LI, Q.; SUN, D.; ZHENG, M. Alcalase microarray base on metal ion modified hollow mesoporous silica spheres as a sustainable and efficient catalysis platform for proteolysis. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, v. 8, art. 565, 2020. DOI: 10.3389/fbioe.2020.00565.

ZHOU, Z.; HARTMANN, M. Progress in enzyme immobilization in ordered mesoporous materials and related applications. **Chemical Society Reviews**, v. 42, p. 3894–3912, 2013. DOI: 10.1039/C3CS60059A.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

AVALIAÇÃO DO APROVEITAMENTO DE RESÍDUO DE MÁRMORE NA OBTENÇÃO DE COBALTITA DE CÁLCIO E MAGNÉSIO

JHONATAN PEREIRA LOPES; FILIPE ALVES PINTO; JOSÉ NILSON FRANÇA DE HOLANDA

Introdução: O Brasil gera anualmente expressivo volume de resíduo de mármore, que necessita de abordagem de reciclagem sustentável. Atualmente, uma abordagem largamente utilizada é a valorização de resíduos sólidos como fonte de matérias-primas renováveis e de baixo custo na obtenção de materiais cerâmicos eco-amigáveis. **Objetivos:** Este estudo teve como objetivo analisar a possibilidade de aplicação do resíduo de mármore proveniente da indústria de rochas ornamentais como uma fonte de carbonato alternativo na síntese de um novo material termoelétrico de cobaltita de cálcio e magnésio, pelo método de reação do estado sólido. **Metodologia:** As matérias-primas usadas no desenvolvimento da pesquisa experimental, foram: resíduo de mármore coletado no município de Itapemirim – ES e óxido de cobalto (Co_3O_4) comercial de alta pureza (99,5%). A formulação de cobaltita de cálcio e magnésio com relação estequiométrica com proporção molar Resíduo de Mármore:Co_3O_4 (9:4) foi submetida a processo de mistura e homogeneização. Em seguida, a formulação foi submetida a processo de síntese via o método de reação de estado sólido nas temperaturas de 850 ºC, 900 ºC e 950 ºC durante 20 h. O material sintetizado foi analisado usando técnicas de caracterização avançadas: análise estrutural por DRX, análises térmicas (ATD/ATG); análise por FTIR e análise morfológica por MEV. **Resultados:** Os resultados mostraram que o resíduo de mármore usado é essencialmente composto de calcita e dolomita. Os resultados indicaram a formação de cobaltita multifásica composta de fases de cobaltita de cálcio e cobaltita de magnésio. Constatou-se também que a temperatura de síntese influenciou a composição de fases da cobaltita multifásica obtida. **Conclusões:** conclui-se que a temperatura de síntese de 850 ºC foi a mais apropriada, resultando na sintetização de uma cobaltita trifásica composta de $Ca_3Co_4O_9$, $Ca_3Co_2O_6$ e $MgCO_2O_4$. Portanto, o resíduo de mármore apresenta potencial para ser valorizado na obtenção de cerâmica de cobaltita de cálcio e magnésio para aplicação como material termoelétrico.

Palavras-chave: **COBALTITA DE CÁLCIO E MAGNÉSIO; MATERIAL TERMOELÉTRICO; RESÍDUO DE MÁRMORE**

DOI: 10.51189/vii-coninters/91355

PERCEPÇÃO SOCIOAMBIENTAL DE MORADORES SOBRE OS IMPACTOS DE PARQUES EÓLICOS EM SANTA LUZIA, PARAÍBA

MYLLENA KEVELLYN SOUZA DE MEDEIROS

RESUMO

A expansão da energia eólica constitui importante componente da transição para fontes renováveis de energia, especialmente no Nordeste brasileiro, onde as condições naturais favorecem a instalação de empreendimentos eólicos. Apesar dos benefícios relacionados à geração de energia renovável e ao desenvolvimento econômico, a implantação e a operação de parques eólicos podem produzir transformações percebidas pelas comunidades localizadas em suas áreas de influência. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar a percepção de moradores da Comunidade do Pinga, zona rural do município de Santa Luzia, Paraíba, acerca dos impactos socioambientais associados à implantação e à operação de parques eólicos. A pesquisa possui caráter exploratório e descritivo, com abordagem quali-quantitativa. A coleta de dados foi realizada nos dias 2 e 3 de novembro de 2023, mediante entrevistas individuais e aplicação de questionário estruturado a 22 moradores maiores de 18 anos e residentes na comunidade havia mais de dez anos. As respostas às questões objetivas foram quantificadas, enquanto os relatos abertos foram categorizados e analisados qualitativamente. Os resultados demonstraram que 59,1% dos participantes declararam não conhecer o funcionamento da geração de energia eólica. Entre os benefícios percebidos, 95,5% indicaram aumento dos empregos durante a fase de instalação, 95,5% perceberam melhoria na renda e 85,7% apontaram melhorias na infraestrutura. Em contrapartida, 59,1% relataram desconforto relacionado ao ruído dos aerogeradores, 68,2% perceberam alterações significativas na paisagem e 54,5% relataram redução percebida da presença de animais anteriormente observados na região. Além disso, 72,8% não identificaram melhorias nos serviços de educação ou saúde. Os resultados evidenciam que a percepção da comunidade sobre os empreendimentos eólicos reúne simultaneamente benefícios socioeconômicos e preocupações socioambientais, ressaltando a importância da participação comunitária, da comunicação e do acompanhamento dos impactos locais durante as diferentes fases desses empreendimentos.

Palavras-chave: energia renovável; comunidades rurais; transição energética.

1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com as mudanças climáticas e a necessidade de redução das emissões de gases de efeito estufa têm estimulado a expansão das fontes renováveis de energia. Nesse cenário, a energia eólica assumiu posição relevante na matriz elétrica brasileira, sobretudo no Nordeste, região caracterizada por condições favoráveis de velocidade e regularidade dos ventos. Na Paraíba, essa expansão tem resultado na implantação de diferentes empreendimentos eólicos, incluindo projetos localizados no município de Santa Luzia.

A energia eólica apresenta vantagens relacionadas ao aproveitamento de uma fonte renovável e à diversificação da matriz energética. Entretanto, a implantação de parques eólicos também pode produzir alterações ambientais, territoriais e sociais nas áreas onde os

DOI: 10.51189/vii-coninters/91368

empreendimentos são instalados. A instalação de aerogeradores, abertura e ampliação de vias de acesso, movimentação de veículos e transformação da paisagem podem modificar as relações estabelecidas entre comunidades rurais e seus territórios.

Hofstaetter (2016) destaca que o reconhecimento da energia eólica como fonte limpa não elimina a necessidade de considerar vulnerabilidades socioambientais associadas à instalação desses empreendimentos. De modo semelhante, Leite e Picchi (2019), ao analisarem parques eólicos no estado da Paraíba, discutem impactos socioambientais relacionados à implantação e operação desses projetos, evidenciando a necessidade de considerar as comunidades diretamente afetadas.

Além dos possíveis impactos ambientais, os empreendimentos podem proporcionar benefícios econômicos e sociais, como geração de empregos, arrendamento de propriedades e melhoria de determinadas infraestruturas. Essa coexistência de benefícios e efeitos adversos torna necessária uma análise que considere não apenas os indicadores relacionados à produção energética, mas também a experiência das populações que convivem diretamente com os parques.

A percepção dos moradores constitui, portanto, uma importante fonte de informação para compreender como as transformações decorrentes da implantação desses empreendimentos são experimentadas em escala local. A participação das comunidades e o reconhecimento de suas experiências podem contribuir para o planejamento de medidas de prevenção, mitigação e acompanhamento dos impactos socioambientais.

Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar a percepção de moradores da Comunidade do Pinga, localizada na zona rural de Santa Luzia, Paraíba, acerca dos impactos socioambientais associados à implantação e à operação de parques eólicos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Comunidade do Pinga, localizada na zona rural do município de Santa Luzia, na região do Seridó Ocidental Paraibano. A comunidade situa-se a aproximadamente 28 km da sede municipal e possui cerca de 30 famílias. A região apresenta condições favoráveis ao aproveitamento eólico e abriga empreendimentos destinados à geração de energia por meio de aerogeradores.

A pesquisa foi desenvolvida com caráter exploratório e descritivo e abordagem quali-quantitativa, buscando compreender as percepções de moradores que convivem com os empreendimentos eólicos instalados nas proximidades da comunidade. Inicialmente, foi realizado levantamento bibliográfico sobre energia eólica e seus possíveis impactos socioambientais. Posteriormente, foram realizadas visitas *in loco* e coleta de dados junto aos moradores.

A etapa de campo ocorreu nos dias 2 e 3 de novembro de 2023. Participaram da pesquisa 22 moradores da Comunidade do Pinga, todos maiores de 18 anos e residentes na localidade havia mais de dez anos. A coleta foi realizada mediante entrevistas individuais e aplicação de questionário estruturado, contemplando informações sociodemográficas, conhecimento sobre geração de energia eólica, impactos ambientais e sociais percebidos, possíveis benefícios relacionados aos empreendimentos, participação da comunidade nas decisões e espaço destinado a comentários adicionais.

As respostas das questões objetivas foram quantificadas e expressas por meio de frequências relativas. Para as questões abertas, os relatos dos participantes foram organizados e categorizados de acordo com temas recorrentes, possibilitando complementar os resultados quantitativos com as experiências descritas pelos moradores.

DOI: 10.51189/vii-coninters/91368

O estudo observou as diretrizes da Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual da Paraíba, sob o Parecer nº 6.482.289/2023.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Participaram do estudo 22 moradores da Comunidade do Pinga. Todos possuíam mais de 18 anos e residiam na comunidade havia mais de dez anos, condição que possibilitou reunir percepções de indivíduos que acompanharam transformações ocorridas na localidade. Em relação ao gênero, a amostra apresentou distribuição equivalente, com 50% de participantes do gênero feminino e 50% do gênero masculino.

Inicialmente, investigou-se o conhecimento dos moradores sobre o funcionamento da geração de energia eólica. Entre os participantes, 59,1% afirmaram não possuir conhecimento sobre o funcionamento dessa fonte de geração de energia. O resultado chama atenção diante da proximidade da comunidade com os empreendimentos e sugere a importância de ações de comunicação e educação ambiental capazes de ampliar o acesso da população às informações relacionadas aos projetos instalados em seu território.

