Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

ANAIS DO EVENTO

ISSN 2675-813X | V.7 N.1 2026

EDITORA INTEGRAR

ORGANIZAÇÃO

Sociedade Brasileira de Eventos Científicos – SOBREC

PARCEIROS

Editora Integrar
Instituto Multiprofissional de Ensino - IME
Aprimorar-me

COMISSÃO CIENTÍFICA

Maria Aurea Soares de Oliveira
André Menezes de Jesus
Brenda de Oliveira da Silva
Daniel de Carvalho Silva
Glauber Moraes Silva
Juliana Britto Martins de Oliveira
Keyla Nunes Farias Gomes
Mateus de Andrade da Silva
Regina Célia da Silva
Silmare Nogueira do Nascimento Pereira
Tarsiane Mara Carneiro Barbosa
Vanessa do Nascimento Barbosa

A Editora Integrar é a editora **IV Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas - IV BIOESB** 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 IV BIOESB estão publicados na **Revista Multidisciplinar em Educação e Meio Ambiente** (ISSN: 2675-813X), correspondente ao volume 7, número 1, do ano de 2025.

APRESENTAÇÃO

O **IV Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas - IV BIOESB** ocorreu entre os dias **19 a 22 de janeiro de 2026**, considerado como um evento de caráter técnico-científico destinado a acadêmicos, profissionais e curiosos na área da Biologia!

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

PROGRAMAÇÃO

Dia 19 de janeiro de 2026
Palestras:

- 08:30 | **Comissão Organizadora (IME)** | Abertura do Evento
- 09:00 | **Hermógenes Henrique Oliveira Nascimento** | Serviços ecossistêmicos e conservação da biodiversidade
- 10:00 | **Laís Coura Soranço** | Ictiofauna e a dinâmica dos Ecossistemas Aquáticos: funções, interações e impactos ambientais
- 11:00 | **Leticia Priscilla Arantes** | Botânica aplicada: potencial terapêutico de plantas medicinais
- 14:00 | **Railson Figueiredo dos Santos** | Manguezais como Reservatórios de Carbono Azul: Processos, Serviços Ecossistêmicos e Desafios de Conservação
- 15:00 | **Thaís Mendes Rocha** | CienciArte: a arte como recurso pedagógico no ensino de Ciências e Biologia

Dia 20 de janeiro de 2026
Palestras:

- 09:00 | **Marlete Moreira Mendes Ivanov** | Unidades de conservação: o que estamos protegendo?
- 10:00 | **Rafaela Estefani de Oliveira Pinho** | Educação ambiental e formação cidadã, dentro das Ciências Biológicas
- 11:00 | **Rafael Shinji Akiyama Kitamura** | A resistência a antimicrobianos no contexto da saúde única: desafios e soluções baseadas na natureza
- 14:00 | **Paulo Quadros de Menezes** | Projeto Harpia na Bacia do Rio Doce: resultados e desafios na busca pelas grandes águias florestais
- 15:00 | **Andrezza Santos Flores** | História de vida não silenciada: constructos de uma Educadora com Deficiência Visual para um Ensino de Ciências e Biologia inclusivo

Dia 21 de janeiro de 2026
Palestras:

- 09:00 | **Luiz Filipe Santos Costa** | Aspectos biológicos e epidemiológicos da tuberculose: a pandemia silenciosa do século XXI
- 10:00 | **Jalison Figueredo do Rêgo** | Bioética e ensino em ciências biológicas: desafios e perspectivas na formação acadêmica
- 13:00 | **Mateus de Andrade da Silva** | Isótopos estáveis de carbono e nitrogênio como biomarcadores não invasivos na ecologia de e estresse em animais silvestres.

- 14:00 | **Cássio Marinho Campelo** | Insetos vetores de doenças: ecologia e controle

Dia 22 de janeiro de 2026
Palestras:

- 09:00 | **Marcos Akira Umeno** | Biomas brasileiros: conservação, ameaças e perspectivas futuras
- 10:00 | **Natalia Vieira de Carvalho Martins** | Impactos das mudanças climáticas sobre ecossistemas terrestres e aquáticos
- 14:00 | **Tobias Pereira de Morais** | Economia Circular e Gestão Ambiental: Conectando Resíduos, Reciclagem e Conservação
- 15:00 | **Comissão Organizadora (IME)** | Encerramento do evento

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

DO CULTIVO AO CUIDADO: A CONTRIBUIÇÃO DA BOTÂNICA PARA A INCLUSÃO E O DESENVOLVIMENTO SENSORIAL DE CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO ESPECTRO AUTISTA (TEA)

JENNIFER FERRAZ MEIRELES; EMILIENNE DA COSTA GREGÓRIO; JULIA CAROLINE ALVES DE RAMOS; SABRINA RIOS DOS PRAZERES

Introdução: A Botânica fundamenta abordagens ancestrais de cuidados com a saúde, viabilizando o florescimento da Fitoterapia e de outras Práticas Integrativas Complementares (PICs) as quais podem complementar o tratamento médico convencional, além de ofertar ao paciente, melhor qualidade de vida. Diante dos desafios multifacetados do Transtorno de Espectro Autista (TEA) em âmbito pedagógico, que ocasionam em exclusão e evasão escolar, a busca por estratégias complementares e inclusivas é imperativa para a efetivação do direito à educação. Neste contexto, a *Matricaria chamomilla, Camomila*, amplamente reconhecida por suas propriedades calmantes aliada a práticas de hortoterapia podem oferecer uma melhora significativa relacionadas a ansiedade e hiperatividade presentes nas crianças que detém do Transtorno. **Objetivos:** Investigar o potencial e fundamentar a viabilidade de métodos botânicos, fitoterapia aliada a hortaterapia, como intervenção auxiliar para fomentar a inclusão e o desenvolvimento sensorial de crianças com TEA. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão narrativa da literatura cujo levantamento bibliográfico que associa as propriedades farmacológicas da camomila, benefícios pedagógicos da hortoterapia e as barreiras da inclusão escolar no TEA. Ademais, a título de ilustração, estuda-se a viabilidade de um projeto de horta assistida, implantado em um centro de reabilitação neuropediátrica, como referência estrutural e multissensorial. **Resultados:** O estudo explanou a atuação da camomila como regulador emocional, mediante compostos como alfa-bisabolol, mas também, o ambiente multissensorial da hortoterapiademonstrou-se ideal para beneficiar a cognição e socialização. Neste viés, a cooperação entre o cultivo da planta e o método possibilitaria um ciclo terapêutico completo. **Conclusão:** A integração da abordagem proposta possibilitaria o desenvolvimento integral de crianças com TEA, consolida o papel imprescindível das PICs e expõe a carência de implementações que visem à inclusão e permanência de alunos atípicos.

Palavras-chave: **HORTOTERAPIA; FITOTERAPIA; TEA**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/65619

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

ENTRE A CIDADE E O SEMIÁRIDO: FILTROS ECOLÓGICOS NA DISTRIBUIÇÃO DO PASSER DOMESTICUS

DIEGO ASSUNÇÃO DOS SANTOS

RESUMO

O pardal (Passer domesticus) é uma das aves mais conhecidas por sua proximidade com os seres humanos, encontrando nas cidades um local perfeito para viver e se reproduzir, sendo a espécie cosmopolita com a maior distribuição geográfica. No entanto, ao observar os biomas naturais brasileiros, especialmente a Caatinga, percebesse que essa espécie quase não está presente. Este estudo, que é de natureza bibliográfica, tem como objetivo entender os fatores ecológicos e ambientais que explicam essa diferença: como o pardal se dá bem no meio urbano enquanto é praticamente ausente em regiões semiáridas. A pesquisa analisou três aspectos principais: a disponibilidade de alimentos e água, as condições para nidificação e as pressões climáticas e ecológicas. Descobriu-se que o ambiente urbano é favorável à espécie, garantindo acesso constante a recursos e locais seguros para abrigo, o que permite altas taxas de reprodução mesmo em regiões tropicais. Recentemente, pesquisas feitas no Nordeste do Brasil confirmaram a grande quantidade de pardais em áreas urbanas e periurbanas. Em contrapartida, na Caatinga, o clima rigoroso, a falta de alimento durante longos períodos de seca e a ausência de lugares protegidos para os ninhos representam barreiras naturais. Essa exclusão se torna ainda mais crítica com a previsão de que as mudanças climáticas deixarão o bioma ainda mais quente e seco, aumentando o risco de desertificação e fortalecendo os filtros abióticos contra espécies não adaptadas. Além disso, a presença de espécies nativas bem adaptadas aumenta a competição, sendo que há relatos globais do P. domesticus mostrando um comportamento agressivo, como destruir ovos e eliminar concorrentes em ninhos já estabelecidos. Em resumo, o sucesso do pardal está intimamente ligado à previsibilidade do ambiente humano, enquanto as condições extremas e os filtros biogeográficos agravados pela crise climática do semiárido limitam sua expansão.

Palavras-chave: filtros ecológicos; caatinga; Passer domesticus.

1 INTRODUÇÃO

O Passer domesticus, ou pardal, foi introduzido no Brasil no início do século XX e rapidamente se espalhou por diversas áreas, principalmente as urbanas. Essa ave se tornou

DOI: 10.51189/iv-bioesb/66449

um símbolo da vida nas cidades, onde encontrou alimento abundante, abrigo e pouquíssimos predadores naturais. O ambiente urbano, por sua previsibilidade e estabilidade, se tornou o principal responsável pelo sucesso reprodutivo e pela expansão da espécie. Sua capacidade de adaptação faz do pardal um modelo biológico importante para a ecologia urbana, sendo utilizado em estudos sobre poluentes atmosféricos e os efeitos da urbanização sobre a fisiologia das aves.

Por outro lado, quando observamos a distribuição dessa espécie no Brasil, é notável sua ausência em ambientes naturais mais severos, como a Caatinga. Esse bioma, que enfrenta longos períodos de seca, apresenta altas temperaturas e vegetação adaptada à escassez de água, impõe desafios ecológicos significativos. E a situação só tende a piorar: a maioria das projeções climáticas aponta para um futuro mais quente e seco para o Nordeste, o que deve acentuar as características extremas do bioma. Estudos recentes indicam que as mudanças climáticas podem provocar transformações drásticas na vegetação da Caatinga, com riscos de desertificação e uma simplificação na composição de espécies.

Diante desse cenário, este trabalho busca entender os fatores que levam ao sucesso do pardal em ambientes urbanos, influenciados pela ação humana, e as razões que explicam sua exclusão em ecossistemas semiáridos, especialmente considerando os desafios impostos pela crise climática e os limites ecológicos da espécie exótica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada através de uma revisão bibliográfica com enfoque comparativo entre os ambientes urbano e semiárido. Foram analisadas publicações científicas sobre ecologia urbana, biogeografia da Caatinga e estudos ornitológicos, tanto clássicos quanto contemporâneos. As principais fontes incluem autores como Sick (1997), Leal et al. (2003) e Silva, Leal e Tabarelli (2017). A análise foi organizada em três eixos temáticos: (1) Recursos alimentares e hídricos – comparação entre a oferta constante de alimentos nas cidades e a sazonalidade extrema da Caatinga; (2) Estruturas de abrigo e nidificação – comparação entre edificações urbanas e vegetação decídua do semiárido; e (3) Pressões ambientais e competição biológica – avaliação das limitações impostas pelo clima seco e da interação com espécies nativas adaptadas ao bioma. Essa revisão incluiu literatura de 2023 e 2024 para garantir que as discussões sobre a crise climática e a ecologia urbana estivessem atualizadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicam que a urbanização favorece a permanência do pardal, criando condições artificiais que substituem as restrições do ambiente natural. Estudos recentes no Nordeste do Brasil confirmam que o P. domesticus é significativamente mais abundante em áreas urbanas e periurbanas, onde há condições favoráveis à nidificação e forrageamento. O acesso constante a restos de alimentos, a presença de água e o abrigo em construções humanas diminuem muito as pressões ambientais, permitindo que a espécie mantenha altas taxas de reprodução.

Por outro lado, o Bioma Caatinga apresenta fatores que limitam a instalação da espécie. A escassez de alimentos durante as secas, a falta de lugares seguros para nidificação e o estresse térmico intenso criam um ambiente hostil para o pardal.

3.1 O FILTRO CLIMÁTICO ACELERADO E A RESILIÊNCIA DA CAATINGA

DOI: 10.51189/iv-bioesb/66449

A pressão abiótica (climática) do semiárido atua como um filtro biogeográfico forte, e esse filtro provavelmente se agravará com as mudanças climáticas, tornando o bioma ainda mais árido. Essa intensificação climática ameaça a perda de 40% da biodiversidade da Caatinga até 2060, com a vegetação arbórea sendo substituída por vegetação rasteira e um risco de transição para um clima árido.

Apesar disso, a resiliência da Caatinga é fortalecida pelas adaptações das espécies nativas (como a estivação) e por soluções humanas localizadas. A implementação de sistemas resilientes e tecnologias sociais, como o uso de cisternas e o fomento ao conhecimento tradicional, é crucial para manter a funcionalidade do bioma.

3.2 COMPETIÇÃO BIOLÓGICA E A VANTAGEM DA ADAPTAÇÃO NATIVA

Além das limitações ambientais, a competição com aves nativas bem adaptadas ao semiárido reforça a exclusão ecológica. O Passer domesticus é conhecido por seu comportamento agressivo, com relatos globais de destruição de ovos e eliminação de competidores em ninhos. Entretanto, em um ambiente ecológico complexo e severo como a Caatinga, as aves nativas já ocupam os nichos eficientemente, o que impede que o pardal se estabeleça, mesmo com seu comportamento combativo.

Essas observações sugerem que o sucesso do Passer domesticus não depende apenas da sua capacidade de adaptação, mas principalmente da dependência de ambientes moldados pela ação humana. O contexto urbano oferece abrigo e recursos previsíveis, ao passo que os ecossistemas naturais, como a Caatinga, mantêm e intensificam filtros biogeográficos que dificultam a presença e a invasão de organismos exóticos.

4 CONCLUSÃO

O estudo mostra que o Passer domesticus se destaca em ambientes urbanos devido à previsibilidade e estabilidade geradas pela ação humana. O ambiente urbano não só fornece recursos constantes, mas também permite que a espécie funcione como um bioindicador de qualidade ambiental, como evidenciado em recentes pesquisas brasileiras de biomonitoramento.

Por outro lado, quando exposto às condições severas da Caatinga, a espécie enfrenta limitações ecológicas que inviabilizam sua sobrevivência e reprodução. Essas restrições, somadas à escassez de recursos e à competição com espécies nativas, reforçam o papel dos filtros biogeográficos como barreiras naturais à invasão de organismos exóticos.

A principal conclusão atualizada é que o sucesso da espécie exótica está inversamente relacionado à resiliência do ecossistema natural. As restrições da Caatinga são, na verdade, filtros intensificados pelas mudanças climáticas, que preveem um futuro mais árido e com maior risco de desertificação. Portanto, a ausência do pardal é uma evidência da capacidade adaptativa da Caatinga e da eficácia de seus filtros ambientais, que permanecem rigorosos mesmo diante das pressões globais. Compreender essas dinâmicas é fundamental para refletir sobre a influência da urbanização, a conservação dos ecossistemas semiáridos e a necessidade de investir em sistemas resilientes e no conhecimento tradicional para o manejo da vida selvagem e dos recursos hídricos diante da crise climática.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/66449

REFERÊNCIAS

ANDRADE, M. C. O homem e a terra no Nordeste: contribuição ao estudo da questão agrária no Nordeste. São Paulo: Atlas, 2019.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. Geoinformação e biodiversidade: desafios para o semiárido brasileiro. Revista Brasileira de Geografia, v. 82, n. 3, p. 22–38, 2021.

LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Eds.). Ecologia e Conservação da Caatinga. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2003.

MOURA, M. R. et al. Pervasive impacts of climate change on the woodiness and ecological generalism of dry forest plant assemblages. Journal of Ecology, v. 111, n. 8, p. 1762–1776, 2023.

OLIVEIRA, M. F.; SANTOS, A. C. Ecologia urbana e aves sinantrópicas: um estudo sobre a expansão de espécies exóticas. Revista Brasileira de Ornitologia, v. 31, p. 120–130, 2017.

SANTOS, L. M.; SOUZA, M. E. L.; VIANA, W. S. R.; FEITOSA, A. L. P. M. Associação entre população de pardais e grau de urbanização no município de Codó, Maranhão. Formiga (MG): Editora Multianual, 2024.

SICK, H. Ornitologia Brasileira. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

SILVA, J. M. C.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. (Eds.). Caatinga: The Largest Tropical Dry Forest Region in South America. Springer, 2017.

VICENTE, M. O.; FRANÇA, F. G. R.; ARAUJO, H. F. P. Abundance, temporal variation, and microhabitat use of the house sparrow, Passer domesticus (Passeriformes: Passeridae), in urban and anthropogenic environments in Northeastern Brazil. Zoologia, v. 41, e23081, 2024.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/66449

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

FUNGOS NO PÃO: ASPECTOS MICROBIOLÓGICOS E IMPLICAÇÕES NA SEGURANÇA ALIMENTAR

DEIVISSON COELHO GUIMARÃES; WILLIAM WALLACE SOUZA DO AMARAL

Introdução: Os fungos são microrganismos eucariontes amplamente distribuídos na natureza, capazes de colonizar diversos substratos, incluindo alimentos. Em produtos panificados, como o pão, o crescimento fúngico está relacionado à umidade, temperatura e manuseio inadequado. Espécies como *Aspergillus, Penicillium e Rhizopus* são as mais frequentemente isoladas, sendo responsáveis pela deterioração do alimento e, em alguns casos, pela produção de micotoxinas, substâncias tóxicas que podem causar efeitos nocivos à saúde humana. **Objetivo:** Revisar os principais fungos encontrados em pães, suas condições de desenvolvimento, os riscos à saúde e as medidas preventivas associadas à segurança alimentar. **Metodologia:** Trata-se de uma revisão bibliográfica baseada em artigos científicos publicados entre 2015 e 2025, disponíveis em bases como Scielo, PubMed e Google Acadêmico, além de documentos técnicos da ANVISA e da Organização Mundial da Saúde (OMS). Foram selecionados estudos que abordam fungos deteriorantes de alimentos, produção de micotoxinas e técnicas de conservação panificável. **Resultados:** A literatura demonstra que o crescimento fúngico em pães está relacionado ao armazenamento inadequado e à alta umidade. *Aspergillus niger, Penicillium chrysogenum e Rhizopus stolonifer* foram as espécies mais relatadas. O uso de embalagens herméticas, refrigeração e controle da umidade são estratégias eficazes na prevenção da contaminação. Estudos recentes destacam também o uso de conservantes naturais, como óleos essenciais, como alternativa sustentável aos produtos químicos sintéticos. **Conclusão:** Os fungos em pães representam um importante desafio microbiológico e sanitário. O monitoramento microbiológico e a adoção de boas práticas de fabricação e armazenamento são fundamentais para garantir a segurança alimentar e reduzir perdas econômicas.