Em relação aos benefícios socioeconômicos percebidos, 95,5% dos entrevistados indicaram aumento de empregos durante a fase de instalação dos parques. Entretanto, os relatos dos participantes indicaram que parte dessas oportunidades apresentou caráter temporário, reduzindo-se após a conclusão das obras. Essa percepção encontra respaldo na discussão apresentada por Leite e Picchi (2019), segundo a qual determinados postos associados à operação e manutenção dos parques demandam formação técnica especializada, podendo limitar a permanência da mão de obra local após a fase construtiva.

A melhoria da renda também foi percebida por 95,5% dos entrevistados. Os participantes associaram esse resultado principalmente à valorização das terras e aos valores recebidos pelo arrendamento de propriedades para utilização pelos empreendimentos. Para moradores anteriormente dependentes de atividades agrícolas sujeitas às condições climáticas, a renda proveniente dos arrendamentos foi relatada como uma fonte de maior regularidade econômica.

Quanto à infraestrutura, 85,7% dos participantes perceberam melhorias, destacando principalmente as estradas e, consequentemente, as condições de transporte. Entretanto, os relatos demonstraram que parte das melhorias ocorreu principalmente durante a implantação dos empreendimentos. Após a conclusão das obras, alguns moradores apontaram redução na manutenção das estradas e problemas relacionados à poeira provocada pelo tráfego de veículos. Também foi relatado que outros serviços, como a coleta de resíduos, não apresentaram mudanças significativas, permanecendo a prática de queima de resíduos em parte da comunidade.

Por outro lado, 72,8% dos participantes afirmaram não perceber melhorias nos serviços de educação ou saúde após a instalação dos parques. Esse resultado demonstra que os benefícios percebidos não ocorreram de maneira homogênea entre diferentes dimensões da infraestrutura e dos serviços disponíveis à população.

Entre as preocupações relatadas, o ruído destacou-se como um dos principais aspectos relacionados à convivência com os aerogeradores. Cerca de 59,1% dos entrevistados manifestaram desconforto com o ruído, especialmente durante o período noturno. Como o presente estudo não realizou medições dos níveis sonoros, esses resultados devem ser compreendidos como percepção dos moradores e não como avaliação acústica dos empreendimentos. Estudos realizados em áreas de implantação de parques eólicos também apontam o ruído como aspecto relevante para a avaliação dos impactos associados a esses empreendimentos (Cunha et al., 2022).

DOI: 10.51189/vii-coninters/91368

As mudanças na paisagem foram percebidas por 68,2% dos participantes. Os relatos evidenciaram que a presença dos aerogeradores e as alterações físicas realizadas para implantação da infraestrutura modificaram a maneira como alguns moradores reconhecem e se relacionam com a paisagem rural. Essa dimensão possui caráter subjetivo e pode apresentar avaliações distintas entre diferentes populações. Cartaxo (2019), por exemplo, identificou percepções diversas sobre alterações paisagísticas decorrentes de empreendimentos eólicos na Paraíba.

Também foram registradas percepções relacionadas à fauna. Entre os entrevistados, 54,5% relataram redução na presença de determinados animais, principalmente pássaros e tejus, que afirmaram observar com maior frequência antes das obras de infraestrutura e da instalação dos aerogeradores. Esses resultados não representam uma mensuração da abundância ou diversidade da fauna, mas evidenciam mudanças percebidas pelos moradores. Loureiro, Gorayeb e Brannstrom (2015) ressaltam a importância da avaliação da sensibilidade ambiental das áreas destinadas à implantação de empreendimentos eólicos, considerando possíveis alterações de habitats e outras repercussões ambientais.

As respostas abertas permitiram aprofundar a compreensão desses resultados. Foram relatadas experiências relacionadas a poeira, ruído, alteração da paisagem, desaparecimento percebido de animais, danos em residências atribuídos pelos participantes às detonações realizadas durante a fase de implantação e dificuldades de comunicação com as empresas. Também foram mencionados benefícios, como valorização das terras e melhoria temporária das vias de acesso.

A análise conjunta evidencia, portanto, uma percepção complexa dos empreendimentos eólicos. Os moradores reconheceram benefícios econômicos e de infraestrutura ao mesmo tempo em que relataram incômodos e transformações socioambientais. Essa coexistência reforça que a avaliação de projetos de geração renovável não deve se limitar aos benefícios energéticos e econômicos, devendo considerar também as particularidades territoriais, ambientais e sociais das comunidades diretamente envolvidas.

4 CONCLUSÃO

A percepção dos moradores da Comunidade do Pinga demonstra que a implantação e a operação dos parques eólicos estão associadas a benefícios e preocupações socioambientais que coexistem no território estudado. A geração de empregos durante a fase de implantação, a melhoria percebida da renda e determinadas melhorias de infraestrutura constituíram os principais aspectos positivos relatados.

Em contrapartida, foram identificadas percepções relacionadas ao incômodo provocado pelo ruído, alterações da paisagem, redução percebida da presença de animais e ausência de melhorias em determinados serviços públicos. Os relatos qualitativos também revelaram preocupações relacionadas à manutenção das estradas, poeira, danos atribuídos às atividades de implantação e comunicação entre empresas e moradores.

Os resultados reforçam a importância de incorporar a percepção das comunidades locais aos processos de planejamento, implantação, operação e acompanhamento de empreendimentos de energia renovável. Estratégias de comunicação, educação ambiental, participação social e monitoramento dos impactos podem contribuir para ampliar os benefícios e reduzir conflitos e efeitos adversos percebidos pelas populações diretamente afetadas.

Como limitação, o estudo foi realizado com 22 moradores de uma única comunidade rural e baseou-se principalmente nas percepções dos participantes, não incluindo medições ambientais específicas, como níveis de ruído ou monitoramento de fauna. Estudos futuros podem ampliar o número de comunidades investigadas e associar a análise de percepção social

DOI: 10.51189/vii-coninters/91368

a indicadores ambientais mensuráveis, permitindo uma compreensão mais abrangente dos efeitos relacionados à implantação e à operação de parques eólicos.

REFERÊNCIAS

CARTAXO, R. de B. **Licenciamento ambiental de parques eólicos no Estado da Paraíba: uma análise socioambiental.** 2019. 89 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

CUNHA, A. L. X.; GOMES, A. S.; MENEZES, G. C. de; LIMA, K. P. B. A.; SILVA, D. D. E.; HOLANDA, R. M.; ARAÚJO, F. W. C.; FONTGALLAND, I. L.; SILVA, V. F.; DANTAS NETO, J. **Análise dos impactos ambientais causados pela implantação de parques eólicos no Seridó Paraibano.** *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 11, n. 16, e70111638050, 2022.

HOFSTAETTER, M. **Energia eólica: entre ventos, impactos e vulnerabilidades socioambientais no Rio Grande do Norte.** 2016. 178 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

LEITE, A. C. C.; PICCHI, L. Os impactos socioambientais resultantes da implantação e operação dos parques eólicos no Estado da Paraíba. **RP3 – Revista de Pesquisa em Políticas Públicas**, [S. l.], n. 1, 2019.

LOUREIRO, C. V.; GORAYEB, A.; BRANNSTROM, C. Implantação de energia eólica e estimativa de perdas ambientais em um setor do litoral oeste do Ceará, Brasil. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 1, p. 24–38, 2015.

DOI: 10.51189/vii-coninters/91368

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

DESENVOLVIMENTO DE CERÂMICA VERMELHA COM INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE JABUTICABA

JHONATAN PEREIRA LOPES; CARLOS MAURICIO FONTES VIEIRA; GEOVANA CARLA GIRONDI DELAQUA

Introdução: A jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) fruta nativa brasileira, é utilizada para a produção de vários produtos, como geleias, sucos, bebidas alcoólicas fermentadas, entre outros. Na busca por alternativas para o aproveitamento de resíduos industriais, seu beneficiamento e aplicações têm apresentado resultados importantes no desenvolvimento de novas tecnológicas, além de surgimento de novos produtos, como é o caso da cerâmica vermelha. **Objetivos:** Neste trabalho, objetivou-se o uso de resíduo de casca de jabuticaba e a viabilidade do uso de sua biomassa na produção de blocos cerâmicos. **Metodologia:** Foram preparadas massas argilosas com até 7% de resíduo e queimadas em temperaturas de 750 ºC, 850 ºC, 950 ºC e 1050 ºC. As propriedades avaliadas foram: densidade aparente de queima, retração linear, absorção de água, resistência à flexão e compressão, e análise nas microestruturas das peças **Resultados:** Os resultados obtidos mostraram que é viável a incorporação do resíduo de jabuticaba em massas cerâmicas, mas a quantidade deve ser ponderada, para não prejudicar as propriedades da massa. Foi possível analisar que até 3% de biomassa pode ser incorporado em cerâmica vermelha, visto que a absorção de água e resistência mecânica situaram-se dentro dos limites normatizados e recomendados, e podem ser indicados como uma alternativa aplicável para destinação do resíduo de casca de jabuticaba. **Conclusões:** Na análise da resistência mecânica, verificou-se no gráfico que nas composições e temperaturas associadas, todos as formulações atendem o recomendado para a produção de tijolos de alvenaria. Para a produção de blocos de vedação e telhas, a utilização do resíduo só seria possível em percentuais abaixo de 5%, e queimados em temperaturas superiores a 1000°C. Na temperatura de 1050°C, notou-se a ocorrência do aumento da resistência à compressão dos corpos de prova em todas as formulações, com respectivos percentuais de resíduos. Através dos resultados, verificou-se que a incorporação de resíduo de jabuticaba em cerâmica vermelha tem viabilidade com a obtenção ajustável das composições da massa cerâmica com a quantidade de resíduo e a temperatura de queima. A utilização do resíduo de jabuticaba é favorável para a contribuição energética na fabricação de materiais cerâmicos, sendo um indicativo de sustentabilidade.

Palavras-chave: **ARGILA; CERÂMICA VERMELHA; RESÍDUO DE JABUTICABA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/91378

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

EXPOSIÇÃO A AGROTÓXICOS E O DESENVOLVIMENTO DENEOPLASIA MAMÁRIA EM MULHERES: UMA REVISÃO DE ESCOPO

JESSICA DA SILVEIRA SALDANHA; KAROLAINE APARECIDA BORBA LOPES; PEDRO PAIVA CYNTRÃO; DEISE LISBOA RIQUINHO

Introdução:O câncer de mama (CM) é o tumor maligno que mais mata mulheres no mundo. Investigar a relação entre a exposição a agrotóxicos e o seu desenvolvimento em mulheres é fundamental para orientar pesquisas que desenvolvam estratégias voltadas à redução da exposição, visto que estudos expõem a conexão entre os agrotóxicos e o desenvolvimento da neoplasia mamária em mulheres. **Objetivo:** Mapear as evidências científicas disponíveis na literatura nacional e internacional da associação entre a exposição a agrotóxicos e o desenvolvimento de neoplasia mamária em mulheres, no período de 2020 a 2025. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão de escopo da literatura com busca nas fontes de dados PubMed, Scielo, LILACS, WOS, Scopus e Google Scholar. Os critérios de inclusão foram: artigos completos e/ou originais nos idiomas português, inglês e espanhol; estudos realizados com mulheres que estão com câncer de mama, expostas ambiental e/ou ocupacional no contexto do ambiente rural, urbano ou industrial mundialmente,com recorte temporal de 2020-2025. **Resultados:** A amostra se compôs por 17 publicações incluídas, os achados foram agrupados em eixos temáticos a partir das principais evidências identificadas, dentre elas: exposição ocupacional e ambiental. O presente eixo observou significativa diminuição nos níveis circulantes da citocina Th17 em pacientes ocupacionalmente expostas a agrotóxicos, o que promove desregulação imunológica sistêmica, estando associada a piores desfechos clínicos em mulheres com CM, além de a desregulação do perfil sistêmico dessa citocina, junto a outras citocinas como Th1 e Th2, se relaciona à exposição ocupacional das mulheres, ocorrendo principalmente em trabalhadoras que convivem com contato frequente com esses compostos, mas com uso inadequado de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs).Conclui-se que a exposição a agrotóxicos pode estar associada ao desenvolvimento e à progressão do CM em mulheres, especialmente em contextos de exposição ocupacional. **Conclusão:** Necessita-se do desenvolvimento de novas pesquisas que explorem de forma mais abrangente as práticas profissionais, diante da exposição a agrotóxicos, e o uso seguro e correto de equipamentos de proteção, contribuindo para o avanço do conhecimento e fortalecimento das ações em saúde pública.

Palavras-chave: **AGROTÓXICOS; NEOPLASIA MAMÁRIA; POLUENTES QUÍMICOS.**

DOI: 10.51189/vii-coninters/91391

REVIVE MANGUE: INTERVENÇÃO SOCIOAMBIENTAL NA RUA DA AURORA E SEUS IMPACTOS NOS MANGUEZAIS ADJACENTES

GABRIEL RODRIGUES DOS SANTOS; PEDRO VITOR BESERRA VENUS; EVELIN KAYLANE LIMA DA SILVA; CLAUDIA GABRIELLE DE SOUZA TEIXEIRA; EDILÂNDIA FARIAS DANTAS.

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados do projeto de extensão Revive Mangue, desenvolvido na região da Rua da Aurora, às margens do Rio Capibaribe, em Recife-PE, com o objetivo de promover ações de educação ambiental, mobilização comunitária e análise de parâmetros ambientais voltadas à conservação de um manguezal urbano. As atividades integraram monitoramento ambiental, mutirões de limpeza, reaproveitamento de resíduos, atividade prática em laboratório e avaliação da percepção da comunidade antes e após as ações. O monitoramento envolveu a coleta e análise de amostras de água e solo, considerando parâmetros físico-químicos como pH, turbidez, condutividade elétrica e colorimetria. Nos dois mutirões de limpeza, realizados em parceria com a ONG Xô Plástico, participaram 43 pessoas, sendo retirados 367,23 kg de resíduos. Parte dos materiais coletados foi utilizada na produção de 11 peças de artesanato sustentável, possibilitando abordar práticas de redução, reutilização, consumo consciente e descarte adequado. Também foi realizada uma atividade laboratorial com estudantes do ensino médio, envolvendo análises de água e solo e aproximando os participantes de procedimentos de monitoramento ambiental. As entrevistas indicaram que 93,3% dos participantes reconheciam os impactos do descarte irregular de resíduos sobre o manguezal e 81,3% apontavam campanhas de conscientização como uma medida necessária. Após as ações, 94,7% relataram ter aprendido algo novo, 78,9% demonstraram motivação para participar de futuras ações e 100% manifestaram interesse em iniciativas semelhantes com maior frequência na área. O monitoramento ambiental evidenciou variações nos parâmetros analisados, com destaque para valores reduzidos de pH e elevados registros de turbidez e cor em determinados pontos. Os resultados demonstram a articulação entre monitoramento, educação ambiental e participação social, reforçando a contribuição de ações extensionistas para a sensibilização comunitária e a conservação de manguezais urbanos.

Palavras-chave: Manguezais; Sustentabilidade urbana; Gestão de resíduos.

1 INTRODUÇÃO

Os manguezais são ecossistemas costeiros de elevada importância ecológica, econômica e social, oferecendo serviços ambientais como proteção contra a erosão, filtragem de poluentes, habitat para espécies aquáticas e suporte à pesca artesanal (Alongi, 2008; Krauss et al., 2008). Também contribuem para a regulação do ciclo da água e o sequestro de carbono, auxiliando na mitigação das mudanças climáticas (Donato et al., 2011).

DOI: 10.51189/vii-coninters/91396

Apesar de sua relevância, os manguezais urbanos são impactados pela urbanização, ocupação irregular, descarte inadequado de resíduos sólidos e poluição hídrica, fatores que podem comprometer a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos (Primavera, 2000; McKee et al., 2007). Em Recife-PE, os manguezais adjacentes à Rua da Aurora estão submetidos à pressão urbana e ao descarte inadequado de resíduos, com possíveis impactos sobre a qualidade ambiental do Rio Capibaribe.

A conservação desses ecossistemas requer monitoramento ambiental, educação ambiental, sensibilização e participação comunitária em práticas sustentáveis (Gómez et al., 2011). Nesse contexto, a extensão universitária possibilita integrar ensino, pesquisa e ação comunitária na abordagem de problemas socioambientais locais (Bruni et al., 2015).

O projeto de extensão Revive Mangue integrou ciência, educação ambiental e participação comunitária por meio de mutirões de limpeza, artesanato sustentável, análises de água e solo e entrevistas com a comunidade. Assim, este trabalho teve como objetivo promover ações de educação ambiental, mobilização comunitária e análise de parâmetros ambientais em uma área de manguezal urbano da Rua da Aurora, em Recife-PE.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no projeto de extensão Revive Mangue, na região do manguezal da Rua da Aurora, às margens do Rio Capibaribe, em Recife-PE, integrando monitoramento ambiental, educação ambiental e intervenção socioambiental, com participação da comunidade e de estudantes do ensino médio.

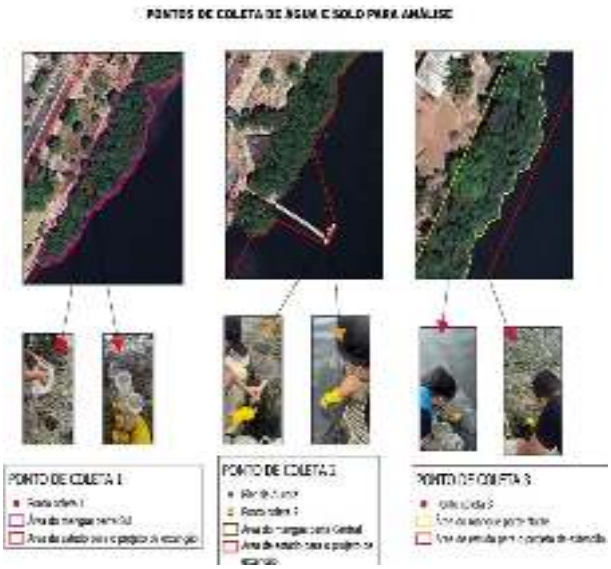


Imagem 1 - Pontos de coleta de água e solo

Fonte: Elaborado pelo autor, a partir de dados do IBGE (2024).

Para o monitoramento da água, foram coletadas amostras na superfície e a 20 cm de profundidade, utilizando tubos Falcon, trena e termômetro. Os procedimentos gerais de planejamento, coleta, preservação e manuseio consideraram as orientações das ABNT NBR 9897 e NBR 9898 e da série ISO 5667 (ABNT, 1987a; ABNT, 1987b; ISO, 2018; ISO, 2020). Foram analisados pH, turbidez, condutividade elétrica e colorimetria.

DOI: 10.51189/vii-coninters/91396

As amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0 e 30 cm, utilizando coletor universal, pá de jardineiro, trena e recipientes de acondicionamento. O planejamento considerou princípios de representatividade e controle da amostragem, conforme normas técnicas aplicáveis (ABNT, 2015).

As ações socioambientais incluíram dois mutirões de limpeza, realizados em parceria com a ONG Xô Plástico, com coleta, separação, pesagem e registro dos resíduos. Parte do material foi utilizada na produção de 11 peças de artesanato sustentável, confeccionadas com seis garrafas PET, uma lata de alumínio, um copo plástico, um tubo de batata, três palitos de churrasco e 30 palitos de picolé.

Também foi realizada atividade prática em laboratório, sob orientação da professora pós-doutora Edilândia Dantas, com estudantes do ensino médio, envolvendo análises de água e solo.

A percepção dos participantes foi avaliada por entrevistas semiestruturadas antes e após as ações. Foram abordados problemas ambientais, conhecimentos prévios, percepção sobre as atividades, mudanças na compreensão dos problemas e interesse em futuras ações. Os dados ambientais, sociais e da pesagem dos resíduos foram organizados em planilhas e analisados de forma integrada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1 – Parâmetros físico-químicos da água do Mangue da Aurora

ÁGUA				
AMOSTRA	**PH**	**COR**	**TURBIDEZ**	**CONDUTIVIDADE**
P1 - 0 cm	4.54	24 uc	77.3 ntc	30.6/ 24.4°C atc
P1 - 20 cm	4.60	320 uc	53.0 nct	28.4 / 25.0 °C atc
P2 - 0 cm	6.44	263 uc	761 ntc	9.19/ 24.3°C atc
P2 - 20 cm	6.24	196 uc	148 ntc	7.19/ 25.0 °C atc
P3 - 0 cm	6.18	126 uc	260 ntc	14.01 / 24.6 °C atc
P3 - 20 cm	6.75	120 uc	232 ntc	17.14 / 25.5 °C atc
PREF 1	6.98	840 uc	444 ntc	10.33 / 25.7°C atc
PREF 2	7.17	489 uc	236 ntc	10.54 / 25.2°C atc

Fonte: Acervo próprio.