Palavras-chave: **ASPERGILLUS NIGER; DETERIORAÇÃO DE ALIMENTOS; CONSERVAÇÃO PANIFICÁVEL**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/66646

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

EFICÁCIA DE EXTRATOS FÚNGICOS E COMPOSTOS BIOATIVOS COMO BIOFUNGICIDAS CONTRA FITOPATÓGENOS: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA E PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA

JEFERSON DE MENEZES SOUZA; TAINÁ DELMONDES SANTOS DA CONCEIÇÃO; MATHEUS PEREIRA FLORES SANTOS; ANGÉLICA MARIA LUCCHESE; ALICE FERREIRA-SILVA

Introdução: Fungos fitopatógenos causam perdas de até 40% em culturas agrícolas, ameaçando a segurança alimentar e a economia global. Fungicidas químicos sintéticos, embora tradicionais, enfrentam resistência dos patógenos, impactos ambientais e riscos à saúde. Diante da demanda por práticas sustentáveis e regulamentações rigorosas, biofungicidas derivados de fungos emergem como alternativas promissoras. **Objetivos**: (i) sintetizar o conhecimento atual sobre a eficácia *in vitro* e *in vivo* de extratos e compostos bioativos de fungos como biofungicidas contra fitopatógenos, e (ii) realizar uma prospecção tecnológica para mapear inovações patenteadas nessa área. **Metodologia**: A revisão seguiu as diretrizes PRISMA, com buscas no PubMed, Scopus, Embase, Web of Science, Science Direct e SciELO, utilizando os descritores: "Extratos fúngicos, "Atividade fungicida", "Atividade Biofungicida". Os critérios de elegibilidade incluíram estudos empíricos em inglês, português ou espanhol, que avaliam extratos ou metabólitos fúngicos como biofungicidas contra fitopatógenos, sem restrição temporal. Os Artigos foram triados no Rayyan por três pesquisadores independentes, com leitura de títulos, resumos e textos completos. Dados extraídos foram: bibliografia, triagem, extração, purificação e identificação de metabólitos. A Prospecção tecnológica foi realizada no INPI, Espacenet e WIPO Patentscope. **Resultados**: Foram incluídos 108 estudos de 4220 registros triados, com aumento de publicações entre 2018-2022. Na prospecção tecnológica, 14 patentes foram selecionadas de 425 depósitos (2002-2022), com predominância da china. O caldo batata dextrose (PDB) foi o principal meio de cultura (41,3%). A maceração química com acetato de etila predominou (49,5%). Foram utilizados 155 táxons fúngicos (138 espécies e 77 gêneros), para produzir extratos ou isolar substâncias biofungicidas. Os extratos foram testados contra 166 fitopatógenos, com *Botrytis cinerea* sendo o mais comum (29 estudos), seguido por *Fusarium oxysporum* e *Rhizoctonia solani*. Um total de 295 compostos produzidos por fungos foram relatados, dos quais 168 (56,9%) apresentaram atividade biofungicida contra os fitopatógenos. **Conclusão**: Percebe-se o potencial de extratos e metabólitos fúngicos como biofungicidas sustentáveis, no entanto, há assincronia entre academia-indústria, uma vez que, o número de patentes é incipiente quando comparado com o número de estudos realizados. Além do mais é necessário priorizar nichos inexplorados como fungos marinhos e leveduras, visando a bioprospecção de compostos antifúngicos.

Palavras-chave: **BIONFUNGICIDAS; CONTROLE BIOLÓGICO; BIOTECNOLOGIA FÚNGICA**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/66656

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

POTENCIAL HISTAMINOGÊNICO DE BACTÉRIAS ISOLADAS DA CAVALA (SCOMBEROMORUS BRASILIENSIS): IMPLICAÇÕES PARA A SEGURANÇA ALIMENTAR

LUANA LIRA MATOS FERREIRA; ANNA LUISA DE CARVALHO BRITO; ANA LARISSA BRANDÃO RODRIGUES; MARINA TERESA TORRES RODRÍGUEZ; GABRIELA CRISTINA CHAGAS MOURA; OSCARINA VIANA DE SOUSA; FRANCISCA GLEIRE RODRIGUES DE MENEZES

Introdução: O crescimento populacional aumentou a demanda por alimentos nutritivos como o pescado, reconhecido por seu alto valor biológico e conteúdo de ácidos graxos essenciais. Entretanto, devido à sua rica composição, trata-se de um alimento altamente perecível. Quando armazenados inadequadamente, certos peixes ricos em histidina (como é o caso da cavala) têm a produção de histamina acelerada devido a proliferação microbiológica, podendo chegar a causar surtos de intoxicação alimentar. **Objetivo:** Quantificar, isolar e identificar bactérias produtoras de histamina (BPHs) e bactérias heterotróficas cultiváveis (BHCs) presentes no muco superficial da pele e nas brânquias da cavala (*Scomberomorus brasiliensis*). **Metodologia:** Realizaram-se quatro coletas, duas na estação chuvosa e duas na de estiagem, com espécimes obtidos no Mercado dos Peixes (Fortaleza/CE). As amostras de muco e brânquias foram coletadas com *swabs* estéreis embebidos em solução salina (0,85% NaCl), seguidas de diluições seriadas até a 10^{-5}. As amostras foram inoculadas em ágar Niven (BPHs) e PCA (BHCs). As médias das contagens foram submetidas à ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$). As colônias suspeitas foram caracterizadas por coloração de Gram e testes bioquímicos (catalase, oxidase e descarboxilação de aminoácidos). A abordagem permitiu correlacionar a presença microbiana entre regiões anatômicas e períodos sazonais. **Resultados:** Foram obtidas altas contagens de UFC, especialmente no período chuvoso. Foram isoladas 320 cepas (160 BPHs e 160 BHCs). Das 268 caracterizadas, 197 foram Gram negativas e 71 Gram positivas. Entre as BPHs, 100 foram catalase positivas, 79 oxidase negativas e 26 oxidase positivas; entre as BHCs, 124 catalase positivas, 91 oxidase negativas e38 oxidase positivas. Na descarboxilação de aminoácidos, as BPHs apresentaram 15 cepas positivas para arginina, 9 para lisina e 6 para ornitina, enquanto as BHCs apresentaram 39, 34 e 25, respectivamente. O muco e a brânquia apresentaram maiores índices de descarboxilação de aminoácidos. **Conclusão:** A alta incidência de BPHs e BHCs em cavala reforça a necessidade de monitoramento microbiológico e de boas práticas pós-captura. Esses achados ampliam o conhecimento sobre a microbiota associada a espécies comercializadas no Nordeste brasileiro e evidenciam a importância de medidas preventivas voltadas à segurança alimentar e à saúde do consumidor.

Palavras-chave: **AMINAS BIOGÊNICAS; INTOXICAÇÃO ESCOMBROIDE; MICROBIOLOGIA DO PESCADO**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67304

EXTRATOS VEGETAIS COMO ALTERNATIVA FARMACOTECNOLÓGICA SUSTENTÁVEL NO CONTROLE DA BROMIDROSE: UMA REVISÃO NARRATIVA

SILVIO MARÇAL DE VASCONCELOS JÚNIOR; KARLA MIKAELLY DOS SANTOS BEZERRA; CELSO RAMOS RODRIGUES NETO; ROSALLYNE HOSANA VANDERLEI DAS CHAGAS; LARISSA CARDEAL DA ROCHA CARVALHO; IRANILDO JOSÉ DA CRUZ FILHO; JEYMESSON RAPHAEL CARDOSO VIEIRA

RESUMO

A bromidrose é uma condição dermatológica caracterizada pela produção de odor corporal intenso e persistente, decorrente da degradação bacteriana de compostos orgânicos presentes nas secreções sudoríparas. Essa afecção, além do desconforto estético, afeta significativamente a autoestima e o bem-estar dos indivíduos. Os tratamentos convencionais, baseados em antibióticos e antitranspirantes sintéticos, oferecem apenas alívio temporário e podem causar irritação cutânea, desequilíbrio da microbiota e resistência bacteriana. Nesse contexto, os extratos vegetais emergem como alternativa promissora e sustentável, reunindo compostos bioativos com propriedades antimicrobianas, antioxidantes, anti-inflamatórias e adstringentes. Esta revisão narrativa teve como objetivo reunir evidências científicas sobre o uso de extratos vegetais em formulações cosméticas destinadas ao controle da bromidrose, enfatizando seus mecanismos de ação e aplicações tecnológicas. A pesquisa foi conduzida nas bases PubMed, Scopus, Web of Science e Google Acadêmico, incluindo estudos que abordaram a atividade antibacteriana e antiperspirante de extratos e formulações naturais. Os resultados indicam que metabólitos secundários como flavonoides, taninos, terpenos e alcaloides promovem a desorganização de membranas bacterianas, inibem enzimas metabólicas e reduzem a liberação de compostos voláteis. Além disso, o uso de sistemas nanoestruturados, como lipossomas e nanoemulsões, tem potencial para aumentar a estabilidade, a penetração cutânea e a liberação controlada dos princípios ativos. Formulações como sprays, loções, géis, cremes e sabonetes demonstram versatilidade na incorporação de extratos líquidos ou secos, garantindo aplicação prática e segura. Conclui-se que o desenvolvimento de formulações à base de extratos vegetais representa uma estratégia inovadora em tecnologia farmacêutica, unindo eficácia terapêutica, segurança dermatológica e sustentabilidade ambiental no manejo da bromidrose.

Palavras-chave: compostos bioativos; atividade antimicrobiana; tecnologia farmacêutica

1 INTRODUÇÃO

O odor corporal intenso e persistente, conhecido cientificamente como bromidrose ou osmidrose, é uma condição dermatológica que ultrapassa o campo estético, impactando significativamente a autoestima e a qualidade de vida dos indivíduos, mesmo entre aqueles com hábitos adequados de higiene (Akram et al. 2025; Lin et al. 2025). Essa afecção, frequentemente negligenciada, exige atenção clínica e científica voltada ao desenvolvimento de soluções seguras e eficazes. A ciência contemporânea, aliada à biodiversidade brasileira, tem evidenciado o potencial de abordagens naturais e sustentáveis no controle dessa condição (Lin et al. 2025; Vendruscolo, Bagatin e Leonardi 2025).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67358

A bromidrose está relacionada ao funcionamento das glândulas sudoríparas apócrinas, localizadas principalmente nas axilas, virilha e plantas dos pés. Essas glândulas secretam um fluido viscoso, rico em lipídeos e proteínas, que é inicialmente estéril e inodoro, mas serve como substrato para o metabolismo da microbiota cutânea (Zhang et al. 2024; Lin et al. 2025). Entre os principais microrganismos envolvidos estão *Staphylococcus aureus*, *Corynebacterium* spp. e *Staphylococcus epidermidis*, cuja atividade enzimática leva à liberação de compostos voláteis, como ácidos graxos de cadeia curta, aminas aromáticas e compostos sulfurados, responsáveis pelo odor característico (Kusumawati et al. 2023; Yuliana et al. 2024). A bromidrose pode ter origem primária, quando associada a fatores genéticos e fisiológicos, ou secundária, quando relacionada à hiperidrose, distúrbios metabólicos ou uso de determinados fármacos (Zhang et al. 2024; Lin et al. 2025).

O tratamento convencional, baseado em antibióticos tópicos, antissépticos e antitranspirantes, oferece apenas alívio temporário e pode causar irritação cutânea, desequilíbrio da microbiota e resistência bacteriana (Kusumawati et al. 2023). Nesse contexto, os produtos naturais despontam como alternativa promissora e compatível com a tendência mundial de substituição de compostos sintéticos por ativos de origem vegetal. Esses produtos combinam propriedades antimicrobianas, antioxidantes, anti-inflamatórias e cicatrizantes, atuando de maneira multifatorial no controle do odor (Malik, Porter e Feldman, 2023).

Os metabólitos secundários das plantas, como flavonoides, taninos, terpenos e fenóis, exercem ação sobre diferentes alvos celulares, interferindo na integridade da parede celular e da membrana bacteriana, na formação de biofilmes e na neutralização dos compostos voláteis (Lucinda-Silva et al. 2025). Essa multiplicidade de mecanismos reduz o risco de resistência microbiana, preserva o equilíbrio da microbiota cutânea e apresenta alta biocompatibilidade e baixo potencial irritante, aspectos essenciais para o uso contínuo em regiões sensíveis (Cantor-Vásquez et al. 2024; Lucinda-Silva et al. 2025).

Os extratos vegetais têm se destacado por sua composição fitoquímica complexa e pela sinergia entre seus constituintes, que potencializa os efeitos antimicrobianos e anti-inflamatórios (Yuliana et al. 2024). Estudos com espécies da flora brasileira, como *Eugenia uniflora*, *Lippia sidoides*, *Rosmarinus officinalis* e *Cymbopogon citratus*, demonstram atividade significativa contra *S. aureus* e *Corynebacterium* spp., microrganismos-chave na fisiopatologia da bromidrose. Além disso, esses extratos inibem a formação de biofilmes e apresentam efeito desodorante natural, configurando uma estratégia eficiente e fisiológica de controle microbiano (Kusumawati et al. 2023; Yuliana et al. 2024).

Entretanto, a barreira cutânea, especialmente o estrato córneo, limita a penetração e a biodisponibilidade dos compostos bioativos. Para superar essa limitação, o uso de sistemas nanoestruturados de liberação, como os lipossomas, tem se mostrado uma inovação promissora (Santos-Silva et al. 2021; Kusumawati et al. 2023; Yuliana et al. 2024). Essas vesículas formadas por bicamadas lipídicas, semelhantes às membranas celulares, apresentam alta biocompatibilidade, capacidade de encapsular substâncias hidrofílicas e lipofílicas e promover liberação controlada e prolongada. Essa tecnologia aumenta a permeação cutânea, protege os princípios ativos da degradação e prolonga sua ação terapêutica (Santos-Silva et al. 2021).

O desenvolvimento de formulações dermocosméticas com base em extratos vegetais encapsulados requer rígido controle experimental, envolvendo: (1) avaliação da atividade bactericida, para determinar a eficácia frente aos microrganismos associados à bromidrose; (2) análise de citotoxicidade *in vitro*, garantindo segurança para células humanas; e (3) ensaios de permeação *ex vivo* em modelos de pele porcina, que reproduzem com fidelidade as características da pele humana (Akram et al. 2025; Lucinda-Silva et al. 2025).

Este trabalho teve como objetivo revisar, de forma narrativa, as evidências científicas sobre o uso de extratos vegetais em formulações cosméticas para o controle da bromidrose,

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67358

abordando seus mecanismos de ação, propriedades antimicrobianas e potencial tecnológico para o desenvolvimento de produtos seguros, eficazes e sustentáveis.

2 METODOLOGIA

Foi realizada uma busca nas bases PubMed, Scopus, Web of Science e Google Acadêmico para identificar estudos sobre o uso de extratos

vegetais no tratamento da bromidrose. Utilizaram-se combinações de palavras-chave como *"bromidrosis"*, *"body odor"*, *"plant extracts"*, *"herbal deodorant"*, *"antiperspirant activity"* e *"natural cosmetics"*. Foram incluídos artigos originais e de revisão publicados em inglês e português, com foco em formulações naturais ou compostos bioativos com ação antiperspirante ou antibacteriana contra *Staphylococcus epidermidis* e *Corynebacterium spp.*. Estudos adicionais foram obtidos a partir das referências dos trabalhos selecionados.

2.1 IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DA BROMIDROSE E DA BUSCA POR NOVAS ALTERNATIVAS ANTIMICROBIANAS

A bromidrose é uma condição dermatológica caracterizada pela produção de odor corporal desagradável, resultante da degradação bacteriana de compostos orgânicos presentes no suor. Seu estudo possui grande relevância científica, clínica e social, uma vez que envolve aspectos microbiológicos, fisiológicos, farmacológicos e psicossociais. Além disso, a compreensão de seus mecanismos tem impulsionado o desenvolvimento de novos agentes antimicrobianos e cosméticos voltados ao controle do odor corporal (Zhang et al. 2024).

Do ponto de vista microbiológico, a bromidrose representa um modelo importante para o estudo da ecologia microbiana da pele. Espécies como *Corynebacterium spp.*, *Staphylococcus spp.* e *Micrococcus spp.* são reconhecidas como os principais agentes envolvidos na formação dos compostos voláteis responsáveis pelo odor, resultantes da metabolização de aminoácidos e ácidos graxos presentes nas secreções apócrinas. Investigar essas interações permite identificar vias metabólicas e alvos moleculares que podem orientar o desenvolvimento de terapias antimicrobianas mais seletivas e eficazes (Yuliana et al. 2024).

Sob o ponto de vista farmacológico e tecnológico, o estudo da bromidrose estimula a criação de formulações dermocosméticas e produtos de higiene pessoal mais seguros, sustentáveis e com ação direcionada. A substituição de compostos sintéticos amplamente utilizados, como o triclosan, por substâncias de origem natural é uma tendência necessária, considerando-se o avanço da resistência bacteriana e os impactos ambientais decorrentes do uso contínuo desses agentes (Zhang et al. 2024; Lin et al. 2025).