Os valores de pH variaram de 4,54 a 7,17, com os menores registros em P1, tanto na superfície (4,54) quanto a 20 cm (4,60). Considerando a faixa de 6,5 a 8,5 estabelecida pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas salobras classe 2, esses valores encontram-se abaixo do intervalo de referência (BRASIL, 2005). A variação observada pode estar associada às características naturais do ambiente estuarino e à presença de matéria orgânica em decomposição, além de possíveis influências antrópicas.

A turbidez variou de 53,0 a 761 NTU, com maior valor em P2 na superfície. A cor aparente apresentou valores entre 24 e 840 UC, com maior registro em PREF1. Essas

DOI: 10.51189/vii-coninters/91396

variações podem estar relacionadas à presença de partículas em suspensão, matéria orgânica, ressuspensão de sedimentos, circulação da água e contribuições provenientes do entorno urbano.

A condutividade elétrica variou de 7,19 a 30,6 mS/cm, indicando variação na concentração de íons dissolvidos e nas condições locais de salinidade e mistura das águas. Em conjunto, os resultados evidenciam diferenças entre os pontos de amostragem, com destaque para os baixos valores de pH e os maiores registros de turbidez e cor em determinados locais.

Os parâmetros analisados no solo são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros físico-químicos do solo do Mangue da Aurora

SOLO		
AMOSTRA	**PH**	**CONDUTIVIDADE**
P1	6.66	9.76 ms/cm / 21.1°C atc
P2	6.58	9.85 ms/cm / 21.0 °C atc
P3	6.85	3.58 ms/cm / 20.7 °C atc
P4	7.03	11.91 ms/cm / 21.2 °C atc

Fonte: Acervo próprio.

O pH do solo variou de 6,58 a 7,03, caracterizando condições próximas à neutralidade. A condutividade elétrica apresentou valores entre 3,58 e 11,91 mS/cm, com maior registro em P4. As diferenças observadas podem estar relacionadas às características locais do solo e às condições hidrodinâmicas da área.

As ações de mobilização comunitária resultaram na retirada de 367,23 kg de resíduos em dois mutirões de limpeza. No primeiro, participaram 16 pessoas, com coleta de 156,23 kg; no segundo, 27 participantes retiraram 211 kg. A participação de 43 pessoas demonstra o envolvimento comunitário nas atividades de limpeza e sensibilização ambiental.

O reaproveitamento de materiais resultou na produção de 11 peças de artesanato sustentável, utilizando resíduos coletados durante as ações. A atividade permitiu trabalhar conceitos relacionados à redução, reutilização, consumo consciente e descarte adequado de resíduos.

A atividade laboratorial com estudantes do ensino médio possibilitou a realização de análises de pH, turbidez, condutividade elétrica e colorimetria da água, além de análises do solo. A prática aproximou os estudantes de procedimentos de monitoramento ambiental e da interpretação de parâmetros relacionados às condições do manguezal.

A avaliação da percepção da comunidade foi realizada por meio de entrevistas aplicadas antes e após as ações do projeto. Os resultados da etapa inicial são apresentados na Imagem 2.

DOI: 10.51189/vii-coninters/91396

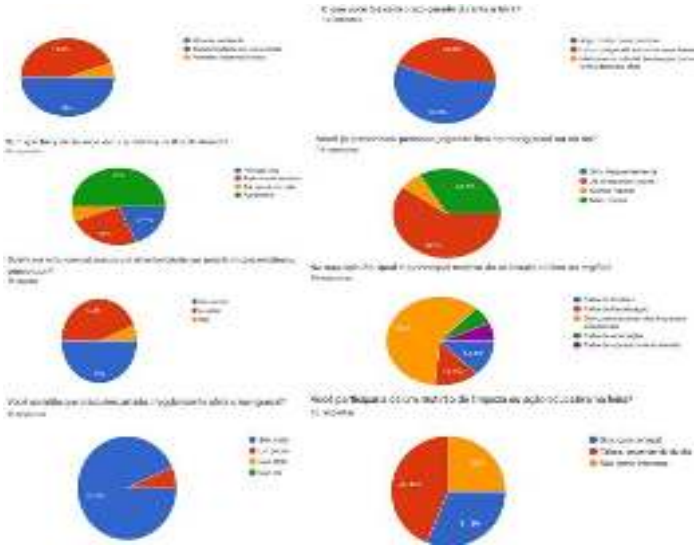


Imagem 2 - Gráficos da Percepção Inicial da Comunidade

Fonte: Acervo próprio.

Os resultados apresentados na Imagem 2 indicam que 93,3% dos entrevistados consideraram que o descarte irregular de resíduos afeta o manguezal, enquanto 93,8% afirmaram gerar resíduos durante a permanência no local. Entre os participantes, 50% declararam levar seus resíduos para casa. A ausência de lixeiras e a falta de educação ambiental foram apontadas por 80% dos entrevistados como fatores relacionados ao acúmulo de resíduos na região. Quanto às possíveis soluções, 81,3% indicaram campanhas de conscientização e 75% demonstraram disposição para participar de mutirões de limpeza ou ações educativas.

Esses resultados indicam que os participantes já apresentavam percepção prévia sobre a problemática dos resíduos sólidos e reconheciam a importância de ações educativas e de mobilização, além de demonstrarem abertura para o envolvimento comunitário em ações de conservação.

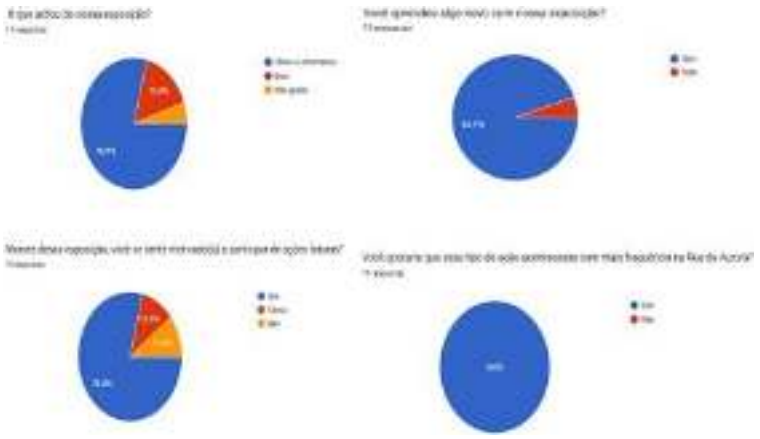


Imagem 3 - Avaliação da comunidade após as ações desenvolvidas pelo Projeto Revive Mangue.

Fonte: Acervo próprio.

DOI: 10.51189/vii-coninters/91396

Após a realização das ações, 78,9% dos participantes avaliaram a exposição como "ótima e informativa", enquanto 94,7% afirmaram ter aprendido algo novo. Além disso, 78,9% declararam sentir-se motivados a participar de ações futuras, e 100% manifestaram interesse na realização de iniciativas semelhantes com maior frequência na Rua da Aurora. Esses resultados indicam avaliação favorável das atividades e interesse na continuidade de ações de educação ambiental na área.

A integração entre monitoramento ambiental, ações de limpeza, reaproveitamento de resíduos, atividades laboratoriais e sensibilização comunitária possibilitou abordar a problemática ambiental sob diferentes perspectivas, articulando conhecimento científico e participação social.

4 CONCLUSÃO

O projeto Revive Mangue integrou monitoramento ambiental, educação ambiental e participação comunitária em ações voltadas à conservação do manguezal da Rua da Aurora, em Recife-PE. O monitoramento evidenciou variações nos parâmetros físico-químicos da água e do solo, destacando-se os valores reduzidos de pH e os elevados valores de turbidez e cor em determinados pontos, reforçando a importância do acompanhamento das condições ambientais da área.

As ações socioambientais possibilitaram a retirada de 367,23 kg de resíduos em dois mutirões de limpeza, além da realização de atividades de reaproveitamento de materiais e de uma aula prática de análises ambientais com estudantes do ensino médio. As entrevistas realizadas antes e após as ações também evidenciaram percepção da comunidade sobre os problemas relacionados aos resíduos sólidos e interesse na continuidade de iniciativas ambientais.

Os resultados reforçam o potencial da extensão universitária na integração entre conhecimento científico, educação ambiental e participação social. Considerando o recorte espacial e temporal do monitoramento, recomenda-se a continuidade das avaliações em diferentes períodos e pontos de amostragem, contribuindo para uma compreensão mais ampla da dinâmica ambiental da área e para o planejamento de futuras ações de conservação.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 9897: planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores: procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ABNT. NBR 9898: preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores: procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

ABNT. NBR 16435: controle da qualidade na amostragem para fins de investigação de áreas contaminadas: procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

ALONGI, D. M. Mangrove forests: resilience, protection from tsunamis, and responses to global climate change. Estuarine, Coastal and Shelf Science, v. 76, n. 1, p. 1–13, 2008.

DOI: 10.51189/vii-coninters/91396

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2005.

BRUNI, L. E. et al. Extensão universitária e sustentabilidade: integração entre ensino, pesquisa e ação comunitária. Revista Brasileira de Extensão, v. 10, n. 2, p. 45–60, 2015.

DONATO, D. C. et al. Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. Nature Geoscience, v. 4, p. 293–297, 2011.

GÓMEZ, M. et al. Community participation in mangrove conservation: strategies for sustainable management. Ocean & Coastal Management, v. 54, n. 6, p. 409–415, 2011.

ISO. ISO 5667-1:2020: water quality — sampling — part 1: guidance on the design of sampling programmes and sampling techniques. Geneva: ISO, 2020.

ISO. ISO 5667-3:2018: water quality — sampling — part 3: guidance on the preservation and handling of water samples. Geneva: ISO, 2018.

KRAUSS, K. W. et al. Environmental drivers in mangrove establishment and early development: a review. Aquatic Botany, v. 89, n. 2, p. 105–127, 2008.

MCKEE, K. L.; ROY, D.; FANNING, K. A. Responses of mangrove soils and vegetation to chronic and acute environmental stress. Estuaries and Coasts, v. 30, n. 1, p. 104–116, 2007.

PRIMAVERA, J. H. Mangroves, fishponds, and the quest for sustainability. Science, v. 289, n. 5477, p. 585–586, 2000.

DOI: 10.51189/vii-coninters/91396

HORTAS URBANAS EM BELO HORIZONTE: PRODUÇÃO DE ALIMENTOS, APROPRIAÇÃO DO ESPAÇO E AGROECOLOGIA

TOMÁS MURTA GODOY; GILMARA ALBERTA MORAIS ANDRADE; REGINALDO ARTHUR GLÓRIA MARCELINO; GIL SEBASTIANA MORAIS D'ELIA; MARCELA DINIZ ZUCHETTO; THABATA DE PAULA GOMES

RESUMO

As hortas urbanas vêm ganhando espaço nas discussões sobre alimentação, sustentabilidade e planejamento das cidades. Em Belo Horizonte, essas práticas possuem uma trajetória construída tanto por iniciativas comunitárias quanto por políticas públicas, especialmente em áreas periféricas. Este trabalho analisa as hortas urbanas de Belo Horizonte como espaços de produção de alimentos, aprendizagem agroecológica, convivência e apropriação do território. Foi realizada uma revisão bibliográfica de estudos acadêmicos dedicados diretamente à agricultura urbana no município, incluindo pesquisas sobre políticas públicas, hortas comunitárias, recursos hídricos, alimentação escolar e experiências recentes no Baixo Onça. Os resultados mostram que as hortas não podem ser compreendidas apenas como áreas destinadas ao cultivo. Elas também criam redes de sociabilidade, fortalecem conhecimentos agroecológicos e aproximam produção, consumo e políticas de segurança alimentar. A experiência do Jardim Produtivo demonstra a possibilidade de inserção da produção urbana no mercado institucional da alimentação escolar. Estudos sobre o Baixo Onça, por sua vez, mostram que as hortas comunitárias podem aproximar natureza e cidade e ampliar a compreensão do direito à cidade. A literatura também aponta desafios, principalmente relacionados à permanência das áreas cultivadas, ao acesso à terra urbana, à infraestrutura e à continuidade das políticas públicas. Conclui-se que as hortas urbanas podem ser consideradas elementos relevantes da paisagem e das políticas urbanas de Belo Horizonte, pois articulam alimentação, relações comunitárias e uso social do território. Recomenda-se ampliar estudos espaciais sobre sua distribuição e sua relação com vulnerabilidades socioambientais, infraestrutura verde e resiliência urbana.

Palavras-chave: agroecologia; alimentação; território.

1 INTRODUÇÃO

Belo Horizonte costuma ser associada a uma paisagem urbana marcada por edifícios, avenidas, equipamentos públicos e áreas densamente ocupadas. Entretanto, também existem na cidade terrenos, quintais, áreas institucionais e outros espaços onde são desenvolvidas atividades de cultivo. As hortas urbanas fazem parte dessa paisagem e mostram que a produção de alimentos não está necessariamente separada da vida urbana.

A agricultura urbana possui uma trajetória anterior à sua incorporação formal pelas políticas públicas. Em Belo Horizonte, iniciativas realizadas por moradores de vilas e bairros periféricos coexistem com ações desenvolvidas pelo poder público. Coutinho e Costa (2011) mostram que

DOI: 10.51189/vii-coninters/91400

essas práticas podem ocorrer de forma espontânea, mas também podem ser incorporadas à política urbana, assumindo diferentes objetivos ambientais, sociais e alimentares. As autoras também destacam a dificuldade de acesso seguro à terra urbana, aspecto que interfere na permanência das iniciativas.

Essa questão permanece relevante porque uma horta depende de condições que vão além da disponibilidade inicial de um terreno. Água, infraestrutura, materiais, assistência técnica, organização dos participantes e segurança de permanência são fatores que influenciam a continuidade do cultivo. O estudo sobre as hortas comunitárias do Barreiro, por exemplo, analisou especificamente o uso da água nas unidades Vila Pinho e Jardim Produtivo e mostrou que as condições de cada horta interferem nas necessidades e nos problemas relacionados à irrigação (Vieira, 2016).

A experiência do Jardim Produtivo também demonstra que a agricultura urbana pode estabelecer relações com outras políticas públicas. Lovo, Santandreu e Lopes Filho (2016) analisaram a experiência de comercialização de hortaliças produzidas no Jardim Produtivo para a alimentação escolar municipal, mostrando uma possibilidade concreta de aproximação entre produção urbana e mercado institucional.

Mais recentemente, estudos sobre o Baixo Onça vêm mostrando outras dimensões das hortas comunitárias. Alencar e Carlos Júnior (2026) relacionam essas experiências à agroecologia, à organização comunitária, à produção de alimentos e à relação entre natureza e cidade. Nesse sentido, as hortas passam a ser observadas não apenas pelo que produzem, mas também pelas relações sociais e territoriais que ajudam a construir.

Diante desse contexto, o objetivo geral deste trabalho é analisar o papel das hortas urbanas em Belo Horizonte como espaços de produção de alimentos, apropriação do território e construção de práticas agroecológicas, identificando suas contribuições e os principais desafios apontados pela literatura.

2 METODOLOGIA

Foi realizada uma pesquisa qualitativa, de caráter bibliográfico, tendo como recorte espacial o município de Belo Horizonte. Foram selecionados trabalhos acadêmicos que tratam diretamente da agricultura urbana, das hortas comunitárias e das políticas públicas relacionadas ao tema no município.

O levantamento priorizou artigos científicos, trabalhos acadêmicos disponíveis em repositórios institucionais e publicações de eventos científicos com autoria e dados bibliográficos verificáveis. Entre os principais estudos analisados estão Coutinho e Costa (2011), sobre agricultura urbana e política pública; Lovo, Santandreu e Lopes Filho (2016), sobre o Jardim Produtivo e a alimentação escolar; Vieira (2016), sobre o uso da água nas hortas comunitárias do Barreiro; Nascimento et al. (2023), sobre políticas públicas de agricultura urbana e produção agroecológica; e Alencar e Carlos Júnior (2026), sobre as hortas comunitárias do Baixo Onça.

Os trabalhos foram analisados a partir de quatro dimensões: produção e circulação de alimentos; organização comunitária e aprendizagem agroecológica; apropriação e permanência no espaço urbano; e relação das hortas com políticas públicas. A análise foi construída por comparação temática entre os estudos, buscando identificar pontos de convergência, diferenças e lacunas para futuras pesquisas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

DOI: 10.51189/vii-coninters/91400

A literatura analisada permite compreender que as hortas urbanas de Belo Horizonte não constituem apenas pequenas áreas agrícolas inseridas na cidade. Elas fazem parte de processos sociais e territoriais mais amplos. Coutinho e Costa (2011) mostram que a agricultura urbana pode surgir de práticas populares e, ao mesmo tempo, tornar-se objeto de políticas públicas. Essa dupla origem ajuda a explicar a diversidade de experiências encontradas no município.

Um dos principais desafios identificados é a permanência das áreas cultivadas. O cultivo necessita de um espaço relativamente estável, mas a terra urbana está sujeita a mudanças de uso, obras, projetos públicos e interesses privados. Por isso, a existência de uma horta em determinado local não garante sua continuidade. Coutinho e Costa (2011) destacam justamente a dificuldade de acesso seguro à terra como um dos problemas da agricultura urbana em Belo Horizonte.

A dimensão ambiental também aparece de forma concreta na gestão das hortas. Vieira (2016), ao estudar unidades comunitárias do Barreiro, analisou o uso da água e as condições de irrigação, demonstrando que os recursos necessários ao cultivo precisam ser considerados de acordo com as características de cada unidade. A questão hídrica, portanto, não deve ser tratada apenas como um aspecto operacional, mas como parte da infraestrutura necessária para a permanência da agricultura urbana.

Outro resultado importante diz respeito à relação entre produção e políticas de alimentação. A experiência do Jardim Produtivo mostrou que a produção de uma horta urbana pode alcançar um mercado institucional. Lovo, Santandreu e Lopes Filho (2016) registraram a comercialização de hortaliças para a alimentação escolar municipal, indicando que a agricultura urbana pode participar de circuitos econômicos que ultrapassam o autoconsumo.

Essa experiência também permite observar que a horta pode funcionar como espaço de formação e organização. A produção para um mercado institucional exige planejamento, capacidade de organização e regularidade. Dessa maneira, a atividade agrícola pode produzir conhecimentos e relações que permanecem para além do cultivo em si.

Os estudos mais recentes reforçam essa dimensão coletiva. Nascimento et al. (2023), ao analisar políticas públicas de fomento à agricultura urbana e à produção agroecológica em Belo Horizonte e na Região Metropolitana, identificaram a atuação de associações e coletivos e discutiram instrumentos e canais de apoio à produção. Os autores apontam a necessidade de melhor aproveitamento dos instrumentos disponíveis, fortalecimento das redes e ampliação dos canais de escoamento da produção.

No Baixo Onça, a discussão ganha uma dimensão territorial ainda mais evidente. Alencar e Carlos Júnior (2026) mostram que as hortas comunitárias articulam sujeitos, conhecimentos e elementos naturais, como terra, água, biodiversidade e alimentos. A experiência analisada pelos autores permite perceber a horta como um espaço de vida e de organização comunitária, aproximando a discussão da agricultura urbana daquela relacionada ao direito à cidade.

Também chama atenção a dimensão de aprendizagem. Ornelas, Araújo e Ribeiro (2023) apresentam uma experiência de formação em agroecologia e agricultura urbana desenvolvida por meio de parceria entre a Prefeitura de Belo Horizonte, a Rede de Intercâmbio de Tecnologias Alternativas e a UFMG. A experiência envolveu moradores de diferentes territórios e unidades produtivas comunitárias, utilizando encontros presenciais, ações coletivas e mutirões para construir conhecimentos agroecológicos.

Quando essas experiências são observadas em conjunto, percebe-se que a horta urbana produz mais do que alimentos. Ela pode produzir relações de vizinhança, conhecimento, autonomia, aprendizagem e novas formas de utilizar áreas urbanas. Essa característica é particularmente relevante para Belo Horizonte porque muitas das experiências estão localizadas

DOI: 10.51189/vii-coninters/91400

em áreas periféricas e podem estabelecer relações diretas com questões de vulnerabilidade social e ambiental.

Um estudo publicado em 2026 por Magalhães amplia esse quadro ao analisar a agricultura urbana nas periferias de Belo Horizonte. O autor identificou, a partir de dados de 2025, 63 hortas comunitárias vinculadas à política municipal, distribuídas pelas diferentes regionais da cidade, totalizando 12,45 hectares de áreas destinadas ao plantio de alimentos de base agroecológica (Magalhães, 2026). O dado demonstra que a agricultura urbana possui presença espacial significativa e pode ser analisada também como componente da estrutura territorial da cidade.