Do ponto de vista social e psicológico, a bromidrose afeta diretamente a autoestima e a qualidade de vida dos indivíduos. O odor corporal excessivo pode causar constrangimento, isolamento e dificuldades nas relações interpessoais, o que reforça a importância de intervenções terapêuticas eficazes e humanizadas (Lin et al. 2025; Vendruscolo, Bagatin e Leonardi 2025).

Além disso, essa condição possui relevância em saúde pública, uma vez que o desequilíbrio microbiano e a má higiene podem favorecer o surgimento de infecções cutâneas secundárias. Por esse motivo, compreender os mecanismos envolvidos e aprimorar o controle microbiano é essencial para a manutenção da saúde cutânea (Vendruscolo et al. 2025).

A busca por novas alternativas antimicrobianas para o controle da bromidrose é um campo promissor de pesquisa. O uso prolongado de agentes sintéticos tem contribuído para o surgimento de cepas resistentes, além de alterar a microbiota cutânea natural, o que pode comprometer a defesa fisiológica da pele. Assim, o desenvolvimento de compostos que apresentem atividade antimicrobiana seletiva, com baixo impacto ambiental e risco reduzido de resistência, torna-se uma prioridade (Ribeiro et al. 2015).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67358

Nesse contexto, substâncias como extratos de plantas, óleos essenciais (melaleuca, lavanda, alecrim e tomilho), peptídeos antimicrobianos, nanopartículas metálicas e biopolímeros bioativos vêm sendo amplamente estudadas como alternativas seguras e eficazes. Esses compostos demonstram atividade significativa frente a *Corynebacterium spp.* e *Staphylococcus spp.*, principais microrganismos associados à bromidrose, com menor potencial de toxicidade e maior compatibilidade com a microbiota benéfica da pele (Malik et al. 2023).

Sendo assim, pode-se concluir que o estudo da bromidrose e a busca por novas alternativas antimicrobianas são fundamentais para compreender como o microbioma da pele se relaciona com a fisiologia humana. Essa compreensão permite desenvolver produtos mais eficazes e seguros, que atuem no controle do odor corporal sem causar desequilíbrios na pele. Além disso, estimula avanços nas áreas de pesquisa farmacológica, inovação cosmética e saúde pública, contribuindo para o bem-estar e a sustentabilidade ambiental. É importante destacar que, para serem utilizados em formulações cosméticas ou terapêuticas, os extratos vegetais precisam apresentar baixa toxicidade para as células humanas e, ao mesmo tempo, alta toxicidade seletiva para os microrganismos causadores do odor. Essa seletividade garante que o tratamento seja eficiente contra as bactérias sem prejudicar a microbiota natural da pele (Yuliana et al. 2023; Lin et al. 2025; Vendruscolo, Bagatin e Leonardi 2025).

2.2 POSSÍVEIS MECANISMOS DE AÇÃO DE EXTRATOS DE PLANTAS NO CONTROLE DA BROMIDROSE

Os extratos vegetais atuam no controle da bromidrose por meio de mecanismos multifatoriais e sinérgicos entre seus constituintes bioativos, como compostos fenólicos, flavonoides, terpenoides, alcaloides, taninos e saponinas. Essa combinação potencializa os efeitos antimicrobianos, antioxidantes e adstringentes, tornando-os mais eficazes do que compostos isolados (Yuliana et al. 2023).

Os compostos fenólicos são os principais responsáveis pela desestabilização da parede e membrana celular bacteriana, levando à perda de íons e inativação enzimática. Além disso, apresentam efeito antioxidante e adstringente, reduzindo a oxidação de lipídeos e proteínas do suor e diminuindo a secreção sudorípara (Suri et al. 2021).

Os alcaloides interferem na síntese de proteínas e ácidos nucleicos, enquanto os terpenoides, de natureza lipofílica, promovem desorganização da membrana bacteriana e inibição respiratória. As saponinas exibem ação detergente, aumentando a permeabilidade celular e favorecendo a penetração de outros compostos. Já os taninos e compostos sulfurados atuam na precipitação proteica, inibição de enzimas metabólicas e bloqueio da formação de biofilmes (Sidek et al. 2021; Sidek et al. 2021).

O efeito sinérgico entre essas substâncias resulta em uma ação antimicrobiana ampla e seletiva, capaz de reduzir o crescimento de *Corynebacterium spp.*, *Staphylococcus spp.* e *Micrococcus spp.*, microrganismos associados ao odor corporal. Além disso, esses extratos contribuem para a modulação da microbiota cutânea, redução da sudorese e neutralização dos compostos voláteis, configurando uma estratégia natural, segura e sustentável para o controle da bromidrose (Sidek et al. 2023).

2.3 EXTRATOS VEGETAIS COM ATIVIDADE ANTIBACTERIANA E ANTIPERSPIRANTE NO CONTROLE DA BROMIDROSE

A literatura evidencia o uso crescente de extratos vegetais no controle da bromidrose, demonstrando que compostos naturais são alternativas seguras e eficazes aos antimicrobianos sintéticos.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67358

Ribeiro et al. (2015) destacaram que os desodorantes atuam pela inibição do crescimento microbiano e neutralização de compostos voláteis, enquanto os antitranspirantes reduzem a secreção das glândulas écrinas por sais de alumínio e zircônio. Os autores enfatizaram o potencial de extratos e óleos essenciais com propriedades antimicrobianas e antioxidantes, ressaltando a necessidade de formulações seguras e ambientalmente sustentáveis.

Sidek et al. (2023) demonstraram que o extrato etanólico de *Curcuma xanthorrhiza* apresentou atividade significativa contra *Staphylococcus epidermidis* e *Corynebacterium xerosis*, além de reduzir a produção de suor sem causar irritação cutânea. A presença de curcuminoides, flavonoides e terpenoides foi associada aos efeitos antimicrobianos e adstringentes, confirmando o potencial para formulações dermocosméticas naturais.

Yuliana et al. (2023) verificaram que a combinação de extratos de *Pluchea indica*, *Piper betle*, *Zingiber officinale* e *Garcinia dioica* reduziu significativamente o odor corporal após 14 dias de uso. A atividade foi atribuída a flavonoides, alcaloides, saponinas e taninos, responsáveis por inibir a parede celular bacteriana e alterar a permeabilidade de *S. epidermidis*.

Kusumawati et al. (2023) relataram que o extrato da casca do abacaxi-do-mel (*Ananas comosus*) apresentou estabilidade adequada, pH compatível com a pele e efeito antibacteriano eficiente na concentração de 25%. O estudo destacou equilíbrio entre eficácia, segurança e aceitabilidade cosmética.

Em conjunto, as pesquisas confirmaram que os extratos vegetais possuem propriedades antimicrobianas, antioxidantes e adstringentes que reduzem a carga bacteriana associada ao odor corporal. Esses resultados sustentam o desenvolvimento de formulações cosméticas seguras, estáveis e ambientalmente responsáveis para o controle da bromidrose.

2.4 FORMULAÇÕES COSMÉTICAS À BASE DE EXTRATOS VEGETAIS PARA O CONTROLE DA BROMIDROSE

Os extratos vegetais, em forma líquida ou seca, podem ser incorporados em diversas formulações cosméticas voltadas ao controle da bromidrose. Essas preparações atuam na inibição do crescimento bacteriano, na redução da secreção sudorípara e na neutralização de compostos voláteis do suor (Ribeiro et al. 2015; Lin et al. 2025).

Os desodorantes e antitranspirantes, nas formas spray, roll-on, creme, gel ou bastão, são os produtos mais utilizados, permitindo ação tópica direta e sustentada. Sabonetes líquidos e sólidos também são amplamente empregados, por associarem limpeza, controle microbiano e equilíbrio do pH cutâneo.

Formas como loções, cremes, géis, footsprays e talcos possibilitam o uso de extratos secos dispersos em emulsões ou extratos líquidos solubilizados em bases hidroalcoólicas. Além disso, sistemas nanoestruturados (lipossomas, nanoemulsões e hidrogéis) vêm sendo estudados para aumentar a estabilidade e a penetração cutânea dos compostos ativos (Vendruscolo, Bagatin e Leonardi 2025).

Independentemente da forma utilizada, os extratos devem apresentar baixa toxicidade para as células humanas e alta seletividade para os microrganismos, garantindo eficácia, segurança e compatibilidade com a microbiota cutânea.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estudos analisados confirmaram o potencial dos extratos vegetais no controle da bromidrose. As evidências demonstraram atividade antimicrobiana consistente contra *Corynebacterium spp.* e *Staphylococcus epidermidis*, atribuída à presença de compostos fenólicos, terpenoides e flavonoides que interferem na integridade da membrana bacteriana, inibem enzimas essenciais e reduzem a formação de compostos voláteis responsáveis pelo odor corporal (Sidek et al. 2021; Yuliana et al. 2023; Kusumawati et al. 2023).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67358

A incorporação desses extratos em sistemas nanoestruturados favoreceu a estabilidade físico-química, aumentou a permeação cutânea e promoveu liberação controlada dos bioativos, aprimorando a eficácia terapêutica e a segurança dermatológica das formulações (Lucinda-Silva et al. 2025; Vendruscolo, Bagatin e Leonardi 2025). Entre as formas cosméticas mais estudadas destacaram-se sprays, géis, loções e cremes, que apresentaram pH fisiológico, estabilidade adequada e boa aceitabilidade sensorial (Ribeiro et al. 2015; Lin et al. 2025).

De modo geral, as evidências disponíveis indicaram que os extratos vegetais apresentaram ação antimicrobiana seletiva, segurança para uso tópico e compatibilidade ambiental. Esses resultados confirmaram que os extratos constituem alternativa eficaz e sustentável aos agentes sintéticos utilizados no manejo da bromidrose, alinhando inovação farmacotecnológica, segurança dermatológica e sustentabilidade (Malik, Porter e Feldman 2023; Cantor-Vásquez et al. 2024).

4 CONCLUSÃO

O controle da bromidrose por meio de extratos vegetais representa uma estratégia promissora, sustentável e alinhada às demandas atuais por produtos naturais e seguros. Esses extratos, ricos em metabólitos secundários com propriedades antimicrobianas, antioxidantes e adstringentes, demonstram eficácia na inibição seletiva de microrganismos associados ao odor corporal, preservando o equilíbrio da microbiota cutânea. Além disso, a possibilidade de incorporá-los em diferentes formas farmacotécnicas, como sprays, géis, cremes, loções e sistemas nanoestruturados, amplia o potencial de aplicação cosmética e terapêutica. A padronização dos extratos, aliada a estudos de toxicidade, estabilidade e eficácia, é essencial para garantir segurança e reprodutibilidade. Assim, o desenvolvimento de formulações à base de extratos vegetais configura uma alternativa inovadora e ecologicamente responsável para o manejo da bromidrose, integrando ciência, tecnologia e sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

AKRAM, A.; GAUR, R.; SINGH, I.; CHAUHAN, S. B. Dermocosmetic bioactive: safety assessment and regulatory challenges. *Current Drug Safety*, 2025.

CANTOR-VÁSQUEZ, S.; SILVA LIMA, C. D.; ALVES, I. A.; ARAGÓN, D. M. Plant-based compositions for the treatment of local and topical bacterial infections: a patent review. *Future Microbiology*, v. 19, n. 6, p. 535-557, 2024.

KHAIRANI, T. N.; et al. Antibacterial activity of basil leaves extract towards *Staphylococcus aureus* and *Staphylococcus epidermidis* in deodorant spray. *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*, p. 252-260, 2023.

KUSUMAWATI, D. E.; RAHMADANI, A.; PUSPITASARI, R. P.; GHAZI, F. M.; HUSNA, A. N. U. Phytochemical screening, formulation and evaluation of footspray containing honey pineapple peel extract (*Ananas comosus* [L.] Merr). *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*, p. 244-251, 2023.

LIN, Q.; et al. Contemporary algorithm for treating bromhidrosis: a review of treatment available. *Aesthetic Plastic Surgery*, p. 1-8, 2025.

LUCINDA-SILVA, R. M.; et al. Herbal extracts loaded-nanocarriers to skin disease treatment. In: *Novel Nanocarriers for Skin Diseases*. Apple Academic Press, p. 317-342, 2025.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67358

MALIK, A. S.; PORTER, C. L.; FELDMAN, S. R. Bromhidrosis treatment modalities: a literature review. *Journal of the American Academy of Dermatology*, v. 89, n. 1, p. 81-89, 2023.
RIBEIRO, A. S.; et al. Main benefits and applicability of plant extracts in skin care products. *Cosmetics*, v. 2, n. 2, p. 48-65, 2015.

SANTOS-SILVA, C. A. D.; TRICARICO, P. M.; VILELA, L. M. B.; ROLDAN-FILHO, R. S.; AMADOR, V. C.; D'ADAMO, A. P.; CROVELLA, S. Plant antimicrobial peptides as potential tool for topic treatment of hidradenitis suppurativa. *Frontiers in Microbiology*, v. 12, p. 795217, 2021.

SIDEK, N. A. M.; et al. Antimicrobial potential of ten medicinal plant extracts against axillary microbiota causing body odor. *Pharmacophore*, v. 12, n. 6, p. 1-5, 2021.

SIDEK, N. A. M.; et al. Antiperspirant and antibacterial activities of *Curcuma xanthorrhiza* extract as a potential alternative treatment for hyperhidrosis. *Separations*, v. 10, n. 6, p. 324, 2023.

SIDEK, N. A. M.; et al. Exploring the antibacterial potential of traditional plants for body odor control. 2021.

SURI, M. A.; AZIZAH, Z.; ASRA, R. A review: traditional use, phytochemical and pharmacological review of red betel leaves (*Piper crocatum* Ruiz & Pav). *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development*, v. 9, n. 1, p. 159-163, 2021.

VENDRUSCOLO, C. W.; BAGATIN, E.; LEONARDI, G. R. The science behind the label: evaluating claims in dermatologist-recommended cosmetics. *Dermatological Reviews*, v. 6, n. 4, p. e70045, 2025.

YULIANA, et al. Exploration of potential antibacterial plants in herbal conditions against *Staphylococcus epidermidis*, the cause of body odor. In: *Mitra Husada Health International Conference (MIHHICo)*. p. 600-606, 2024.

ZHANG, J.; et al. Advances in the treatment of axillary bromhidrosis. *Skin Research and Technology*, v. 30, n. 8, p. e13895, 2024.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67358

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

A ANÁLISE DO USO DO ESPAÇO POR UM ATOBÁ-PARDO (*SULA LEUCOGASTER*) SOB CUIDADOS HUMANOS

GABRIELA GIANGIULIO SILVA; JORGE LUIS DOS SANTOS

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo de observar e analisar o impacto da mudança de recinto de um Atobá-Pardo (*Sula leucogaster*) mantido sob cuidados humanos, investigando se a mudança de um recinto menos adequado, para um recinto mais ampliado e adequado em relação a área, água e iluminação favorecem o bem-estar desse animal. A metodologia consistiu em um estudo de caso observacional no Aquário municipal de Santos, São Paulo, comparando duas fases: o Recinto Antigo, menor, área aquática reduzida, menos iluminação natural e movimentação baixa (Fase 1, número de observações= 20) e o Novo Recinto, maior, aumento da área aquática, mais iluminação natural, melhoria para movimentação (Fase 2, número de observações= 25), utilizando o método de amostragem contínua, observando durante todos esses dias, 20 minutos por dia. Os principais resultados indicaram uma mudança significativa no uso do novo espaço, com a frequência de utilização da água aumentada em 20% na Fase 1 (antigo recinto) para 48% na Fase 2 (novo recinto), comprovando o sucesso da adequação ambiental em estimular um repertorio comportamental etologicamente relevante. Também observado um aumento e melhora no consumo alimentar do indivíduo, começou a aceitar mais outros tipos de alimentos oferecidos a ele, após a mudança de recinto. Em conclusão, a intervenção de manejo resultou forte indicador de melhoria de bem-estar, enfatizando a importância da qualidade dos parâmetros ambientais para a gestão de aves marinhas sob cuidados humanos. O estudo reforça a necessidade de avaliações comportamentais contínuas para embasar decisões de manejo e promover práticas mais humanizadas e eficazes em ambientes de cativeiros.

Palavras-chave: Bem-Estar animal; Manejo; Recinto.

INTRODUÇÃO

O atobá-pardo (S*ula leucogaster)* é uma ave marinha da família Sulidae com distribuição pantropical reproduzindo-se em ilhas costeiras e oceânicas localizadas na zona tropical de todos os oceanos. No Brasil, é considerada a espécie de atobá mais comum, formando colônias reprodutivas em diferentes áreas. Compartilha locais de reprodução com o atobá-grande (S*ula dactylara)* no arquipélago de Abrolhos e com o atobá-de-pé-vermelho *(Sula sula)* em Fernando de Noronha, enquanto ocorre de forma exclusiva no arquipélago de São Pedro e São Paulo e em ilhas costeiras entre o Rio De Janeiro e Santa Catarina (BRANCO., 2010). O atobá-pardo (*Sula leucogaster)* é predominantemente piscívora, sendo composta por presas obtidas de maneira oportunista nas adjacências das colônias. Essa espécie

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67382

apresenta plasticidade alimentar, podendo utilizar descartes provenientes de atividades pesqueiras como recurso complementar na alimentação (SOUZA, 2021).

Nos últimos anos, o bem-estar dos animais, enquanto área interdisciplinar, tem ganhado destaque internacionalmente. Esse reconhecimento levou a progressos significativos na compreensão do assunto e estimulou mudanças estruturais e funcionais nos zoológicos (NOJOZA, 2019). No entanto, animais silvestres que vivem sob cuidados humanos podem apresentar comportamentos repetitivos, resultantes das restrições do cativeiro, como espaço limitado e alimentação em horários determinados, o que torna o ambiente menos estimulante (NOJOZA,. 2019). É necessário adotar uma perspectiva abrangente sobre as relações entre os ambientes naturais e aqueles criados em cativeiro. A compreensão dos mecanismos fisiológicos e comportamentais, desenvolvidos como estratégias adaptativas diante de pressões seletivas distintas, revela a diversidade de características presente nas espécies (PIZZUTTO, 2019). Alterações endócrinas e comportamentais, por exemplo, são frequentemente observadas como consequência da dificuldade de adaptação ao cativeiro, sobretudo quando este dispõe de elementos de complexidade animal que permitam a manifestação do repertório comportamental e das interações sociais próprias da espécie (PIZZUTTO, 2019).

O indivíduo de atobá-pardo analisado neste trabalho foi mantido, inicialmente, em um recinto de dimensões menores, com baixa oferta de água e iluminação natural limitada, o que restringia suas possibilidades de exploração e atividade. Com a transferência para um recinto maior, com maior disponibilidade de espaço aquático e melhores condições de luminosidade, surge a oportunidade de avaliar de que forma essas alterações influenciam o uso do espaço e a qualidade de vida do animal.

Assim, este estudo tem como objetivo analisar o impacto da mudança de recinto sobre o comportamento do atobá-pardo sob cuidados humanos, investigando se a ampliação do espaço e a melhora das condições ambientais favorecem a diversidade comportamental e o bem-estar do indivíduo. A pesquisa contribui para a compreensão desta espécie em ambientes sob cuidados humanos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho consiste em um estudo de caso de caráter observacional, voltado à análise do comportamento de um indivíduo de atobá-pardo (*Sula leucogaster*) mantido em cativeiro.

As observações foram realizadas no Aquário Municipal de Santos, localizado em Santos, São Paulo, em dois contextos distintos: o primeiro em um recinto de menores dimensões, com menor disponibilidade de luz natural e área aquática reduzida, e o segundo em um novo recinto, de maior espaço físico, maior entrada de luminosidade natural e volume de água ampliado.

O período de coleta de dados compreendeu dois meses: de 18 de junho a 18 de julho de 2025, enquanto o indivíduo permanecia no antigo recinto, e de 23 de julho a 23 de agosto de 2025, após sua transferência para o novo espaço. As observações foram realizadas diariamente, durante 20 minutos por dia.

A metodologia utilizada consiste em uma observação direta, não participante, realizada em campo e com o objetivo de descrever os comportamentos espontâneos do indivíduo sem interferência no ambiente ou nas ações observadas.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67382

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

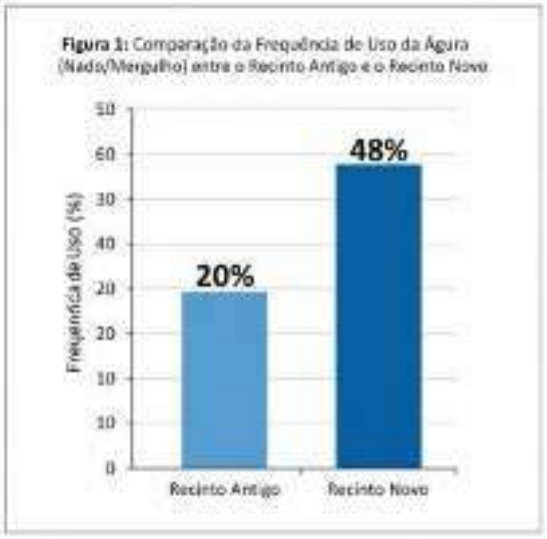
O padrão de uso do espaço pelo Atobá-pardo (*Sula leucogaster*) foi avaliado por meio de observações focais de 20 minutos, totalizando 45 períodos de observação, e comparando-se a permanência no Recinto Antigo (Fase I, n=20 observações) com a permanência no Recinto Novo (Fase II, n=25 observações). A análise principal concentrou-se na frequência de utilização da área aquática pelo indivíduo.

Conforme pode ser encontrado na Tabela 1, houve uma diferença acentuada na frequência de uso da água entre os dois ambientes. Na Fase I (Recinto Antigo), o uso da piscina foi registrado em 4 das 20 observações realizadas (20% do total). Em contraste, após a realocação para o Recinto Novo (Fase II), o uso da área aquática foi registrado em 12 das 25 observações, totalizando 48% dos períodos observados.

Tabela 1- frequência de uso da área aquática nos dois recintos

Recinto	Total de observações	Observações com o uso de água	% total de observações
Antigo (fase 1)	20	4	20
Antigo (fase 2)	25	12	48

O aumento de 28 pontos percentuais na frequência de entrada na água é ilustrado no comparativo de frequência, conforme mostra a Figura 1.



Em relação ao comportamento na Fase I, o indivíduo demonstrou alta frequência de permanência imóvel em pontos elevados (pedra e poleiro) e manutenção das penas. Na Fase II, o repertório comportamental foi expandido, com o registro de nado (duração média de 3 a 5 minutos), imersão da cabeça na água e exploração do novo tanque. O principal local de permanência fora da água em ambas as fases foi a pedra, onde o indivíduo frequentemente observava o ambiente e os pinguins introduzidos.

O aumento substancial na frequência de uso da água (Tabela 1 e Figura 1) após a realocação é um forte indicativo de que o recinto antigo era ambientalmente inadequado para a expressão do comportamento aquático do *Sula leucogaster*. Por ser uma ave pelágica, o nado e o mergulho são essenciais para a locomoção. O uso extremamente baixo da água na Fase I sugere que as estereotipias podem ser empregadas como ferramentas diagnósticas para identificar a redução ou a falta de bem-estar, uma vez que estão intrinsecamente ligadas à

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67382

exposição a limitações ambientais prévias ou persistentes (PIZZUTTO., 2013**).** O recinto novo, por sua vez, demonstrou ser um enriquecimento ambiental eficaz. A maior disponibilidade de água e, presumidamente, o aumento na luminosidade natural estimularam a ave a expressar seu repertório natural de nado e exploração do ambiente.

No entanto, as observações na Fase II também mostram que, embora o uso da água tenha aumentado, ele ainda é intermitente, com o animal voltando frequentemente para a pedra. Isso pode ser interpretado sob duas perspectivas: a necessidade natural de descanso elevado (vigilância/pouso, como visto na Fase I) ou a influência de novos fatores. A presença de pinguins, novos coabitantes no ambiente, adiciona uma complexidade social.

A transição para o recinto novo obteve sucesso em restaurar um comportamento etologicamente relevante (uso da água) no Atobá-pardo. Este estudo indica que a qualidade (volume e luminosidade) do ambiente é um fator limitante para o bem-estar de *Sula leucogaster* sob cuidados humanos.

4 CONCLUSÃO

A conclusão deste estudo, que objetivou analisar a mudança no padrão de uso do espaço por um atobá-pardo (*Sula leucogaster*) em ambiente de cativeiro, demonstrou que a adequação ambiental é o fator crucial para o bem-estar da espécie, sendo que o aumento na área aquática e na luminosidade promoveu a retomada de um repertório comportamental etologicamente relevante. Essa condição indicou uma melhora no bem-estar dos exemplares da fauna *ex-situ.* Agradecemos a equipe técnica e a gestão do Aquário Municipal De Santos, em especial o setor de Biologia, pela oportunidade de pesquisa e pela colaboração essencial na execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS

BRANCO, J. O.; FRACASSO, H. A. A.; EFE, M. A.; BOVENDORP, M. S.; BERNARDES JÚNIOR, J.; MANOEL, F. C.; EVANGELISTA, C. L. O atobá‑pardo Sula leucogaster (Pelecaniformes: Sulidae) no Arquipélago de Moleques do Sul, Santa Catarina, Brasil. Ararajuba**, Rio de Janeiro,** v. 18, p. 222‑227, 2010.

NOJOZA, Elivânia Gomes. **Panorama do bem‑estar animal nos zoológicos do Ceará.** Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. 66 f

PIZZUTTO, C. S**. Zoológicos e aquários: avanços na promoção do bem-estar animal nos zoológicos e aquários do Brasil**. In: O bem-estar animal no Brasil e na Alemanha. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2019.

SOUZA, J. J. de. **Padrões biogeográficos da dieta de Sula leucogaster (Suliformes: Sulidae) no Brasil**. 2021. 56 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas – Ênfase em Biologia Marinha e Costeira) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Imbé, 2021.

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

MERCÚRIO ATMOSFÉRICO EM ÁREAS DA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DE ÁGUAS EMENDADAS PRÓXIMAS AS RODOVIAS MARGINAIS

ALIPIO PIRES QUINTANILHA; TAMIEL KHAN BAIOCCHI JACOBSON; JOSÉ VICENTE ELIAS BERNARDI

Introdução: O mercúrio (Hg) é um elemento químico metálico que ocorre naturalmente na crosta terrestre, porém as ações humanas como a queima de combustíveis fósseis elevam as taxas de emissões de Hg no ambiente através do ciclo antropogênico. A mobilização do elemento ocorre em grande parte pela via atmosférica e com participação significativa da utilização dos veículos automotores. Pesquisas relacionadas ao comportamento do Hg atmosférico (Hgatm) são importantes para compreendermos como as ações antrópicas influenciam no ciclo e se relacionam a fatores de risco ambientais. **Objetivo**: O objetivo foi analisar as concentrações de Hg_{atm} ao longo das rodovias marginais da Estação Ecológica de Águas Emendadas (ESEC-AE), Planaltina/DF, em diferentes períodos do dia (manhã, início da tarde e final da tarde). **Metodologia**: Quantitativa a partir de amostras coletadas em 01 ponto controle e 09 pontos ao longo das rodovias, com um total de 143 amostras (n=143). Para determinar as concentrações utilizamos o analisador de mercúrio portátil Lumex RA-915M, sendo coletadas 04 amostras e medidas (unidades de Hg ng/m³) anotadas em planilha Excel para processar os valores obtidos no programa Statistica 10. Foi utilizada estatística comparativa para relacionar a dispersão do Hg na atmosfera da região pesquisada. **Resultados**: De forma preliminar os resultados indicam que o Hg_{atm} mensurado em todas as amostras possui média e mediana não muito distantes com 4,28 ng/m³ e 4 ng/m³ respectivamente, onde o mínimo medido foi de 0 (zero) e o máximo de 12,5 ng/m³, indicando um desvio padrão de 1,66. Quanto aos períodos do dia, os valores demonstram que as médias maiores ocorreram pela manhã e no final da tarde com 4,40 e 4,95 ng/m³ de Hg respectivamente, com média mais baixa no início da tarde (3,83 ng/m³), o que demonstra interferência do fluxo maior de veículos observados onde tivemos as maiores médias. **Conclusão**: Conclui-se que existe uma dependência direta da dispersão de Hg na atmosfera com o fluxo de veículos por período do dia. Recomenda-se o monitoramento periódico das concentrações para auxiliar na definição de políticas de gestão ambiental para mitigar a contaminação por este metal.

Palavras-chave: **MERCÚRIO ATMOSFÉRICO; EMISSÃO VEICULAR; ÁREAS PROTEGIDAS**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67402

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

O JOGO DIDÁTICO COMO FERRAMENTA FACILITADORA NO ENSINO DE EMBRIOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UM RELATO DE EXPERIENCIA

GEZAIAS COSTA VAZ; ELANE DE LIMA DOS SANTOS

Introdução: O jogo didático educativo é uma ferramenta lúdica fundamental para facilitar o ensino-aprendizagem, para compreender conteúdos abstratos, de uma maneira dinâmica e interativa. O ensino de embriologia e reprodução humana é considerado complexo no Ensino Fundamental, por envolver uma linguagem científica e temas ainda vistos como tabus. Dessa forma, muitos estudantes demonstram dificuldades para compreensão e resistência ao tema, exigindo metodologias dinâmicas e participativas. Diante disso, o projeto Bioufra desenvolveu jogos didáticos para facilitar o ensino-aprendizagem de forma interativa e educativa voltados para turmas do ensino fundamental. **Objetivo:** Relatar a experiencia do projeto Bioufra na aplicação de jogos didáticos voltados ao ensino de embriologia e reprodução humana, com o intuito de tornar o processo de ensino-aprendizagem mais lúdico e interativo. **Relato de experiencia:** Os materiais didáticos foram produzidos pelos discentes de licenciatura em ciências biológicas e exposto na escola E.M.E.F. Padre Vasco Milani, no municipio de Tomé Açu/PA, com turmas do 6º ao 9º ano, no contexto do projeto de extensão "Bioufra na Escola: Propostas Pedagógicas para o Ensino de Biologia Celular e do Desenvolvimento". Foram utilizados dois jogos didáticos: um jogo de tabuleiro, chamado "O caminho do Embrião", simulando desde a fecundação até o nascimento do feto, e um jogo da memória com imagens e conceitos das fases embrionárias. As partidas foram conduzidas de forma colaborativa, com mediação dos discentes do curso. **Conclusão:** Com a aplicação dos exercícios, observou-se o engajamento e entusiasmo dos estudantes, proporcionando a socialização e o trabalho em grupo. O tema, que era considerado tabu, foi explanado de forma lúdica e dinamico. Percebeu-se que os resultados indicam que o jogo didático contribui para a construção do conhecimento através de imagens e da interação social dos alunos. A aplicação de jogos didáticos em temas conhecido como tabu, trata-se de uma abordagem tradicional contextualizada inovadora, nota-se a satisfação do aluno ao visualizar o material produzido, o que contribui para uma compressão mais profunda e para facilitar o aprendizado. O recurso didatico cumpre seu papel como ferramenta facilitadora na abordagem de temas relacionados à Educação Sexual, colaborando para a popularização do conhecimento cientifico na educação basica.

Palavras-chave: **JOGO DIDATICO; EDUCAÇAO SEXUAL; ENSINO FUNDAMENTAL**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67448

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

SAZONALIDADE NA UTILIZAÇÃO DE INSETOS NA DIETA DE MYOTIS LAVALI MORATELLI, PERACCHI, DIAS E DE OLIVEIRA, 2011 (CHIROPTERA, VESPERTILIONIDAE) EM UMA ÁREA DO RIO GRANDE DO NORTE (BRASIL)

BÁRBARA MENDES DE ARAÚJO; MILENA DA SILVA RODRIGUES; CAROLINE CARVALHO ARAUJO; PATRICIA GONÇALVES GUEDES; SHIRLEY SEIXAS PEREIRA DA SILVA

Introdução: Diversos grupos de insetos têm picos de abundância ao longo do ano, influenciados principalmente pelo clima, oferta de recursos alimentares e aspectos reprodutivos. A análise das fezes de morcegos pode colaborar na projeção dos períodos de abundância da entomofauna e nas previsões dos possíveis impactos do aumento de insetos em consequência da eventual redução das populações de morcegos em uma região. Os morcegos *Myotis lavali* apresentam hábitos crepusculares e noturnos em áreas abertas. Sua dieta é composta por coleópteros, himenópteros e lepidópteros, porém a variação anual de insetos na sua dieta não é conhecida. **Objetivo:** Identificar a variação sazonal da entomofauna utilizada na dieta de *M. lavali* na região de Nísia Floresta (RN). **Metodologia:** Os morcegos foram capturados com redes de neblina, na FLONA de Nísia Floresta na estação chuvosa (janeiro a julho) e seca (agosto a dezembro). As amostras de fezes coletadas foram desmanchadas em placas de Petri sob estereomicroscópio (40x), e os fragmentos de insetos foram montados em lâminas e fotografados em microscópio óptico (100x). **Resultados:** Entre dezembro de 2011 e dezembro de 2012, foram capturados 248 morcegos sendo 138 animais (55,6%) na estação chuvosa e 110 (44,4%) na estação seca (esforço amostral de 79,200 $h.m^2$). Foram analisadas amostras fecais de todas as estações do ano. Verificou-se o consumo de insetos das seguintes Ordens e Famílias: Coleoptera (Carabidae, Coccinellidae, Curculionidae, Nitidulidae e Scarabaeidae), Diptera (Anisopodidae, Culicidae e Drosophilidae), Ephemeroptera, Hemiptera (Cercopidae, Cimicidae e Corixidae), Homoptera, Hymenoptera, Lepidoptera (Noctuidea), Neuroptera e Trichoptera. Coleópteros e lepidópteros foram consumidos nas estações chuvosa e seca; hemípteros foram consumidos na estação chuvosa. As demais ordens foram consumidas de forma pontual ao longo das estações, provavelmente de maneira oportunista ou para complementar a dieta. **Conclusão:** Os resultados demonstram a existência de uma dieta diversificada para *M. lavali* ao longo do ano, e que é possível projetar os períodos de abundância da entomofauna em determinado local a partir da análise das fezes de morcegos insetívoros. Informações sobre a relação ecológica entre a morcegos e insetos são subamostradas, reforçando a necessidade de estudos de longo prazo nos Biomas brasileiros.

Palavras-chave: **MORCEGOS ENTOMOFAUNA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO; ZOOLOGIA; ECOLOGIA**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67449

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

HISTÓRIAS EM QUADRINHOS ALIADAS À CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE - UMA PERSPECTIVA DISCENTE

JOYCE DOS SANTOS DAMASCENA; SOFIA BORGES COELHO; ÉRIKA CRISTINA LIMA SODRÉ; LARISSA ALMEIDA LIMA DE MELO; MEL POLIANA DA SILVA DO NASCIMENTO; VERA BOLLES; SHIRLEY SEIXAS

Introdução: A preservação da biodiversidade é essencial para o equilíbrio e a manutenção da vida na Terra. A diversidade de espécies garante o funcionamento dos processos naturais que sustentam a vida, como a purificação da água, a polinização das plantas, o controle do clima e a fertilidade do solo. Cada ser vivo desempenha um papel fundamental nesse equilíbrio, e a perda de uma espécie pode causar impactos em toda a cadeia ecológica. O uso de estratégias lúdicas em Educação Ambiental torna o aprendizado mais dinâmico, participativo e significativo. Ao utilizar dramatizações em forma de histórias, busca-se estimular o interesse do público pelos temas ambientais e favorecer a construção de valores e atitudes voltados para o cuidado com a natureza. O caráter prazeroso das atividades possibilita que os alunos aprendam de forma espontânea, relacionando o conteúdo à sua realidade cotidiana. A utilização de histórias em quadrinhos (HQs) na Educação Ambiental representa uma estratégia criativa e eficaz para sensibilizar diferentes públicos sobre questões ecológicas. **Objetivo:**O presente trabalho visou estimular o pensamento crítico e o engajamento socioambiental de alunos de graduação por meio da criação de HQs temáticas relacionadas à biodiversidade brasileira. **Metodologia:** Utilizando a plataforma Canva, os alunos elaboraram HQs sobre temas previamente selecionados, buscando alcançar um público diversificado de todas as faixas etárias. **Resultados:** No período de setembro e outubro de 2025, os alunos elaboraram cinco HQs no formato de "tirinhas", onde conhecimentos sobre a biologia e ecologia dos grupos zoológicos: cetáceos, crustáceos, lepidópteros e coleópteros, foram apresentados de forma lúdica, garantindo desta forma o acesso de informações científicas para diversos públicos. As “tirinhas” estão sendo disponibilizadas na plataforma de redes sociais do Instituto Resgatando o Verde (IRV). **Conclusão:** A criação de histórias em quadrinhos pelos discentes mostrou ser uma estratégia pedagógica eficaz para a Educação Ambiental e a disponibilização em redes sociais ampliou o acesso do público a informações científicas. Favorecer a integração entre teoria e a prática, permitiu o desenvolvimento da expressão artística e científica dos alunos e o fortalecimento da consciência ecológica, fundamental não somente para a atuação profissional como Biólogo, mas também para a vida em sociedade.