Essa distribuição permite aproximar a discussão das políticas de paisagem e infraestrutura verde. Uma horta não substitui um parque, uma área de preservação ou outra categoria de espaço verde, e seus benefícios ambientais não devem ser presumidos sem avaliação específica. Entretanto, a presença permanente de áreas cultivadas pode contribuir para aumentar a presença de vegetação e de superfícies permeáveis e, principalmente, introduzir espaços produtivos e de convivência em áreas urbanizadas.

Assim, a agricultura urbana pode ser analisada a partir de uma perspectiva integrada. Existe uma dimensão alimentar, relacionada à produção e ao acesso aos alimentos; uma dimensão social, relacionada à organização e às relações comunitárias; uma dimensão ambiental, relacionada ao manejo do solo, da água e da biodiversidade; e uma dimensão territorial, relacionada à permanência e à apropriação dos espaços.

A principal limitação encontrada na literatura é que ainda são necessários estudos espaciais mais sistemáticos capazes de relacionar a localização das hortas com indicadores de vulnerabilidade socioambiental, cobertura vegetal, temperatura, disponibilidade de áreas verdes e acesso a equipamentos públicos. Esse tipo de análise pode contribuir para compreender onde as hortas estão localizadas, quais territórios são atendidos e onde existem áreas com potencial para novas iniciativas.

4 CONCLUSÃO

As hortas urbanas de Belo Horizonte apresentam uma dimensão que ultrapassa a produção de alimentos. Os estudos analisados mostram que elas também são espaços de aprendizagem, organização comunitária, circulação de conhecimentos e apropriação do território.

A literatura evidencia experiências que articulam agricultura urbana com alimentação escolar, políticas públicas, agroecologia e direito à cidade. Ao mesmo tempo, permanecem desafios relacionados à segurança de permanência das áreas, à disponibilidade de água e infraestrutura, ao apoio técnico e à continuidade das políticas públicas.

Conclui-se que as hortas podem ser incorporadas de maneira mais ampla às discussões sobre planejamento urbano e paisagem em Belo Horizonte. A continuidade das experiências depende de políticas que reconheçam sua dimensão produtiva, social, ambiental e territorial. Como perspectiva de pesquisa, recomenda-se o desenvolvimento de estudos geoespaciais que relacionem as hortas existentes com vulnerabilidades socioambientais, infraestrutura verde, cobertura vegetal e resiliência urbana.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, Victor Gabriel de Souza Lima; CARLOS JÚNIOR, José Camilo. As hortas comunitárias do Baixo Onça: coletividades e natureza na periferia. *Boletim Alfenense de*

Geografia, [S. l.], v. 6, n. 11, p. 38-60, 2026. DOI: 10.29327/243949.6.11-3. Disponível em:. Acesso em: 16 set. 2026.

COUTINHO, Maura Neves; COSTA, Heloisa Soares de Moura. Agricultura urbana: prática espontânea, política pública e transformação de saberes rurais na cidade. *Revista Geografias*, Belo Horizonte, v. 7, n. 2, p. 81-97, 2011. DOI: 10.35699/2237-549X.13322.

LOVO, Ivana Cristina; SANTANDREU, Alain; LOPES FILHO, José Divino. Agricultura urbana conquistando o mercado institucional da alimentação escolar em Belo Horizonte/MG/BR: a experiência do Jardim Produtivo no período de 2010-2015. *Raízes: Revista de Ciências Sociais e Econômicas*, v. 36, n. 2, p. 111-118, 2016. DOI: 10.37370/raizes.2016.v36.463.

MAGALHÃES, Bruno Dias. Agricultura urbana como ambiguidade e ambivalência na periferia de Belo Horizonte. *Cadernos Metrópole*, São Paulo, v. 28, n. 67, e6773567, 2026. DOI: 10.1590/2236-9996.2026-6773567-pt.

NASCIMENTO, Alexandre Túlio Amaral; LOMBA, Tais Silva; AGUILAR, Elvira Peruhype de; EVANGELISTA, Ana Flávia Ribeiro; FERREIRA, Henrique Lua Santos. Diagnóstico e análise das políticas públicas de fomento à agricultura urbana e à produção agroecológica e orgânica em Belo Horizonte e Região Metropolitana. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 18, n. 2, p. 62-84, 2023. DOI: 10.33240/rba.v18i2.23762.

ORNELAS, Gabriel Mattos; ARAÚJO, Maria Luiza Grossi; RIBEIRO, Vitória Eliza. Construindo territórios agroecológicos: aprendizagens, ação coletiva e política pública de agricultura urbana em Belo Horizonte (MG). *Cadernos de Agroecologia*, v. 18, n. 1, 2023.. Acesso em: 16 set. 2026.

VIEIRA, Caio. *Agricultura urbana e recursos hídricos: compreendendo o uso da água nas hortas comunitárias da região do Barreiro, Belo Horizonte - MG*. 2016. Monografia (Especialização em Gerenciamento de Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.. Acesso em: 16 set. 2026.

GERAÇÃO E DESTINAÇÃO DE EFLUENTES NA INDÚSTRIA DE CELULOSE E PAPEL

EMANOELEN BITENCOURT E BITENCOURT; LARISSA COELHO PEREIRA SILVA; LAYLA BIANCA ALMEIDA DIAS; MATEUS DO CARMO ROCHA; THAÍS BINOW DIAS; VALÉRIA DE FIGUEIREDO BOTELHO

RESUMO

A indústria de celulose e papel destaca-se pelo grande volume de produção no cenário brasileiro e pelo elevado consumo de recursos hídricos. Consequentemente, gera um montante expressivo de águas residuárias com cargas poluentes complexas e compostos recalcitrantes, como fenol e lignina, demandando sistemas eficientes de gerenciamento. O objetivo deste trabalho foi avaliar os processos de geração de efluentes no setor de celulose e papel e analisar comparativamente a eficiência das rotas de destinação e tratamento convencionais e avançadas frente às exigências regulatórias nacionais. Para isso, realizou-se uma revisão integrativa e qualitativa da literatura no período de 2010 a 2020. Os resultados indicam que o tratamento convencional (físico-químico seguido por biológico) atende com eficácia à remoção de sólidos em suspensão (72%) e redução de DBO (65%) e DQO (75%). No entanto, mostra-se insuficiente para a degradação de substâncias recalcitrantes e tóxicas. Tecnologias avançadas, em especial a adsorção por carvão ativado, surgem como etapas indispensáveis de polimento. Ensaios de bancada demonstram que esse método alcança eficiências de remoção superiores a 91% para fenol e 99% para cor. Conclui-se que a conformidade ambiental com os padrões da Resolução CONAMA nº 430 exige a associação de técnicas biológicas a tratamentos de polimento avançado. A seleção dessas rotas deve ponderar de forma criteriosa a viabilidade econômica e a especificidade dos contaminantes gerados.

Palavras-chave: recursos florestais; produção mais limpa; sustentabilidade.

1 INTRODUÇÃO

A indústria brasileira de árvores plantadas, voltada principalmente para a produção de celulose e papel, alcançou protagonismo global devido à alta competitividade e constante aprimoramento tecnológico. O setor desempenha um papel socioeconômico vital no país, impulsionando as exportações, gerando empregos e incrementando a receita nacional. Sob a ótica ambiental, há um esforço progressivo direcionado à economia verde, no qual subprodutos e resíduos são transformados e reinseridos na cadeia produtiva de maneira renovável ou mitigados na origem por meio de novas tecnologias (Ibá, 2019).

Apesar do elevado potencial de expansão, persistem entraves regulatórios e de mercado, como a necessidade de políticas públicas que estimulem o consumo de materiais de fontes renováveis e a desburocratização do licenciamento ambiental (Ibá, 2017). O processo de licenciamento exige estudos minuciosos devido às particularidades operacionais do setor. A indústria enfrenta desafios severos no cumprimento de requisitos legais de eficiência energética e gestão de poluentes. Os efluentes líquidos gerados possuem alto potencial tóxico e representam uma fonte significativa de poluição hídrica. Essa carga poluidora provém da adição de insumos químicos, do desprendimento de compostos orgânicos naturais do vegetal

DOI: 10.51189/vii-coninters/91401

e das complexas interações dessas substâncias com a biota dos corpos receptores (Furley; Mello; Siqueira, 2018).

Diante do cenário de produção em larga escala no Brasil e do expressivo impacto ambiental associado, justifica-se a condução de pesquisas que aprofundem o entendimento sobre o ciclo da água na fábrica. Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo explanar os mecanismos de geração de efluentes no processo produtivo do setor de celulose e papel, bem como avaliar de forma comparativa a eficácia das tecnologias convencionais e avançadas utilizadas para o tratamento e destinação final destes.

2 METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como uma revisão integrativa e sistemática de literatura, conduzida sob uma abordagem qualitativa de natureza básica e diagnóstica (Lakatos; Marconi, 2017). O método permitiu delinear um panorama crítico acerca do gerenciamento de efluentes no setor industrial avaliado.

A coleta de dados e o levantamento bibliográfico concentraram-se em artigos científicos, dissertações, teses e relatórios técnicos publicados no período de 2010 a 2020. A busca foi estruturada a partir de descritores específicos, incluindo "efluentes de celulose e papel", "processo Kraft", "tratamento avançado de efluentes" e "adsorção por carvão ativado". Os critérios de inclusão selecionaram estudos que apresentavam dados quantitativos de eficiência de remoção de parâmetros fundamentais, tais como Demanda Química de Oxigênio (DQO), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), cor, turbidez e fenóis totais, permitindo correlacionar os achados com as diretrizes normativas vigentes no Brasil.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cadeia produtiva industrial de papel e celulose estrutura-se em etapas consecutivas e integradas que transformam matérias-primas vegetais em produtos comerciais. Esse segmento engloba desde a produção florestal até a geração de energia, fabricação de polpa, processamento do papel, reciclagem e setores gráficos. Quanto à viabilidade, as fábricas demandam áreas com elevado potencial hidrológico — adequadas ao cultivo de *Pinus* ou *Eucalyptus* —, infraestrutura robusta e localização estratégica que facilite a logística de escoamento e o suporte às comunidades locais (Oliveira; Pereira; Nascimento, 2018).