Palavras-chave: **EDUCAÇÃO AMBIENTAL; BIODIVERSIDADE; FORMAÇÃO DISCENTE**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67454

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

O USO DE HISTÓRIAS EM QUADRINHOS EM PRÁTICAS DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

JOYCE DOS SANTOS DAMASCENA; LUANA OLIVEIRA DA SILVA; EDUARDO HASSEN; MARIA LUIZA SOUZA DE ALMEIDA; MARIVONE PEREIRA DOS SANTOS COIMBRA; NATHÁLIA DA CUNHA MARTINS; PATRÍCIA GUEDES

Introdução: A educação ambiental (EA) é um processo contínuo que visa à construção de valores, atitudes e conhecimentos voltados para a conservação do meio ambiente, ajudando a desenvolver habilidades, atitudes e competências que promovem a responsabilidade individual e coletiva. Dentre as diversas estratégias pedagógicas disponíveis, as histórias em quadrinhos (HQs) destacam-se como um recurso didático dinâmico, capaz de integrar texto e imagem de forma lúdica e acessível. **Objetivo**: O presente trabalho teve como objetivo explorar o uso das HQs como um recurso didático valioso para a sensibilização ambiental - tanto para quem produz (alunos de graduação) mas também para o público a que se destinam. **Metodologia**: Utilizando a ferramenta "Canva", foram confeccionadas tirinhas com temas escolhidos pelos próprios alunos, abordando tópicos engajadores da EA. Com linguagem simples, imagens atrativas e narrativas envolventes, elas despertam o interesse dos leitores e facilitam a compreensão de temas complexos, tornando o aprendizado mais lúdico e significativo. A combinação entre texto e imagem ajuda a transmitir mensagens de forma clara e impactante, estimulando a reflexão e a mudança de atitudes no cotidiano. Além disso, no contexto de formação de alunos de graduação, a atividade estimulou a criatividade, o protagonismo estudantil e a reflexão crítica sobre práticas sustentáveis no cotidiano. **Resultados**: Foram produzidas seis HQs, com os temas: sustentabilidade, conservação da biodiversidade, poluição, mudanças climáticas e práticas de preservação ambiental. Buscou-se explorar o descarte de lixo e impactos para a vida marinha, a poluição luminosa das cidades e interferência no ciclo de vida dos insetos, assim como o uso de agrotóxicos, a importância da zoocoria, e a relação multifacetada com animais silvestres. **Conclusão**: Conclui-se que o uso de HQs na Educação Ambiental, além de potencializar o engajamento de alunos de graduação, constitui uma estratégia pedagógica eficaz para sensibilizar, conscientizar e mobilizar crianças, jovens e adultos na construção de uma sociedade mais consciente e comprometida com a preservação do planeta.

Palavras-chave: **EDUCAÇÃO AMBIENTAL; LUDICIDADE; FORMAÇÃO DISCENTE**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67455

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

"ANIMAL NÃO É BRINQUEDO": A EFICÁCIA DO LÚDICO NA FIXAÇÃO DO CONTEÚDO SOBRE POSSE RESPONSÁVEL NO ENSINO FUNDAMENTAL.

FLAVIANA RENATA GAUTIER GOULART; ANA VICTÓRIA SALTON CESCA ROSA

RESUMO

Este é um relato de experiência sobre a gestão e execução do projeto de Educação Ambiental (EA) "Animal Não é Brinquedo", realizado na rede pública de ensino do município de Canoas, Rio Grande do Sul. O objetivo principal foi analisar a eficácia dessa intervenção, voltada à conscientização sobre a posse responsável de animais domésticos, sob a perspectiva da saúde única. A pesquisa adotou uma abordagem qualiquantitativa, com coleta de dados em campo, desenvolvida por meio de parceria intersetorial entre a Secretaria Municipal de Bem-Estar Animal e a Secretaria Municipal de Educação. A intervenção consistiu em palestras educativas seguidas pela aplicação de um jogo lúdico e interativo ("Quiz da Posse Responsável"), com o intuito de verificar a fixação dos conteúdos abordados. O projeto alcançou 1.824 alunos em 47 encontros, realizados entre os meses de setembro e novembro de 2023. A análise dos formulários de avaliação preenchidos pelos professores indicou alta relevância do tema e confirmou a eficácia da metodologia lúdica na promoção do engajamento dos estudantes e na internalização de conceitos éticos, legais e cívicos. A iniciativa demonstrou potencial para ser replicada em outros contextos educacionais, consolidando-se como uma política pública de prevenção primária voltada ao bem-estar animal e à formação cidadã. Conclui-se que a educação ambiental, quando aplicada de forma planejada e interativa, pode gerar impactos positivos duradouros na comunidade escolar e contribuir significativamente para o desenvolvimento sustentável local.

PALAVRAS-CHAVE: Educação Ambiental; Bem-estar Animal; Metodologia Lúdica.

1 INTRODUÇÃO

O presente relato de experiência insere-se no campo da Educação Ambiental (EA) e do Desenvolvimento Sustentável, abordando a temática crucial da posse responsável de animais domésticos no ambiente urbano. Historicamente, o crescimento populacional e a expansão das cidades resultaram em um desequilíbrio na convivência humano-animal, culminando no fenômeno do abandono e da superpopulação de cães e gatos. Tal cenário transcende a esfera ética, consolidando-se como um grave problema de saúde pública e de gestão ambiental, que demanda soluções integradas e de longo prazo.

Reconhecendo a complexidade do tema, a intervenção aqui relatada foi desenvolvida e coordenada pela autora, no exercício de sua função como Coordenadora Ambiental da Secretaria Municipal de Bem-Estar Animal de Canoas, Rio Grande do Sul. A iniciativa se materializou no projeto "Animal Não é Brinquedo", que atuou diretamente nas escolas da rede pública municipal. A ação representa um modelo de política pública que buscou, por meio da formação da base da sociedade, promover uma conscientização duradoura alinhada com os princípios da saúde única (One Health).

O desafio central deste trabalho, que delimita o tema de pesquisa, reside em avaliar a eficácia da intervenção educativa em um contexto de gestão pública municipal. Assim, o problema de pesquisa a ser respondido é: Qual foi o impacto e a eficácia do projeto de

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67456

Educação Ambiental "Animal Não é Brinquedo", executado em parceria com as secretarias municipais e utilizando uma metodologia lúdica, na conscientização sobre posse responsável junto aos estudantes da rede pública de Canoas/RS?

Em resposta ao problema de pesquisa, levantam-se as seguintes hipóteses: (H1) A metodologia lúdica adotada, baseada em palestras e no jogo "Passa ou Repassa", é eficaz na fixação do conteúdo de posse responsável junto ao público infanto-juvenil do ensino fundamental; (H2) A execução coordenada por um órgão público especializado (Secretaria de Bem-Estar Animal) e a parceria com a Secretaria de Educação são fatores determinantes para a alta adesão e o sucesso da intervenção em larga escala; e (H3) A posse responsável, abordada sob a perspectiva da educação ambiental, é capaz de gerar indicadores de mudança de percepção e comportamento na comunidade escolar.

Para comprovar tais hipóteses, o Objetivo Geral é relatar e analisar a experiência de gestão e execução do projeto "Animal Não é Brinquedo" em Canoas/RS, avaliando sua contribuição para a formação cidadã e o desenvolvimento sustentável. Este objetivo se desdobra nos seguintes Objetivos Específicos: (1) Descrever a metodologia de intervenção, incluindo o treinamento e a orientação da estagiária curricular; (2) Mensurar a abrangência do projeto, que alcançou um total de 1.824 alunos no período de setembro a novembro de 2023; e (3) Analisar, por meio dos relatórios e *feedback*, a percepção dos professores responsáveis sobre a relevância da atividade e a fixação do conteúdo.

A relevância deste trabalho reside em sua dupla contribuição. Para a sociedade e comunidade local, oferecendo um modelo de sucesso de política pública de prevenção, demonstrando como a gestão intersetorial e o investimento em EA podem mitigar problemas sociais e ambientais crônicos. Para a comunidade científica e acadêmica, o trabalho se configura como um relato de experiência de caráter quali-quantitativo, fornecendo dados concretos sobre a efetividade de metodologias lúdicas na educação ambiental, sendo um estudo de caso valioso para a área de desenvolvimento sustentável.

A metodologia utilizada neste trabalho caracteriza-se como um estudo de caso descritivo de pesquisa de campo, pois os dados foram coletados *in loco* durante a execução do projeto. O procedimento consistiu na análise de relatos descritivos da estagiária sobre os 47 encontros realizados e na compilação e interpretação dos formulários de *feedback* respondidos pelos professores responsáveis. Este material permitiu a análise da abrangência quantitativa e a avaliação qualitativa da aceitação e eficácia da proposta pedagógica.

2 RELATO DE CASO/EXPERIÊNCIA

A intervenção realizada no município de Canoas, sob a coordenação da Secretaria Municipal de Bem-Estar Animal, encontra sólido respaldo nas diretrizes da educação ambiental (EA) e nos objetivos do desenvolvimento sustentável. A EA, conforme estabelecido pela Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), *Lei 9795, de 27 de abril de 1999*, não se restringe à transmissão de informações sobre a natureza, mas busca da transformação de valores e atitudes que levem à sustentabilidade (BRASIL, 1999). A abordagem da posse responsável está inserida nesse contexto de forma transversal e ética.

A superpopulação de animais abandonados e a consequente problemática das zoonoses e do manejo inadequado de resíduos colocam a Posse Responsável como um eixo crucial da saúde pública (DIAS; DIAS, 2017). Esta perspectiva é formalizada pelo conceito de saúde única (*One Health*), que reconhece a inseparabilidade entre a saúde humana, a saúde animal e a saúde ambiental. Assim, a educação de crianças e jovens sobre o compromisso de cuidar de um animal é, intrinsecamente, uma medida de prevenção primária de problemas sanitários e sociais (WHO, 2021). A escola, como espaço de formação cívica, torna-se o ambiente ideal para semear essa conscientização.

Para alcançar o público-alvo do ensino fundamental, o projeto "Animal Não é Brinquedo" adotou uma metodologia lúdica, reconhecendo o poder do jogo e da interatividade na aprendizagem. Segundo Vygotsky (2001), o brincar é um espaço de desenvolvimento onde a criança constrói significado e internaliza regras sociais de maneira

ativa. Dessa forma, a inclusão do jogo tipo "Passa ou Repassa – Quiz da Posse Responsável", o recurso consistia em um sistema com botões e sinalizadores que permitia aos alunos responderem perguntas sobre guarda responsável, saúde animal, zoonoses e bem-estar. Que aplicado após a exposição teórica foi essencial para garantir a fixação do conteúdo, transformando a audiência passiva em participantes ativos do processo de aprendizagem (KISHIMOTO, 2008).

O presente trabalho caracteriza-se como um estudo de caso descritivo, adotando uma abordagem quali-quantitativa baseada em relato de experiência (GIL,2002). O estudo é de campo, pois a coleta de dados primários ocorreu durante a execução da política pública de educação ambiental em escolas municipais.

2.1 Procedimentos, Instrumentos e Fontes de Coleta de Dados:

O projeto "*Animal Não é Brinquedo*" foi concebido em agosto de 2023, sendo executado no período de setembro a novembro de 2023.

Procedimento de Execução: A autora, na função de Coordenadora Ambiental, foi responsável pela elaboração do conteúdo teórico, pelo design do material didático (apresentação de *slides*) e, crucialmente, pelo treinamento e orientação da estagiária curricular responsável pela condução dos encontros nas escolas. A logística de agendamento e o convite aos professores foram realizados em parceria com a Secretaria Municipal de Educação.

Instrumento de Intervenção: Os encontros, com duração aproximada de uma hora, consistiam em três etapas principais:

1. **Apresentação do Tema:** Conteúdo didático sobre os pilares da posse responsável (planejamento, castração, restrição de acesso à rua e legislação: Lei 9605/98 e Lei Sansão, Lei 14064/2020).
2. **Sensibilização Emocional:** Exibição do vídeo educativo "*Quatro Patas de Amor*" (Marcus Eni), cuja ideia central é sensibilizar as crianças quanto ao abandono de animais, tratando-o como uma falta de planejamento e uma traição emocional.
3. **Fixação do Conteúdo:** Aplicação do "*Quiz da Posse Responsável*" (jogo no formato "Passa ou Repassa") para comprovação da assimilação do conhecimento.

Fontes de Coleta de Dados: A análise foi sustentada por dois instrumentos formais:

- **Dados Quantitativos:** a tabela de agendamento foi utilizada como principal registro de dados tabulares, contendo informações detalhadas sobre a escola, a data, o turno e o número de alunos participantes, totalizando 1.824 estudantes atendidos ao longo do projeto.
- **Dados Qualitativos**: O Formulário Avaliativo do Professor Responsável foi preenchido pelos docentes após os encontros, registrando a percepção de eficácia da atividade por meio de uma escala de 1 a 5 — sendo 1 para "ruim", 2 para "regular", 3 para "bom", 4 para "muito bom" e 5 para "ótimo". O instrumento também contemplava a avaliação da adequação da abordagem utilizada e espaço para sugestões de aprofundamento temático.

3 DISCUSSÃO

3.1 Impacto Quantitativo e a Relevância da Parceria

Atingir 1.824 alunos em apenas três meses é um forte indicador da eficácia da articulação entre a Secretaria Municipal de Bem-Estar Animal e a Secretaria Municipal de Educação. Essa alta capilaridade de acesso à rede pública demonstra que a inclusão do tema posse responsável como política pública foi validada e bem recebida pela gestão escolar, confirmando a Hipótese (SUGUIURA; GOMES, 2018).

O público do 4º ao 6º ano do Ensino Fundamental é especialmente adequado para projetos de educação ambiental sobre posse responsável de animais domésticos, pois está

em uma fase de desenvolvimento cognitivo e moral que favorece a compreensão de temas éticos e sociais. Segundo Piaget (1975), crianças entre 9 e 12 anos estão na transição do estágio operatório concreto para o operatório formal, o que as torna capazes de compreender relações de causa e efeito, formular hipóteses e desenvolver noções de responsabilidade. Isso as torna receptivas a valores como respeito à vida e cuidado com os animais, além de favorecer a formação de atitudes conscientes.

A relevância do tema também se destaca pela alta taxa de convivência com animais nessa faixa etária. Um estudo realizado com alunos do 5º ano em São Luís (MA) revelou que 87,1% das crianças tinham animais de estimação, mas muitas desconheciam cuidados básicos e os riscos de zoonoses (Dias et al.,2010). Isso reforça a importância de ações educativas que promovam a guarda responsável. A cartilha "*Guardião Responsável: Que bicho é esse?*", desenvolvida pelo Ministério Público de Minas Gerais, propõe atividades interdisciplinares que estimulam a reflexão ética e a produção de conhecimento sobre os direitos dos animais, tornando o tema ainda mais acessível e significativo para esse público (MPMG, 2013). Como destaca Correia (2018), espera-se que os alunos sejam agentes multiplicadores de práticas responsáveis no núcleo familiar e social.

3.2 Eficácia da Metodologia Lúdica e o Engajamento Qualitativo

A análise dos formulários e relatos de caso confirma a hipótese. O uso da metodologia lúdica, centralizada na sensibilização emocional contra o abandono e na aplicação prática do conhecimento via Quiz, não apenas manteve o engajamento dos alunos, mas facilitou a retenção da mensagem complexa de longo prazo da posse responsável. Frases recorrentes nos relatos, como a descrição de alunos "*participativos e questionadores*" e com "*excelente diálogo*", atestam que a informação foi assimilada de forma ativa e crítica.

A etapa do "*Quiz da Posse Responsável*" cumpriu seu papel de comprovação de fixação, sendo o momento onde os alunos aplicavam o conhecimento recém-adquirido de forma competitiva e divertida. O *feedback* dos professores, ao ser analisado qualitativamente, reiterou o sucesso desta abordagem, indicando que a quebra da rotina da sala de aula potencializou a aprendizagem sobre um tema essencial (ALMEIDA, 2009).

3.3 Indicadores de Sucesso e a Validação da Comunidade Escolar

O indicador qualitativo mais robusto de que o projeto superou as expectativas foi a solicitação formal de encontros adicionais por três escolas diferentes (Emef. Governador Leonel de Moura Brizola, Emef. Rio Grande do Sul e Emef. Paulo VI). Este fato comprova a hipótese, indicando que o tema e a performance da equipe foram altamente relevantes e eficazes para a comunidade escolar.

Além disso, a extensão do projeto a pedido das escolas, para turmas de 1º, 2º e 3º anos, como ocorreu nas Emef. Leonel Brizola, Emef. Rio Grande do Sul e Emef. Sete de Setembro, demonstra a adaptabilidade da metodologia a diferentes faixas etárias e a percepção dos diretores e professores de que o tema é universalmente necessário, independentemente do ciclo de ensino. Este reconhecimento pedagógico fortalece o projeto como uma ação consolidada de educação ambiental (PEREIRA; SANTOS, 2015).

4 CONCLUSÃO

Este relato de caso tem como objetivo descrever e analisar a experiência de gestão e execução do projeto de Educação Ambiental (EA) "Animal Não é Brinquedo", desenvolvido no município de Canoas, Rio Grande do Sul. A intervenção foi coordenada pela autora no âmbito da Secretaria Municipal de Bem-Estar Animal (SMBEA) e realizada em parceria com a Secretaria Municipal de Educação. A execução prática nas escolas ficou sob responsabilidade da coautora, que conduziu as atividades pedagógicas diretamente com os estudantes, conforme planejamento e orientação técnica previamente estabelecidos.

DOI: 10.51189/iv-biosb/67456

Os resultados obtidos, tanto na análise da abrangência quantitativa (abrangendo 1824 alunos em 47 encontros) quanto na avaliação qualitativa dos *feedbacks* pedagógicos, permitem uma resposta conclusiva ao problema de pesquisa: o projeto demonstrou alta eficácia na conscientização sobre posse responsável, consolidando-se como uma política pública de prevenção bem-sucedida, economicamente viável e de alto impacto social.

4.1 Resposta às Hipóteses e Objetivos:

As hipóteses levantadas na Introdução foram amplamente comprovadas:

- **Hipótese 1 (Eficácia da Metodologia Lúdica): Confirmada.** A metodologia, que combinou a exposição teórica sobre posse responsável com a sensibilização emocional (vídeo sobre abandono) e o jogo "Quiz da Posse Responsável", provou ser altamente eficaz. Os formulários de avaliação dos professores destacaram que o formato lúdico e a "abordagem compatível com o público" facilitaram a fixação do conteúdo junto aos alunos do Ensino Fundamental.
- **Hipótese 2 (Sucesso da Parceria Intersetorial): Confirmada.** O sucesso logístico e a alta taxa de agendamento (média de 15,6 encontros por mês), atestam que a parceria entre a SMBEA e a SME foi o fator decisivo para garantir a escala e a institucionalidade do projeto. A cooperação tornou o acesso à rede pública fluído e validado.
- **Hipótese 3 (Geração de Mudança de Percepção): Confirmada.** A prova mais robusta da relevância e aceitação do projeto foi a **solicitação de retornos e novos encontros** por parte de três escolas, inclusive para faixas etárias mais jovens. Isso indica que a abordagem gerou um impacto perceptível na comunidade escolar e foi reconhecida como uma ferramenta essencial para a formação ética e cívica.

4.2 Contribuição e Relevância para a Política Pública:

O projeto "*Animal Não é Brinquedo*" demonstrou que o investimento em educação ambiental pode ser uma solução custo-eficaz e de longo prazo para mitigar o problema do abandono de animais, um desafio persistente no contexto do desenvolvimento sustentável urbano.

A intervenção não apenas cumpriu sua função educativa, mas também serviu como um instrumento de legitimação institucional, promovendo o trabalho da Secretaria Municipal de Bem-Estar Animal para 70% de professores que desconheciam suas atividades.

Esta experiência prática, relatada e analisada sob o rigor metodológico, serve como um modelo replicável de política pública para outros municípios que buscam transformar a cultura de posse irresponsável. O trabalho conclui que a atuação da Coordenadoria Ambiental, através de ações planejadas e de metodologias adequadas ao público-alvo, é um pilar insubstituível para a promoção do bem-estar animal e da saúde única no município de Canoas.

4.3 Sugestões e Recomendações Finais

Com base nos resultados e nas demandas levantadas pela comunidade escolar, a pesquisa aponta as seguintes recomendações para a continuidade e expansão desta política pública:

1. **Institucionalização e Calendário Anual:** Formalizar a inclusão do projeto "Animal Não é Brinquedo" no calendário letivo anual das escolas, garantindo sua continuidade e previsibilidade orçamentária.
2. **Desenvolvimento de Novos Módulos Temáticos:** Criar, imediatamente, dois novos módulos de aprofundamento em resposta direta às sugestões dos professores:
    - **Módulo Legal:** Aprofundar o conteúdo sobre Direito Animal e a Lei de Maus-Tratos (14.064/20), capacitando professores e alunos para entenderem a Posse Responsável como uma obrigação legal.
    - **Módulo de Saúde Única e Zoonoses:** Atender à demanda por mais informações sobre doenças transmissíveis e prevenção de zoonoses, integrando a saúde humana, animal e ambiental.

3 **Expansão por Faixa Etária:** Desenvolver conteúdos adaptados para outras faixas etárias, consolidando a Posse Responsável como tema transversal na formação das futuras gerações, desde a Educação Infantil até o Ensino Médio.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ALMEIDA, P. N. de. **Educação lúdica e suas aplicações**. 13. ed. São Paulo: Loyola, 2009.

BRASIL. **Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998**. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial da União: Seção 1, Brasília, DF, ano 136, n. 31, p. 1-13, 13 fev. 1998.

BRASIL. **Lei 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: Diário Oficial da União, de abr. 1999.

BRASIL. **Lei n. 14.064, de 29 de setembro de 2020**. Altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, para aumentar a pena cominada ao crime de maus-tratos aos animais quando se tratar de cão ou gato. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 set. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília, DF: MEC, 2017.

CORREIA, D. P. D. **Educação ambiental e guarda responsável de animais de companhia: uma prática pedagógica em uma escola de ensino fundamental**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória. Disponível em: https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/1617. Acesso em: 07 de out. 2025.

DIAS, I. C. L. et al. **Zoonoses e posse responsável: percepção e atitudes entre crianças do ensino fundamental**. Revista Proex, São Luís, v.2, n.2, p.1-12, 2010. Disponível em: https://ojs.unesp.br/index.php/revista_proex/article/download/495/665/0. Acesso em: 07 out 2025.

DIAS, R. R.; DIAS, M. L. A. **Contribuições da Educação Ambiental para a Conscientização da Posse Responsável de Animais Domésticos**. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v.34, 2017.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

KISHIMOTO, T. M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. 11. ed. São Paulo: Cortez, 2008.

MINISTÉRIO PÚBLICO DE MINAS GERAIS; SECRETARIA DE ESTADO DE EDUCAÇÃO DE MINAS GERAIS. **Guardião responsável: que bicho é esse?** Belo Horizonte: MPMG, 2013. Disponível em: https://www.mpmg.mp.br/data/files/14/21/1F/59/8C44A7109CEB34A7760849A8/guardaresponsavel_1_.pdf. Acesso em: 07 out.2025.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67456

PEREIRA, A. C.; SANTOS, S. C. **Educação para a Sustentabilidade: O Desafio da Formação de Cidadãos Responsáveis**. Revista de Educação Pública, v.24, 2015.

PIAGET, J. **A psicologia da criança**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil,1975.
SOUOVAROLE**. Marcus Eni - Quatro Patas de Amor (Oficial) [EMOCIONANTE]**. [Vídeo]. São Paulo: YouTube, 9 set. 2016. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=GqwfhT8NWG4. Acesso em: 7 out. 2025.

SUGUIURA, M. M.; GOMES, A. M. **Estratégias de Educação em Posse Responsável e Bem-Estar Animal em Municípios**. Revista Brasileira de Medicina Veterinária, v.40, 2018.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **One Health**. 2021. Disponível em: https://www.who.int/health-topics/one-health. Acesso em: 07 out. 2025.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67456

Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente
ISSN: 2675-813X
V. 7, Nº 1, 2026

Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

FENOLOGIA DE POUTERIA RAMIFLORA (SAPOTACEAE) EM ÁREA DE CERRADO SENTIDO RESTRITO EM REGENERAÇÃO NO SUDESTE DE MATO GROSSO

ISABELA SALGUEIRO REYNALDO; HENRIQUE AUGUSTO MEWS

Introdução: O estudo da fenologia das espécies arbóreas revela a dinâmica dos ciclos vegetativos e reprodutivos e evidencia as respostas das plantas às alterações ambientais. **Objetivo:** Neste estudo, descrevemos a fenologia de *Pouteria ramiflora* (Mart.) Radlk num ambiente savânicoem regeneração no Cerrado durante um dos períodos mais quentes da história recente. **Metodologia:** Registramos quinzenalmente durante 365 dias (abril de 2023 a março de 2024) a presença e a intensidade dos eventos cobertura de copa, brotação, botões florais, floração, frutos imaturos e frutos maduros em 11 árvores usando o Índice de Intensidade de Fournier. Descrevemos esses eventos fenológicos usando estatística circular e o teste de uniformidade de Rayleigh. **Resultados:** A intensidade de cobertura da copa permaneceu alta durante todo ano, com leve redução apenas em agosto e setembro, de forma que não houve sazonalidade pronunciada (Z=2,322; p=0,098). A brotação ocorreu em setembro e outubro, com pico em setembro (Z=53,527; p<0,001). Botões florais ocorreram entre junho e agosto, com pico de concentração em julho (Z=127,326; p<0,001), enquanto flores ocorreram entre agosto e setembro, com pico em agosto (Z=70,648; p<0,001). Frutos imaturos ocorreram entre setembro e dezembro com pico em novembro (Z=138,637; p<0,001), enquanto frutos maduros ocorreram entre novembro e janeiro com pico em dezembro (Z=49,027; p<0,001). **Conclusão:** Concluímos que *P. ramiflora* apresenta forte sazonalidade dos eventos fenológicos vegetativos e reprodutivos, com exceção da cobertura de copa, que não foi sazonal devido a sobreposição temporal entre a queda e a produção foliar, caracterizando um comportamento entre sempre-verde e brevidecíduo. A produção de frutos maduros foi muito pouco pronunciada, o que provavelmente está relacionado ao abortamento ocasionado pelas altas temperaturas registradas no período.

Palavras-chave: **COBERTURA DE COPA; FLORAÇÃO; FRUTIFICAÇÃO**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67477

ISÓTOPOS ESTÁVEIS PARA DESVENDAR ESTRATÉGIAS MIGRATÓRIAS EM PASSERIFORMES

MATEUS DE ANDRADE DA SILVA; LÍVIA BATISTA CAMPOS, JESSICA LUCILENE CANTARINE BUCHINI; JAQUELINE MURBACH BRAZ; CRISTINY SANTOS BRAGA; LUCAS ROCHA VALFRÉ; FABIANA RIBEIRO CALDARA.

RESUMO

A migração de aves passeriformes representa um dos fenômenos ecológicos mais complexos e energeticamente exigentes do reino animal. A compreensão das rotas, origens geográficas e estratégias comportamentais dessas espécies tem avançado com o uso de isótopos estáveis como marcadores naturais. Este trabalho teve como objetivo analisar e integrar evidências recentes sobre o uso de assinaturas isotópicas, especialmente de deutério (δ^2H), carbono ($\delta^{13}C$) e nitrogênio ($\delta^{15}N$), para a identificação de padrões migratórios e ecológicos em passeriformes de diferentes regiões geográficas. Foram avaliados estudos publicados entre 2022 e 2025 que aplicaram abordagens isotópicas e modelagem bayesiana na atribuição de origem e dieta de aves migratórias. Os resultados apontam que a variação espacial previsível dos isótopos de hidrogênio nas penas reflete de forma consistente a origem latitudinal das populações, permitindo a delimitação de áreas de reprodução e invernada com acurácia crescente. A integração de múltiplos isótopos, associada a modelos bayesianos hierárquicos (como o pacote assignR), mostrou-se especialmente eficaz na redução de incertezas associadas à sobreposição isotópica entre regiões. Além disso, a incorporação de isótopos de carbono e nitrogênio possibilitou inferências adicionais sobre o uso de habitats e níveis tróficos durante a migração. As evidências sugerem que as estratégias migratórias de passeriformes seguem padrões temporais e espaciais complexos, frequentemente modulados por gradientes ambientais e disponibilidade alimentar. Conclui-se que o emprego combinado de múltiplos isótopos estáveis constitui uma ferramenta robusta e de alto potencial para a elucidação da conectividade populacional e para o manejo conservacionista de aves migratórias. Os avanços recentes reforçam a necessidade de ampliar bancos de dados isotópicos regionais e de integrar esses métodos com tecnologias emergentes, como sensoriamento remoto e aprendizado de máquina, a fim de aprimorar a precisão das inferências ecológicas em estudos futuros.

Palavras-chave: Ecologia trófica; Migração de aves; Modelagem bayesiana.

1 INTRODUÇÃO

A migração de aves é um fenômeno biológico de grande relevância ecológica, caracterizado por deslocamentos sazonais entre áreas de reprodução e invernada. Entre as ordens de aves, os passeriformes se destacam pela diversidade de espécies migratórias e pela complexidade de suas rotas e estratégias comportamentais (Zenzal et al., 2024). A compreensão desses movimentos é essencial para o delineamento de ações de conservação, especialmente diante das mudanças climáticas e da fragmentação de habitats, que alteram padrões históricos de migração e disponibilidade de recursos.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67685

Nos últimos anos, o uso de isótopos estáveis emergiu como uma ferramenta poderosa para inferir a origem geográfica e aspectos ecológicos de aves migratórias. O deutério (δ^2H) presente nas penas reflete a composição isotópica da água local durante a muda, permitindo a atribuição espacial de indivíduos a regiões específicas de reprodução (Contina et al., 2022). Quando combinado com outros isótopos, como carbono ($\delta^{13}C$) e nitrogênio ($\delta^{15}N$), torna-se possível obter informações complementares sobre dieta, uso de habitat e posição trófica (Agustí et al., 2025).

Essas assinaturas isotópicas funcionam como marcadores biogeoquímicos naturais, integrando a variação ambiental e fisiológica ao longo do ciclo de vida das aves. No entanto, desafios permanecem, como a sobreposição de valores isotópicos entre regiões adjacentes e a necessidade de calibração local dos gradientes isotópicos (Liptovszky; Polla, 2025). Para superar essas limitações, modelos bayesianos de atribuição geográfica têm sido amplamente utilizados, incorporando incertezas e múltiplas fontes de informação para melhorar a precisão das inferências.

Nesse contexto, este trabalho propõe uma análise integrada da literatura recente sobre o uso de isótopos estáveis na ecologia migratória de passeriformes, com foco em identificar tendências metodológicas, potenciais de aplicação e lacunas de conhecimento. A abordagem busca contribuir para o entendimento da conectividade populacional e para o aprimoramento de estratégias de monitoramento e conservação de aves migratórias em diferentes biomas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo é baseado em análises integrativas da literatura recente sobre o uso de isótopos estáveis na investigação de estratégias migratórias de passeriformes. A busca bibliográfica foi conduzida nas bases Web of Science e Scopus Preview, entre janeiro e setembro de 2025, utilizando combinações de descritores estruturados segundo a lógica booleana. As palavras-chave aplicadas foram: “stable isotopes”, “passerines”, “avian migration”, “hydrogen isotope (δ^2H)”, “carbon isotope ($\delta^{13}C$)”, “nitrogen isotope ($\delta^{15}N$)” e “Bayesian assignment models”. Esses termos foram combinados com operadores “AND” e “OR” de modo a maximizar a abrangência e a especificidade dos resultados.

Os critérios de inclusão abrangeram artigos científicos publicados entre 2022 e 2025, disponíveis em texto completo e que apresentassem aplicação direta de isótopos estáveis em aves migratórias, especialmente passeriformes, com ênfase em atribuição geográfica, dieta ou conectividade populacional. Foram excluídos trabalhos que tratassem exclusivamente de espécies não migratórias ou de aspectos fisiológicos sem relação com ecologia espacial.

A triagem inicial resultou em 58 publicações, das quais 24 atenderam aos critérios de elegibilidade após análise de títulos e resumos. O processo de seleção e gestão de referências foi realizado na plataforma Rayyan®, que permitiu a identificação e remoção de duplicatas, bem como a organização das decisões de inclusão e exclusão de forma cega e independente.

A extração dos dados contemplou informações sobre espécies analisadas, local de coleta, tipo de tecido amostrado, isótopos utilizados, modelo estatístico empregado e principais conclusões ecológicas.

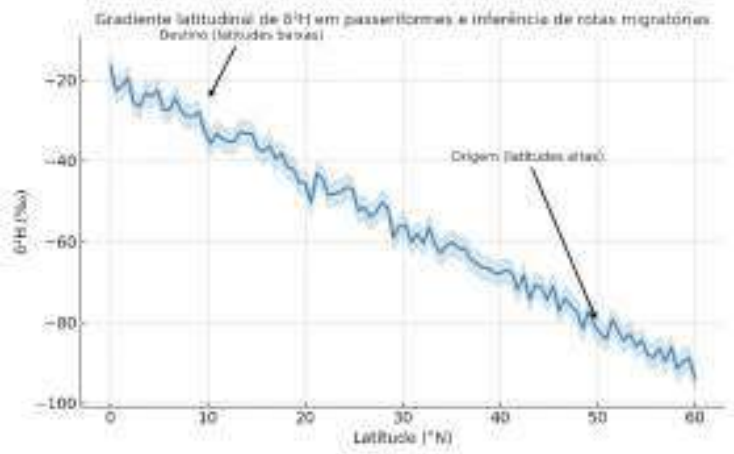
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise integrativa da literatura revelou que o uso de isótopos estáveis tem se consolidado como uma abordagem central para o entendimento das rotas migratórias e da ecologia trófica de passeriformes. Entre os estudos revisados, observou-se um predomínio na utilização do isótopo de deutério (δ^2H) em penas e tecidos queratinizados, devido à sua forte correlação com gradientes latitudinais de precipitação. Essa relação permite estimar com alta

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67685

confiabilidade as áreas de origem geográfica dos indivíduos (Contina et al., 2022). Esse padrão (Figura 1) mostra o gradiente latitudinal de δ^2H e a inferência das principais rotas migratórias com base na variação isotópica.

Figura 1. Gradiente latitudinal de δ^2H em penas de passeriformes e inferência das rotas migratórias. Adaptado de Contina et al. (2022) e Zenzal et al. (2024).



O trabalho de Zenzal et al. (2024) destacou que as assinaturas isotópicas revelam padrões temporais diferenciados de migração, com populações de latitudes mais baixas iniciando a jornada migratória antes daquelas localizadas mais ao norte, fenômeno descrito como migração tipo 1. Essa assincronia temporal reflete adaptações fisiológicas e ecológicas às condições climáticas regionais, sugerindo que o δ^2H pode funcionar como indicador indireto de plasticidade comportamental.