O consumo de água nas operações é intensivo, variando em média de 15 a 100 m³ por tonelada de produto fabricado, o que acarreta uma geração massiva de efluentes hídricos. Essas águas residuárias possuem carga poluidora complexa devido à presença de substâncias orgânicas originárias da própria madeira (como celulose e lignina), sólidos em suspensão (fibras e cascas), metais pesados decorrentes das etapas operacionais, ácidos, substâncias organocloradas e compostos fenólicos de elevada toxicidade e solubilidade. Adicionalmente, há aportes de nitrogênio e fósforo oriundos dos esgotos sanitários das instalações administrativas. Destacam-se também os compostos cromóforos derivados da degradação da lignina, que conferem cor escura ao efluente, bloqueiam a radiação solar nos corpos d'água e apresentam degradação complexa, tornando mandatória a busca por soluções ecoeficientes e sustentáveis (Bender; Souza; Vidal, 2019).

3.1 PROCESSO PRODUTIVO DE PAPEL E CELULOSE

O estágio inicial para a fabricação do papel consiste no isolamento das fibras de celulose por meio da separação da hemicelulose e da lignina que compõem a estrutura lenhosa da madeira. Esse fracionamento pode ocorrer por vias mecânicas, físicas, biotecnológicas ou químicas. No cenário brasileiro, o processo químico destaca-se como o mais consolidado, baseando-se na digestão sob pressão do material lignocelulósico com reagentes químicos específicos (Rodrigues, 2018). O método químico predominante é o Processo Kraft (Figura 1).

DOI: 10.51189/vii-coninters/91401

Figura 1. Fluxograma do Processo Kraft.
Fonte: Silva, Pinheiro e Costa Junior (2019).

O circuito operacional do Processo Kraft compreende as seguintes etapas sequenciais: 1. Descascamento e Lavagem: preparam a madeira e removem impurezas superficiais, otimizando o consumo de reagentes nas fases subsequentes; 2. Picagem: fragmenta as toras em cavacos de tamanho uniforme para facilitar a penetração dos compostos químicos; 3. Cozimento (digestão): os cavacos são introduzidos no digestor sob pressão e temperatura elevadas, recebendo a adição do "licor branco" (composto por NaOH e Na_2S) e do "licor negro" (proveniente de ciclos anteriores). Esse ambiente promove a deslignificação e a liberação das fibras de celulose (Moreira; Costa, 2018).

Como resultado da digestão, obtém-se a polpa de celulose marrom e um volume residual de licor negro fraco, rico em matéria orgânica dissolvida e produtos químicos exauridos. O licor negro é submetido a um ciclo fechado de recuperação química e energética: passa por evaporadores para elevar a concentração (licor negro forte) e é queimado na caldeira de recuperação com adição de sulfato de sódio (Na_2SO_4), gerando energia elétrica, vapor e um fundido que, dissolvido em água, constitui o "licor verde" (Na_2CO_3 e Na_2S) (Rodrigues, 2018; Silva; Pinheiro; Costa Junior, 2019). O licor verde passa pela caustificação com adição de cal (CaO), regenerando o hidróxido de sódio (NaOH) e convertendo o carbonato em carbonato de cálcio ($CaCO_3$). O $CaCO_3$ (lama de cal) é calcinado no forno de cal para recuperar a cal, enquanto o licor branco purificado retorna ao digestor, encerrando o ciclo de recuperação de insumos (Campos, 2018; Rodrigues, 2018).

Em paralelo, a celulose marrom passa por lavagem e depuração. Ela pode ser direcionada diretamente para a fabricação de papel Kraft ou seguir para a linha de branqueamento. No segundo caso, a polpa sofre uma pré-deslignificação com oxigênio (O_2) seguida por estágios de branqueamento químico utilizando cloro (Cl_2), dióxido de cloro (ClO_2), peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e hidróxido de sódio (NaOH) para atingir os padrões de alvura comerciais (Campos, 2018). A etapa final de fabricação do papel ocorre em instalações integradas ou fábricas de conversão independentes, envolvendo a diluição da polpa em água, adição de cargas e aditivos funcionais nas máquinas de papel, prensagem, secagem e rebobinamento de acordo com as especificações de gramatura e brilho demandadas pelo mercado (Moreira; Costa, 2018; Rodrigues, 2018).

3.2 TRATAMENTO DE EFLUENTES E DESTINAÇÃO FINAL

Devido ao expressivo consumo de água e insumos, os efluentes líquidos gerados apresentam alta turbidez, elevada carga de sólidos em suspensão e forte contaminação expressa pelos parâmetros de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), Demanda Química de Oxigênio (DQO) e Carbono Orgânico Total (COT) (Hubbe *et al.*, 2016; Bender; Souza; Vidal, 2019). No Brasil, a destinação final dessas águas residuárias tratadas consiste no lançamento em corpos hídricos superficiais. Esse descarte é estritamente regulado pela Resolução CONAMA nº 430/2011, que estabelece critérios rígidos: pH entre 5 e 9,

temperatura inferior a 40 °C, limite máximo de 1 mL/L para materiais sedimentáveis, além de restrições severas para substâncias tóxicas e ecotóxicas (Brasil, 2011).

Para o enquadramento na legislação, as indústrias utilizam sistemas de tratamento estruturados em etapas sequenciais. O tratamento convencional integra processos físico-químicos (etapas preliminares e primárias) e biológicos (etapa secundária) (Kamali; Khodaparast, 2015).

No pré-tratamento, são empregados desarenadores, grades e caixas de gordura para reter sólidos grosseiros e detritos flutuantes (Matias, 2010). O tratamento primário atua na remoção de material particulado em suspensão e coloides por meio de processos de coagulação e floculação. Žarković, Todorović e Rajaković (2011) demonstraram a eficácia dessa etapa ao aplicar doses combinadas de coagulante químico — sulfato de alumínio [$Al_2(SO_4)_3$] na proporção de 400 mg/L — e floculante polimérico (poliacrilamida - PAM) em decantadores primários. Essa configuração otimizada promoveu reduções expressivas de 72% para sólidos em suspensão totais, 75% na DQO e 65% na DBO.

Contudo, os processos primários são insuficientes para a remoção da matéria orgânica dissolvida e para o pleno atendimento dos padrões legais de DBO (Matias, 2010). Torna-se indispensável, portanto, a aplicação do tratamento secundário, fundamentado na ação de microrganismos (bactérias, fungos e enzimas) que digerem a carga orgânica biodegradável. Os sistemas mais comuns no setor incluem lodos ativados, lagoas aeradas e filtros biológicos (Peitz, 2018). Essa rota biológica é amplamente adotada pelas indústrias devido à capacidade de processar grandes vazões a custos operacionais e de manutenção relativamente baixos (Farias; Ferreira, 2014).

3.3 TECNOLOGIAS DE TRATAMENTO AVANÇADO

Embora o tratamento biológico secundário reduza satisfatoriamente a DBO, ele apresenta limitações severas na degradação de substâncias recalcitrantes. Compostos organoclorados, derivados fenólicos e polímeros de lignina resistem à ação microbiológica (Bender; Souza; Vidal, 2019). Conforme apontado por Peitz, Schroeder e Xavier (2019), concentrações de compostos fenólicos superiores a 100 mg/L geram toxicidade aguda à biomassa das lagoas de tratamento, inibindo a purificação biológica e mantendo elevados os níveis de cor e compostos coloidais no efluente.

Assim, a inserção de tratamentos avançados (ou terciários) consolida-se como uma necessidade para atingir o polimento final do efluente e garantir conformidade com os órgãos de proteção ambiental (Follmann, 2017). O Quadro 1 sintetiza as principais rotas tecnológicas terciárias avaliadas na literatura para este setor industrial.

Quadro 1. Principais tratamentos avançados para efluente da indústria de papel e celulose.

MÉTODOS	RESULTADO	REFERÊNCIA
Eletrocoagulação: Uso de ânodos/cátodos de Fe e Al	Remoção de 85% da DQO, 78,5% de lignina e remoção completa da cor	Aghdam, Kariminia e Safari (2016)
Processo Oxidativo Avançado (Fenton)	Degradação de 94,8% da DQO em amostras de licor negro	Torrades, Saiz e García-Hortal (2011)
Adsorção por Carvão Ativado	Remoção de 64% da DQO, >93% de fenol e 99% da cor	Bender, Souza e Vidal (2019)
Adsorção por Carvão Ativado (Pós-Decantador)	Redução de 94% da DQO, 92% de fenol e 99% da cor	Follmann (2017)
Adsorção por Lodo Ativado	Remoção de 79% da DQO e 80% de lignina	Vashi, Iorhemen e Tay (2019)
Separação por Membranas: Uso de micro, ultra e nanofiltro	Remoção de 45% da DQO e 73% de lignina	Ebrahimi *et al.* (2015)

Fonte: Autores (2022).

DOI: 10.51189/vii-coninters/91401

A seleção de uma tecnologia isolada ou a integração de múltiplos métodos terciários depende estritamente das metas de qualidade da água tratada, da viabilidade econômica e dos contaminantes-alvo que se deseja remover (Crini; Lichtfouse, 2019).

Entre as alternativas de polimento, o processo de adsorção em meio sólido destaca-se pela alta eficiência e viabilidade técnica na remoção de poluentes voláteis, hidrocarbonetos, solventes e toxinas recalcitrantes presentes no licor residual (Montibeller, 2012; Metcalf; Eddy, 2016). A adsorção baseia-se em um fenômeno físico-químico de transferência de massa, no qual os solutos fluidos (adsorbato) ligam-se à estrutura porosa de uma matriz sólida (adsorvente) (Metcalf; Eddy, 2016; Crini; Lichtfouse, 2019).

Bender, Souza e Vidal (2019) avaliaram em ensaios de bancada (jarteste) o desempenho do carvão ativado granular como polimento pós-tratamento físico-químico em amostras coletadas do decantador secundário de uma unidade industrial que opera via Processo Kraft. Os dados obtidos estão detalhados na Tabela 1.

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos antes e após tratamento com carvão ativado.

Parâmetro	Amostra Bruta	Amostra Tratada	Remoção (%)
Cor (uC)	707,4	6,0	99
Turbidez (uT)	7,4	0,7	91
DQO (mg/L)	141,0	51,4	64
Fenol (mg/L)	7,8	ALD*	>93

*ALD = abaixo do limite de detecção do equipamento.

Fonte: Bender, Souza e Vidal (2019).

Os resultados demonstram que a adsorção reduziu o fenol total a níveis indetectáveis, além de quase eliminar a cor residual e mitigar a turbidez, confirmando a alta eficácia do carvão ativado no polimento final. Alinhado a esses achados, Follmann (2017) investigou a aplicação de carvão ativado em efluentes de celulose coletados imediatamente após a decantação secundária, obtendo os resultados dispostos na Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos antes e após tratamento com carvão ativado.