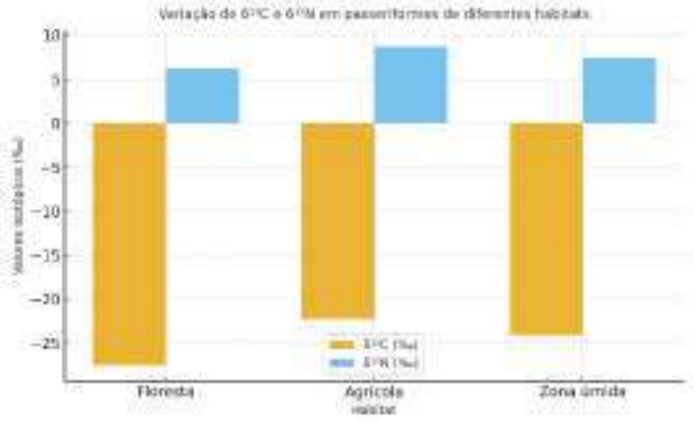
Em estudos mais recentes, Agustí et al. (2025) demonstraram que a combinação de múltiplos isótopos, como: δ^2H, $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$, associada à modelagem bayesiana hierárquica, melhora significativamente a precisão das atribuições geográficas e reduz incertezas decorrentes da sobreposição isotópica entre regiões adjacentes. Essa abordagem multielementar também tem permitido inferências mais robustas sobre dieta e uso de habitat, revelando, por exemplo, mudanças tróficas associadas a diferentes estágios da migração. Esse processo metodológico é sintetizado na Figura 2, que representa o fluxo conceitual da abordagem multi-isotópica e a inferência probabilística da origem das aves.

Figura 2. Estrutura conceitual da abordagem multi-isotópica com modelagem bayesiana para inferência de origem geográfica de aves migratórias. Adaptado de Agustí et al. (2025).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67685

Por sua vez, Liptovszky e Polla (2025) enfatizaram a necessidade de calibração regional dos gradientes isotópicos (isoscapes), especialmente em zonas tropicais e subtropicais, onde a variabilidade ambiental é elevada. Essa recomendação é particularmente relevante para estudos realizados na América do Sul, onde as bases isotópicas ainda são escassas. Essa tendência é ilustrada na Figura 3, que apresenta as médias isotópicas obtidas em aves de ambientes florestais, agrícolas e úmidos.

Figura 3. Variação de $\delta^{13}C$ e $\delta^{15}N$ em passeriformes de diferentes habitats. Adaptado de Liptovszky e Polla (2025).



De modo geral, os resultados convergem para a importância de integrar modelagem probabilística, dados isotópicos múltiplos e bancos de referência regionais como estratégia para aprimorar o rastreamento de aves migratórias. Essa integração contribui não apenas para o avanço teórico da ecologia migratória, mas também para o delineamento de políticas de conservação baseadas em conectividade, especialmente em regiões de parada e invernada críticas para passeriformes neotropicais.

4 CONCLUSÃO

A análise recente evidencia que o uso de isótopos estáveis representa uma ferramenta altamente eficiente para compreender os mecanismos ecológicos e comportamentais que regem a migração de passeriformes. O deutério ($\delta^{2}H$) mostrou-se um marcador confiável da origem geográfica, enquanto os isótopos de carbono ($\delta^{13}C$) e nitrogênio ($\delta^{15}N$) ampliam a interpretação sobre dieta e uso de habitats ao longo das rotas migratórias. Quando integradas a modelos bayesianos de atribuição geográfica, essas assinaturas isotópicas fornecem estimativas mais precisas e ecologicamente consistentes da conectividade populacional.

A abordagem multi-isotópica, aliada à modelagem probabilística, não apenas aprimora a resolução espacial das inferências, mas também oferece uma visão mais abrangente sobre as respostas adaptativas das aves às variações ambientais. Essa integração metodológica constitui um avanço importante para a ecologia migratória moderna, ao permitir a reconstrução de rotas, a identificação de áreas críticas para conservação e a avaliação de impactos ambientais sobre os fluxos migratórios.

Em síntese, os isótopos estáveis configuram-se como instrumentos promissores para o estudo da ecologia e conservação de aves migratórias, com potencial de integração a novas tecnologias, como: sensores remotos e aprendizado de máquina, para aprimorar a precisão e o alcance das inferências ecológicas. Essa convergência entre métodos químicos e tecnologias digitais representa o futuro da pesquisa aplicada à biologia da conservação e ao entendimento dos movimentos globais da avifauna.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67685

ISSN: 2675-813X

REFERÊNCIAS

AGUSTÍ, C.; TALLÓ-PARRA, O.; TAJERO-CABALLO, E.; GARCIA-PARRAGA, D.; LÓPEZ-ARJONA, M.; ÁLVARO-ÁLVAREZ, T.; JOAQUÍN-CERÓN, J.; MANTECA, M. Tracking epidermal cortisol and oxytocin in managed bottlenose dolphins as potential non-invasive physiological welfare indicators. Animals, 15, 2628, 2025.

CONTINA, A.; PIERCE, A. K.; YANCO, S. W.; BRIDGE, E. S.; KELLY, J. F.; WUNDER, M. B. Application of stable isotopes to study movement ecology and diet variation in a migratory songbird. Avian Behavior, Ecology, and Evolution, 93, 6, 2022.

LIPTOVSZKY, M.; POLLO, E. Artificial intelligence's potential in zoo animal welfare. Zoo Biology, 44, 403–411, 2025.

ZENZAL, T. J. JR.; CONTINA, A.; ZANDEN, H. B. v.; KUWAHARA, L. K.; ALLEN, D. C.; COVINO, K. M. Asynchronous movement patterns between breeding and stopover locations in a long-distance migratory songbird. Avian Conservation and Ecology 19, 2024.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/67685

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

PRODUÇÃO DE MUDAS DE IPÊ PARA ARBORIZAR O ESPAÇO ESCOLAR

DRIELLI ADRIANA DE OLIVEIRA SANTANA; KÉTYLLA KATRYNE MATEUS CAVALCANTE; RENATO GONÇALVES DE BRITO; SHAILA RADASSA DE OLIVEIRA SILVA; RUAN CARLOS SILVA GOMES; KEMILY ALVES DO NASCIMENTO

Introdução: A arborização escolar representa uma importante ferramenta de educação ambiental, promovendo a melhoria do ambiente, o conforto térmico e o bem-estar da comunidade escolar. A escassez de áreas verdes na escola motivou o desenvolvimento deste projeto, voltado à produção de mudas de ipê — espécie nativa e de grande valor ecológico. como forma de integrar teoria e prática no processo de ensino-aprendizagem.**Objetivo:** Produzir mudas de ipê destinadas à arborização do espaço escolar, incentivando nos alunos o cuidado com o meio ambiente e a valorização das espécies nativas.**Metodologia:** O projeto foi desenvolvido pela turma do 9º E durante o ano letivo de 2025. Os alunos realizaram pesquisas sobre o ipê, coleta de sementes, preparo do substrato e plantio em sacolas recicladas. As mudas receberam acompanhamento e regas regulares, sendo observados os estágios de germinação e crescimento.**Resultados:** Foram obtidas diversas mudas saudáveis de ipê, evidenciando o envolvimento e a responsabilidade dos alunos com o cuidado ambiental. A atividade despertou o interesse dos estudantes pela preservação da natureza e contribuiu para a formação de atitudes sustentáveis.**Conclusão:** O projeto promoveu a aprendizagem prática e o fortalecimento da consciência ecológica, demonstrando que ações simples podem transformar o ambiente escolar e incentivar práticas sustentáveis na comunidade.

Palavras-chave: **ARBORIZAÇÃO ESCOLAR.; EDUCAÇÃO AMBIENTAL; SUSTENTABILIDADE**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/68546

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

ATIVIDADE LIGNOCELULOLÍTICA DE LEUCOAGARICUS GONGYLOPHORUS NA DEGRADAÇÃO DE BIOMASSA PARA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS

FERNANDA LIMOEIRO ABDALLA

Introdução: O avanço progressivo do desenvolvimento tecnológico torna a necessidade de geração de energia uma questão crescente. Concomitantemente a isso, cientistas buscam meios energéticos mais sustentáveis, como, por exemplo, a conversão de biomassa em biocombustíveis. Todavia, um dos principais desafios é a hidrólise desses compostos sem utilização de meios danosos aos ecossistemas naturais. Além disso, com os avanços dos estudos da biologia de espécies de formigas-cortadeiras, evidenciou-se a presença de fungos de atividade enzimática lignocelulolítica (*Leucoagaricus gongylophorus*) em seus ninhos, os quais se destacam como um recurso promissor devido à sua capacidade lítica sobre a celulose. **Objetivo:** Investigar a possibilidade de utilização da atividade enzimática do fungo *L. gongylophorus* como mecanismo facilitador da fermentação da celulose, promovendo hidrólise em etapa precedente ao processo metabólico para otimizar a produção de etanol celulósico. **Metodologia:** A revisão, de caráter integrativo, foi baseada em levantamento bibliográfico na plataforma Google Scholar, com a utilização de descritores temáticos como "biocombustíveis", "atividade enzimática", "biotecnologia" e "*L. gongylophorus*". Foram incluídos estudos publicados entre 2002 e 2022, exclusivamente em inglês. Após triagem e exclusão de duplicatas, oito artigos integraram a análise final. **Resultados:** Os resultados indicaram atividade lignocelulolítica do *L. gongylophorus* eficiente na hidrólise de celulose. Assim, esta consegue ser mais facilmente fermentada para produção de etanol celulósico. Além disso, a literatura indica a possibilidade de criação e gerenciamento de ninhos artificiais de formigas-cortadeiras em simbiose com o fungo em questão, tornando viável o acesso facilitado ao material resultante dessa degradação enzimática em laboratórios. **Conclusão:** Conclui-se que, com a criação de ecossistemas formigueiros artificiais estáveis, onde seja possível a simbiose formiga-fungo, o acesso ao material processado pela atividade celulolítica fúngica seria viabilizado. Com isso, a celulose hidrolisada seria utilizada como biomassa para fermentação, resultando no etanol celulósico. Ou seja, o aproveitamento do potencial lítico do *L. gongylophorus* tornaria viável uma maneira sustentável de gerar energia mais limpa, indicando um grande avanço na biotecnologia em benefício à ecologia e à saúde ambiental.

Palavras-chave: **BIOTECNOLOGIA SUSTENTÁVEL; ATIVIDADE ENZIMÁTICA; FUNGO SIMBIÓTICO**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/68778

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

ADAPTAÇÃO DE JOGO EDUCATIVO COMO FERRAMENTA PARA ATIVIDADES DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL

VERA REGINA VITAL BOLLES; VINÍCIUS HENRIQUE MARTINS LUDOLFF; ALEXANDRE CRAVEIRO ALMEIDA

Introdução: O maior desafio no ensino da Biologia é estimular a curiosidade dos jovens estudantes. Jogos educativos vêm se mostrando uma boa alternativa nesse sentido, mas, para isso, o jogo deve ser acessível, atraente e informativo. **Objetivo:** Criar um jogo educativo que traga acesso a informações variadas, na expectativa de sedimentar noções corretas sobre Biodiversidade, Meio Ambiente e Ecologia. **Metodologia:** Visando apresentar os ciclos evolutivos, plantas hospedeiras e interações ecológicas da Ordem Lepidoptera, o modelo do jogo "Super Trunfo" foi o escolhido e adaptado para essa aplicação. Fotografias de lepidópteros obtidas entre maio e novembro de 2025, nos Parques Naturais Municipais Bosque da Freguesia e Bosque da Barra, foram selecionadas para a confecção de 33 cartas (nove espécies nos estágios: larval e adulto). Foram escolhidas as seguintes espécies de lepidópteros: *Siproeta stelenes*, *Danaus erippus*, *Dione vanillae*, *Colobura dirce*, *Cosmosoma teuthras*, *Rothschildia aurota speculifera*, *Caligo brasiliensis*, *Dynamine artemisia* e, para a carta "super trunfo", foi selecionada uma espécie em risco de extinção: *Parides ascanius*. Em cada carta apresentamos quatro imagens, relativas a uma espécie, sendo uma delas mais ampliada que as outras. Outras informações pertinentes, como toxicidade, capacidade sericígena, tempo de vida e alimentação, também foram incluídas, em forma de pontuação. **Resultados:** A confecção e aplicação desse jogo educativo levarão aos alunos, que vierem a utilizá-lo, imagens e informações básicas sobre o ciclo evolutivo de lepidópteros interessantes e belos e sobre interação inseto-planta. Como as imagens são repetitivas, e a concentração é estimulada, existe expectativa de fixação das informações e principalmente estímulo à curiosidade. A partir dos resultados após a aplicação do jogo, serão realizadas avaliações para nortear a confecção de outros jogos educativos. **Coclusão:** O uso de jogos educativos no processo de ensino-aprendizagem em Biologia impõe a exposição de fatos biológicos básicos. Nosso modelo permite aos jogadores visualizar interações ecológicas normalmente pouco conhecidas.

Palavras-chave: **MATERIAL PEDAGÓGICO; LEPIDOPTERA; INTERAÇÃO INSETO-PLANTA;**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/68809

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

FENOLOGIA DA FLORAÇÃO, DISPONIBILIDADE DE NÉCTAR E POLINIZAÇÃO POR BORBOLETAS NO PARQUE NATURAL MUNICIPAL BOSQUE DA BARRA, RIO DE JANEIRO, RJ

ANDREW BAPTISTA; VICTORIA CRISTINA NASCIMENTO DE OLIVEIRA; ALEXANDRE FRANCISCO DE ALMEIDA CRAVEIRO; FÁBIO DE CASTRO VERÇOZA

Introdução: A fenologia é o estudo da ocorrência das fases ou atividades das plantas ao longo do ano, sendo possível determinar o momento em que os vegetais expressam as modificações fisiológicas das etapas do seu ciclo de vida como brotamento, floração e frutificação. As fenofases estão relacionadas às variações dos componentes abióticos como luminosidade, temperatura, umidade e precipitação e bióticos como atividade de polinizadores e dispersores. A comparação da fenologia de diferentes espécies pode auxiliar na compreensão dos fatores reguladores das fenofases, sendo importante para avaliar quais, em que quantidade e quando as flores e os frutos estão disponíveis para a fauna em uma determinada área. **Objetivo:** Apresentar dados sobre a fenologia da floração e a oferta de néctar para espécies de borboletas no Parque Natural Municipal Bosque da Barra (PNMBB), Rio de Janeiro, RJ. **Metodologia:** O PNMBB está localizado no bairro da Barra da Tijuca e possui uma área de 54,40 hectares, numa planície arenosa quaternária com presença de brejos, lagos e vegetação de restinga. Nesta localidade, o período de floração das espécies vegetais vêm sendo registrados desde agosto de 2025, assim como o horário de visitas de borboletas às flores e o comportamento intrafloral desempenhado. **Resultados:** Até o momento foram registradas oito espécies vegetais polinizadas por borboletas e 24 espécies de borboletas visitantes. **Conclusão:** Do total de espécies vegetais identificadas, cinco apresentaram floração intensa e rápida, enquanto *Lantana fucata* Lindley, *Stachytarpheta cayennensis* (Rich.) Vahl. (Verbenaceae) e *Sphagneticola trilobata* (L.) Pruski (Asteraceae) vêm apresentando floração contínua, destacando-se, portanto, como espécies âncoras na produção de néctar como recurso alimentar para esses animais na área estudada. Exóticas como *Lantana camara* (Verbenaceae) e *Syzygium cumini* (L.) Skeels (Myrtaceae) são também visitadas por borboletas no PNMBB.

Palavras-chave: **OFERTA DE NÉCTAR; PSICOFILIA; RESTINGA**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/68838

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

LEVANTAMENTO PRELIMINAR DAS MARIPOSAS (INSECTA, LEPIDOPTERA) ENCONTRADAS NOS PARQUES NATURAIS MUNICIPAIS BOSQUE DA FREGUESIA E BOSQUE DA BARRA (RIO DE JANEIRO-RJ)

VINÍCIUS HENRIQUE MARTINS LUDOLFF; ANDRESSA DIAS DA SILVA ALVES; MARIÁ VIEIRA ARAÚJO DOS SANTOS; NATHÁLIA LOPES ROSA ALVES; ERICA CRISTINA DO CARMO MACHADO; ALEXANDRE FRANCISCO CRAVEIRO DE ALMEIDA (ORIENTADOR)

Introdução: A Classe Insecta comporta mais de um milhão de espécies descritas e tem grande importância na cadeia alimentar, essencial para os ecossistemas. Apesar da altíssima diversidade, informações básicas sobre sua ocorrência e ecologia na Cidade do Rio de Janeiro, ainda são escassas. A Ordem Lepidoptera registra mais de 13 mil espécies no Brasil, e um levantamento recente, apenas de mariposas de importância médica, somou 268 espécies no Estado Rio de Janeiro. Além de estudos relacionados à agricultura, não existem informações sobre outras espécies de mariposas, na Cidade o Rio de Janeiro. **Objetivo:** Realizar levantamento e avaliar a diversidade das mariposas que ocorrem em áreas urbanas do Rio de Janeiro e suas relações ecológicas. **Metodologia:** Foi realizada busca ativa por adultos e imaturos, em potenciais plantas-hospedeiras, nas trilhas dos Parques Naturais Municipais Bosque da Freguesia (PNMBF) e Bosque da Barra (PNMBB). As visitas nessas Unidades de Conservação foram semanais e de forma alternada. Ovos e lagartas foram coletados e acondicionados em recipientes plásticos, para transporte e acompanhamento do ciclo vital. As lagartas foram alimentadas com os próprios vegetais hospedeiros. Todo processo foi fotografado e registrado em planilha, até a liberação dos adultos. **Resultados:** No período de 20 de maio a 11 de novembro de 2025, foram registradas as seguintes Famílias de mariposas: Erebidae, Saturniidae, Geometridae, Cossidae, Psychidae. Em 16 incursões a campo, foram realizados 27 registros fotográficos, na grande maioria espécimes das Familias Erebidae e Geometridae. No total dez imaturos foram coletados. Imaturos da espécie Rothschildia aurota speculifera, concluíram seu ciclo vital, fornecendo informações sobre o seu desenvolvimento em cativeiro. **Conclusão:** As mariposas, compõe aproximadamente 90% das espécies da Ordem Lepidoptera, tendo sua identificação complexa, com camuflagem aperfeiçoada, e poucas informações, tanto sobre seu ciclo vital, quanto sua importância para meio ambiente. As informações obtidas demonstram a necessidade de estudos de longo prazo, incluindo campos noturnos, com utilização de armadilhas luminosas. A importância para a polinização noturna também carece de informações, assim como questões relacionadas ao risco de extinção. Destaca-se com preocupação a ausência de registros de membros da Familia Sphingidae neste levantamento preliminar.