Parâmetro	Amostra Bruta	Amostra Tratada	Remoção (%)
Cor (uC)	538	4	99,26
Turbidez (uT)	22,3	0,3266	98,54
DQO (mg/L)	147	9	93,69
Fenol (mg/L)	7,73	0,6	91,38

Fonte: Follmann (2017).

A comparação entre as duas investigações revela nuances importantes frente à legislação federal. O ensaio de Bender, Souza e Vidal (2019) reduziu a concentração de fenol para patamares inferiores ao Valor Máximo Permitido (VMP) estabelecido pela Resolução CONAMA nº 430/2011, que fixa o limite de lançamento de fenóis totais em 0,5 mg/L (Brasil, 2011).

Por outro lado, o efluente tratado por Follmann (2017) atingiu uma concentração residual de 0,6 mg/L de fenol, mantendo-se ligeiramente acima do VMP legal. Essa disparidade evidencia que variações na matriz do efluente bruto industrial exigem adequações na dosagem, no tempo de contato ou na densidade do leito de carvão ativado para garantir o enquadramento sistemático nos padrões exigidos de descarte hídrico.

4 CONCLUSÃO

O gerenciamento ambiental nas indústrias integradas de celulose e papel apresenta elevada complexidade devido à coexistência de poluentes biodegradáveis e frações orgânicas recalcitrantes nas águas residuárias. Os sistemas convencionais de tratamento, embora consolidados e eficientes na remoção de sólidos e cargas orgânicas básicas (DBO), são

incapazes de eliminar contaminantes tóxicos persistentes, como os compostos fenólicos e cromóforos derivados da lignina.

Diante do avanço das exigências normativas nacionais, em especial as restrições impostas pela Resolução CONAMA nº 430/2011, a incorporação de métodos de tratamento avançado torna-se imperativa. Entre as tecnologias disponíveis, a adsorção por carvão ativado consolidou-se como uma das soluções terciárias mais promissoras, demonstrando capacidade técnica de remover mais de 91% da carga fenólica e até 99% da cor residual em escala de polimento final.

Contudo, a transição para sistemas de tratamento mais robustos e sofisticados requer estudos prévios e customizados de engenharia. As empresas do setor devem realizar avaliações criteriosas de custo-benefício, confrontando os investimentos em capital e os custos operacionais das tecnologias terciárias com o ganho de eficiência ambiental e a segurança jurídica associados ao cumprimento integral dos padrões de lançamento hídrico.

REFERÊNCIAS

AGHDAM, A. M.; KARIMINIA, H. R; SAFARI, S. Removal of lignin, COD, and color from pulp and paper wastewater using electrocoagulation. **Desalination and Water Treatment**, v. 57, n. 21, p. 9698-9704, 2016.

BENDER, A. F.; SOUZA, J. B.; VIDAL, C. M. S. Tecnologias avançadas de tratamento visando à remoção de cor e fenol de efluente de indústria de celulose e papel. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 2, p. 571-582, abr./jun. 2019.

BRASIL. **Resolução CONAMA n. 430 de 13 de maio de 2011.** Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília: MMA, 2011. 1126 p.

CAMPOS, T. M. P. **Economia Circular na Indústria de Celulose tipo Kraft**: aproveitamento de resíduos *dregs* e *grits*. Dissertação (Engenharia Urbana e Ambiental) – Pontifica Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 79 f. 2018.

CRINI, G.; LICHTFOUSE, E. Advantages and disadvantages of techniques used for wastewater treatment. **Environmental Chemistry Letters**, v. 17, p.145-155, 2019.

EBRAHIMI, M. et al. Treatment of the bleaching effluent from sulfite pulp production by ceramic membrane filtration. **Membranes**, v. 6, n. 1, p. 7, 2015.

FARIAS, F. A.; FERREIRA, R. L. Avaliação da eficiência de diferentes agentes coagulantes na remoção de cor e turbidez em efluente de fábrica de celulose não branqueada. **Revista Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade**, v. 5, n. 3, p. 86-104, 2014.

FOLLMANN, H. V. D. M. **Avaliação da ultrafiltração e da adsorção em carvão ativado no tratamento avançado de efluente de uma indústria de papel e celulose.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Irati, 2017.

FURLEY, T. H.; MELLO, F. A.; SIQUEIRA, J. B. L. Principais questões ambientais causadas pelos efluentes de fábricas de celulose da América Latina. **O papel**, v. 79, n. 4, p. 70-77, abr. 2018.

HUBBE, M. A. et al. Wastewater treatment and reclamation: a review of pulp and paper industry practices and opportunities. **BioResources**, v. 11, n. 3, p. 7953-8091, 2016.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Anual**. 2017. Disponível em: http://iba.org/images/shared/Biblioteca/IBA_RelatorioAnual2017.pdf. Acesso em: 14 set. 2026.

IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Anual**. 2019. Disponível em: https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorioanual2019.pdf. Acesso em: 14 set. 2026.

KAMALI, M.; KHODAPARAST, Z. Review on recent developments on pulp and paper mill wastewater treatment. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 114, p. 326–342, 2015.

LAKATOS, M. E.; MARCONI, A. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MATIAS, A. A. **Tratamento de efluente de indústria de celulose através de plasma obtido por eletrólise de alta tensão**. Tese (Agroquímica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 79 f. 2010.

METCALF, L.; EDDY, H. P. Tratamento de efluentes e recuperação de recursos. 5. ed. Brasil: McGraw Hill, 2016.

MONTIBELLER, M. M. **Remoção de fenol de águas residuárias utilizando método de polimerização e precipitação com enzima horseradish peroxidase (HRP)**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

MOREIRA, J.; COSTA, A. O. S. Revisão bibliográfica do emprego da analise de exergia em processos industriais oriundos da indústria de obtenção de celulose. **O Papel**, v. 79, n. 5, p. 73-85, mai. 2018.

OLIVEIRA, A. B.; PEREIRA, J. M.; NASCIMENTO, A. A. Cadeia produtiva de papel e celulose e transformações recentes no sudoeste maranhense. **InterEspaço**, Grajaú, v. 4, n. 12, p. 135-154, 2018.

PEITZ, C. **Desempenho de sistema modificado de lagoa aerada com meio de suporte em leito móvel no tratamento de efluente de celulose kraft**. Dissertação (Tecnologias e Processos Ambientais) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 82 f. 2018.

PEITZ, C.; SCHROEDER, L. H.; XAVIER, C. R. Avaliação do tratamento biológico de efluente de fábrica de celulose kraft pela técnica de FT-IR. **O PAPEL**, v. 80, n. 5, p. 84-91, 2019.

RODRIGUES, A. K. A. **Indústria de papel e celulose**: riscos ambientais e a saúde. Monografia (Gestão de Recursos Hídricos, Ambientais e Energéticos) – Universidade Da Integração Internacional Da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 33 f. 2018.

SILVA, P. H. G.; PINHEIRO, O. S.; COSTA JUNIOR, E. F. Modelagem empírica da porcentagem de cal útil na cal usada em processo de caustificação de uma indústria de celulose. **Revista Liberato**, Novo Hamburgo, v. 20, n. 33, p. 1-112, jan./jun. 2019.

TORRADES, F.; SAIZ, S.; GARCÍA-HORTAL, J. A. Using central composite experimental design to optimize the degradation of black liquor by Fenton reagente. **Desalination,** v. 268, p. 97-102, 2011.

VASHI, H.; IORHEMEN, O. T.; TAY, J. H. Extensive studies on the treatment of pulp mill wastewater using aerobic granular sludge (AGS) technology. **Chemical Engineering Journal**, v. 359, p. 1175-1194, 2019.

ŽARKOVIĆ, D. B.; TODOROVIĆ, Z. N.; RAJAKOVIĆ, L. V. Simple and cost-effective measures for the improvement of paper mill effluent treatment - A case study. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, p. 764-774, 2011.

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 4, 2026

DESENVOLVIMENTO DA CONSCIENTIZAÇÃO INFANTOJUVENIL PARA A IMPORTÂNCIA DACONSERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO AMBIENTAL

JHONATAN PEREIRA LOPES; KELLY DOS SANTOS BASTOS; SATHIÊ ROCHA DE FREITAS GUIMARÃES; THAIS PEREIRA SOARES

Introdução: O desenvolvimento e a sedimentação da conscientização infantojuvenil para a conservação ambiental ocorrem por meio de práticas educativas continuadas que unem conteúdos escolares a vivências práticas e reflexões críticas. Trabalhar a temática desde os primeiros anos escolares ajuda a formar indivíduos capazes de compreender o papel humano no uso racional dos recursos. O projeto visou ampliar (e aprofundar) o interesse infanto juvenil para questões globais de grande impacto sócio econômico como a preservação da natureza. Para esse fim, temas de cunho ecológico, das ciências da terra e da saúde foram abordados em sala de aula, de forma lúdica e continuada. Cuidar do Brasil, conceitos e práticas em educação ambiental na escola. **Objetivos:** O trabalho buscou realizar atividades educativas com a temática da educação ambiental, com o plano de promover a conscientização ambiental nos estudantes, assim, criando sujeitos críticos e analisar a influência e o impacto das ações do homem ao meio ambiente. **Metodologia:** O estudo de extensão foi realizado na Escola Municipal Maria Lúcia, localizada no município de Campos dos Goytacazes - RJ, no bairro Turf Club, atendendo um quantitativo de aproximadamente 250 estudantes do 3ª, 4ª e 5ª, do Ensino Fundamental I, no turno da manhã e da tarde. Foram abordados temas sobre a preservação ambiental através de diferentes tópicos tais como: aquecimento global, reciclagem, preservação, reflorestamentos, biomas brasileiros, dentre outros assuntos. **Resultados:** Ao decorrer, através das dinâmicas e práticas, em que observou-se despertar o interesse dos estudantes, através das aulas propostas e expositivas, que debateram as temáticas através de recursos como, postes; ações que podem diminuir os impactos ao meio ambiente; projetos de preservação de espécies. **Conclusões:** A comunidade escolar se demonstrou receptiva quanto ao desenvolvimento das atividades de conscientização ambiental aplicadas, visto a importância do assunto. Sendo assim, a Educação Ambiental vem como agente transformador destes sujeitos que passam ter uma visão abrangente e realista da coletividade e de valor social.

Palavras-chave: **MEIO AMBIENTE; SUSTENTABILIDADE; PRESERVAÇÃO DA NATUREZA**

DOI: 10.51189/vii-coninters/91446