Palavras-chave: **BIODIVERSIDADE; ECOLOGIA; ENTOMOFAUNA NOTURNA**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/68906

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

LEVANTAMENTO PRELIMINAR DAS BORBOLETAS (INSECTA, LEPIDOPTERA) ENCONTRADAS EM PARQUES URBANOS DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO (RJ)

VINÍCIUS HENRIQUE MARTINS LUDOLFF; VERA REGINA VITAL BOLLES; GUILHERME CARPINTEIRO DRUMOND MENDES BARROS; PEDRO HENRIQUE DE SOUZA DOS SANTOS; MATHEUS OLIVEIRA DE SOUZA BATISTA; ALEXANDRE FRANCISCO CRAVEIRO DE ALMEIDA (ORIENTADOR)

Introdução: A Ordem Lepidoptera apresenta altíssima diversidade. Um levantamento no Estado do Rio de Janeiro registrou mais de 250 espécies de borboletas, sendo algumas ameaçadas de extinção, como a Parides ascanius. São constantemente ameaçadas, com o crescimento da cidade e a supressão de áreas verdes, aproveitando os Parques Urbanos, quase que exclusivamente, como santuários preservados para sua sobrevivência. Na cidade do Rio de Janeiro, informações básicas sobre ocorrência e relação ecológica, como bioindicadores e polinizadores, são escassas. **Objetivo:** Realizar levantamento da lepidopterofauna diurna do Parque Natural Municipal Bosque da Freguesia (PNMBF) e do Parque Natural Municipal Bosque da Barra (PNMBB) e ampliar o conhecimento sobre a sua biologia. **Metodologia:** Incursões semanais, de forma alternada entre as duas UC's, para obtenção de dados e registros fotográficos, de todos os estágios, das diferentes espécies. Ovos e imaturos coletados, tiveram seu ciclo acompanhado até a fase adulta. Os adultos viáveis foram liberados, assim como aqueles capturados com rede entomológica, para identificação e sexagem. Todos os dados obtidos foram registrados em planilha. **Resultados:** No período de maio a novembro de 2025, foram obtidos 190 registros fotográficos das seguintes Famílias: Hesperiidae, Lycaenidae, Nymphalidae, Papilionidae, Pieridae e Riodinidae. A Família com maior número de registros fotográficos foi Nymphalidae (n=77) seguida da Hesperiidae (n=41). A Familia Pieridae teve mais membros avistados, em ambas as UC's mas, sem registro fotográfico, não foram contabilizados. Na PNMBB, registrou-se a espécie Battus polydamas em praticamente todos os dias de campo, enquanto no PNMBF, a mais frequente foi Hamadryas februa. Heraclides thoas brasiliensis, Hamadryas februa e Ascia monuste, são algumas das espécies que concluíram seu ciclo de vida em cativeiro, a partir de ovos coletados após oviposição. **Conclusão:** O levantamento da lepidopterofauna diurna a partir de registros fotográficos é uma importante forma de levantamento e obtenção de informações para estudos estatísticos. A coleta de ovos e imaturos, para o acompanhamento de todo o ciclo vital, é a melhor e mais completa forma de obtenção de informações relevantes sobre a biologia e ecologia desses insetos.

Palavras-chave: **ENTOMOFAUNA; LEPIDOPTEROFAUNA; UNIDADES DE CONSERVAÇÃO**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/68907

PROJETO SOCIOAMBIENTAL PARA A PRESERVAÇÃO DA CULTURA NATIVA E A PROMOÇÃO DO CULTIVO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

AVA BRENDA BATISTA[1]; CÍCERO RÔMULO SOARES DA SILVA [2]; ANTONNY CRISTOPH JANUÁRIO BEZERRA[3]; ISABELLA FERREIRA DA SILVA LIMA[4]; GUALTER GUENTHER COSTA DA SILVA[5]

RESUMO

Os quintais agroflorestais, sistemas produtivos sustentáveis que conciliam produção de alimentos, conservação e cultura, configuram-se como uma prática ancestral e de crescente relevância no Semiárido nordestino diante dos desafios da degradação ambiental e da insegurança alimentar. Este trabalho teve como objetivo relatar a experiência de um projeto de extensão no município de Macaíba (RN), visando alertar sobre o bioma Caatinga e fortalecer o manejo sustentável por meio da adoção de Sistemas Agroflorestais (SAFs). A metodologia consistiu em um relato de experiência desenvolvido em outubro de 2025, por meio de um projeto de extensão da UFRN, com a participação de estudantes e agricultores locais, selecionando quatro quintais rurais para promover o consórcio de espécies nativas, como o gênero *Acacia*. As ações incluíram o levantamento de espécies, planejamento de novos plantios, capacitação em manejo agroflorestal e compostagem, além da coleta de dados primários e secundários (georreferenciamento, entrevistas estruturadas e amostragem edáfica). Os resultados e as discussões indicaram que a adoção de quintais agroflorestais em união com a educação ambiental oferece uma alternativa conservacionista ao manejo convencional do solo, revertendo o cenário de desertificação incipiente, aumentando a matéria orgânica e a capacidade de retenção hídrica do solo. Os relatos dos proprietários evidenciam a importância da percepção ambiental e da consciência ecológica como fatores centrais para a adoção de práticas sustentáveis que geram melhorias mensuráveis na fertilidade do solo e na biodiversidade local. A conclusão é que os quintais agroflorestais são alternativas viáveis e sustentáveis para o uso racional dos recursos da Caatinga, fortalecendo a resiliência do bioma e o vínculo entre o saber tradicional e o técnico-científico, o que justifica a ampliação dessa prática para outras comunidades.

Palavras-chave: Sustentabilidade; semiárido; percepção ambiental.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o cultivo de ervas, frutas e hortaliças em ambientes residenciais tem ganhado destaque nos últimos anos, especialmente em regiões onde os quintais tradicionais já compõem a dinâmica sociocultural há gerações. No Semiárido nordestino, essa prática apresenta raízes históricas, vinculando-se tanto à subsistência familiar quanto à preservação de conhecimentos tradicionais. Nesse contexto, os quintais agroflorestais emergem como sistemas produtivos de caráter multifuncional, sustentados pela integração de espécies arbóreas, frutíferas, medicinais e hortícolas em escala doméstica. Essa organização espacial e produtiva possibilita a diversificação alimentar, favorece a conservação dos recursos naturais e fortalece práticas agroecológicas alinhadas às realidades locais (MOURA et al., 2021; PAULETTO et al., 2023).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69099

A importância desses sistemas torna-se ainda mais evidente no Semiárido, onde a degradação ambiental, a escassez hídrica e a insegurança alimentar configuram desafios recorrentes (MONGA-BY, 2023). O bioma Caatinga exclusivamente brasileiro e marcado por elevada biodiversidade endêmica enfrenta pressões crescentes de desertificação, o que reforça a necessidade de estratégias de uso sustentável capazes de proteger o solo, conservar a vegetação nativa e manter o equilíbrio hidrológico regional (SENADO, 2024; MMA, 2022). Nesse cenário, os quintais agroflorestais apresentam-se como alternativa resiliente aos modelos monoculturais, contribuindo para o aumento da segurança alimentar, a diversificação produtiva e a mitigação dos impactos associados às mudanças climáticas (SOUZA, 2023).

Considerando essa conjuntura, o Campus Jundiaí da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) tem desenvolvido ações de extensão voltadas à implementação e fortalecimento de quintais agroflorestais em comunidades rurais de Macaíba (RN). A iniciativa busca estimular práticas sustentáveis, promover formação técnica junto às famílias agricultoras e reforçar a importância da conservação da Caatinga. Assim, este trabalho tem como objetivo relatar a experiência de extensão realizada no campus, apresentando as estratégias adotadas, as etapas de implantação e os benefícios socioambientais observados no processo.

2 RELATO DE EXPERIÊNCIA

A experiência foi realizada em outubro de 2025, no âmbito de um projeto de extensão vinculado ao curso de Engenharia Agronômica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Participaram estudantes integrantes do Grupo de Estudos do Solo (GESOLO), da Escola Agrícola de Jundiaí (EAJ/UFRN), localizada em Macaíba/RN, além de agricultores da comunidade. Selecionou-se um quintal situado nas proximidades do campus, com o objetivo de implantar um sistema agroflorestal baseado no consórcio de espécies nativas da Caatinga. As atividades incluíram o levantamento da vegetação existente, o planejamento do arranjo espacial das espécies e ações de capacitação voltadas ao manejo agroflorestal, compostagem e produção de biofertilizantes. Para o plantio, optou-se por leguminosas do gênero *Acacia*, dada sua capacidade de fixação biológica de nitrogênio, fundamental para a melhoria da fertilidade e da estrutura do solo e para a sustentação das demais espécies inseridas no sistema.

O protocolo de campo exigiu o uso de um conjunto instrumental destinado à aquisição, georreferenciamento e análise de dados primários e secundários. Para registro das informações qualitativas e documentação da área, foram utilizados gravadores de áudio e dispositivos de captura de imagem (câmera fotográfica/telefone celular). A determinação de coordenadas geográficas e a espacialização dos pontos de amostragem foram realizadas por meio de um receptor de Sistema de Posicionamento Global (GPS). Adicionalmente, fitas métricas e um hipsômetro foram empregados para mensurar distâncias e a altura das árvores.

Os dados socioeconômicos e perceptuais foram obtidos por meio de um formulário estruturado aplicado ao proprietário, enquanto a representação cartográfica preliminar do local foi produzida a partir de um croqui. A coleta de serrapilheira foi realizada utilizando gabaritos metálicos quadrados de 30 cm de lado, fixados ao solo com o auxílio de uma marreta.

Para a amostragem edáfica, o kit de coleta foi composto por sacos plásticos de 2 kg, bandejas, baldes, trado e fita métrica. As coletas foram conduzidas em três distâncias radiais da base das árvores (25 cm, 75 cm e 1,5 m), visando representar adequadamente a variabilidade espacial do solo no entorno das espécies selecionadas. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos transparentes e transportadas em caixa rígida até o laboratório para posterior análise.

A etapa de processamento e modelagem dos dados ocorreu em computadores de alto desempenho, com o uso de softwares voltados a análises qualitativas e quantitativas. Entre

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69099

esses, destacaram-se planilhas eletrônicas, como o Microsoft Excel, utilizadas para organização, tratamento estatístico e interpretação dos dados coletados.

Durante as atividades, realizou-se uma entrevista semiestruturada com o proprietário da área. Segundo seu relato, o manejo agroflorestal tem se configurado como um processo contínuo de conciliação entre produção e conservação. O entrevistado destacou que práticas como o uso de espécies nativas, a manutenção da cobertura vegetal e o manejo integrado do solo têm favorecido a fertilidade, a estrutura física do solo e o aumento da biodiversidade local. Enfatizou ainda a relevância da percepção ambiental dos produtores na adoção de práticas sustentáveis, observando que ações planejadas como diversificação de cultivos e recuperação de áreas degradadas repercutem positivamente tanto no bioma Caatinga quanto na resiliência produtiva da propriedade. Os depoimentos reforçam que o manejo agroflorestal, quando orientado por princípios ecológicos, promove melhorias ambientais e fortalece o uso sustentável dos recursos naturais.

3 DISCUSSÃO

A análise da experiência no Semiárido brasileiro deve ser contextualizada pela sua heterogeneidade climática e pela interação crítica entre sistemas sociais e ambientais, cenário que marca a fragilidade e, ao mesmo tempo, a necessidade de resiliência. A agricultura tradicional na região frequentemente ignorou o ciclo hídrico da Caatinga, resultando na degradação do bioma e vulnerabilidade social. A relevância da intervenção socioambiental reside, portanto, na inversão dessa lógica para um paradigma de convivência e uso racional dos recursos naturais, conforme **Figura 1**.

(A) **(B)** **(C)**

Figura 1: (A) Visão da propriedade**, (B)** Equipe de alunos em campo, **(C)** Medição das espécies.
Fonte: Autores, (2025)

3.1 Análise da Percepção e Resultados Agroflorestais

Neste contexto, a adoção de quintais agroflorestais, unindo o saber cultural e teórico com a educação ambiental, transcende saberes. Sob a perspectiva dos agricultores participantes, o manejo agroflorestal configurou-se como um sistema estratégico para a integração entre produção e conservação, fundamentado em princípios ecológicos e na eficiência do uso do solo.

O gênero *Acacia*, utilizado na intervenção, demonstrou ser um impulsionador crucial. Por serem leguminosas com capacidade de fixação de nitrogênio, as acácias contribuíram para um aumento notável da matéria orgânica (MO) no solo e a melhoria de sua morfologia. Esse

manejo adequado, focado na matéria orgânica e adubação verde, substituiu a forma convencional e reverteu o cenário de desertificação incipiente, proporcionando um solo fértil e capaz de reter umidade, conforme amplamente validado na literatura sobre o tema (SHARMA et al., 2025).

O entrevistado relatou que práticas como a inserção dessas espécies e o manejo da cobertura vegetal promoveram melhorias mensuráveis na estabilidade do solo, no aumento da MO e na regulação microclimática. Segundo ele, tais intervenções contribuem diretamente para o incremento da biodiversidade funcional, favorecendo processos ecológicos essenciais, como ciclagem de nutrientes e infiltração hídrica. Todos os agricultores envolvidos no relato de experiência confirmaram que observaram resultados positivos após a capacitação, destacando a percepção ambiental do produtor como um fator central para a adoção de técnicas que assegurem tanto a produtividade quanto a resiliência ecológica do bioma, conforme **Figura 2**.

(A) **(B)** **(C)**

Figura 2: (A) Delimitações para realizar a amostragem do solo, (B) Separação de amostras do solo, (C) Separação da matéria orgânica produzida pelo SAF.
Fonte: Autores, (2025).

3.2 Implicações e Convergência com a Literatura

Os relatos positivos do proprietário e a percepção unânime de melhorias por parte dos agricultores evidenciam a eficácia do manejo agroflorestal para integrar a ecologia e a restauração das funções ambientais do bioma. Esse engajamento é um fator determinante para o sucesso dessas práticas e reforça a literatura que aponta que a sustentabilidade dos SAFs depende tanto de fatores ecológicos quanto da compreensão e valorização, por parte dos agricultores, dos benefícios a médio e longo prazo (PAULETTO et al., 2023).

Do ponto de vista conservacionista, as iniciativas da academia são vitais para a preservação do bioma, pois geram renda, educam ambientalmente os agricultores locais e aumentam a diversidade genética. A experiência ilustra como as práticas agroflorestais, quando apoiadas por conhecimento técnico e percepção ambiental sensível, promovem avanços significativos na conservação e na sustentabilidade produtiva, sendo o manejo adequado um fator crucial que demandou orientação da equipe especializada, reforçando a importância da interação mútua e da receptividade da comunidade para o auxílio técnico.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69099

4 CONCLUSÃO

A experiência demonstrou que os quintais agroflorestais são alternativas viáveis e sustentáveis para o uso racional dos recursos naturais da Caatinga, eles surgem como uma via para revitalização do bioma. A integração entre comunidade e universidade fortaleceu o vínculo entre ensino, pesquisa e extensão, contribuindo para a formação cidadã e ambiental de estudantes e agricultores, mostrando que quando o saber tradicional e hereditário se une ao saber técnico os ganhos são muitos. Recomenda-se a partir das análises colhidas, a ampliação dessa prática para outras comunidades, e biomas, associada a ações contínuas de educação ambiental e monitoramento ecológico.

REFERÊNCIAS

LAMEIRA, O. A. et al. Agroforestry homegardens: bibliometric analysis for a 35-year period. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, 2020.

MAMEDE, M. D.; PASA, M. C. Os quintais agroflorestais na comunidade rural em Várzea Grande, Mato Grosso. **Biodiversidade**, v. 17, n. 2, p. 85–102, 2018.

MMA (Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima). ***MMA relança projeto para combater desertificação na Caatinga*.** 29 set. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/noticias/mma-relanca-projeto-para-combater-desertificacao-na-caatinga. Acesso em: 14 nov. 2025.

MONGA-BY BRASIL. *Como agroflorestas adaptadas à Caatinga estão transformando o semiárido em comida*. 11 dez. 2023. Disponível em: https://brasil.mongabay.com/list/caatinga/. Acesso em: 14 nov. 2025.

MOURA, R. R. O. de; MOURA, N. O.; MARTINS, W. B. R.; OLIVEIRA, C. D. S. Quintais agroflorestais: estrutura, composição e organização socioprodutiva. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 16, n. 1, p. 60–72, 2021. DOI: 10.33240/rba.v16i1.23087.

PAULETTO, D. M. et al. Plant composition in Amazon agroforestry homegardens. **Sustainability**, v. 15, n. 14, p. 11269, 2023.

RAYOL, B. P. et al. Quintais agroflorestais na Amazônia Central: Estrutura, composição e organização socio-produtiva. **Ciência Florestal**, v. 29, n. 1, p. 215-228, 2019.

SENADO FEDERAL. *Mudanças climáticas ameaçam a Caatinga com desertificação e perda de espécies*. **Senado Notícias**, 9 fev. 2024. Disponível em: https://www12.senado.leg.br/noticias/infomaterias/2024/02/mudancas-climaticas-ameacam-a-caatinga-com-desertificacao-e-perda-de-especies. Acesso em: 14 nov. 2025.

SHARMA, U.; et al. A global review of agroforestry research and policy directions: Addressing ecological and socioeconomic challenges through systematic review and bibliometric analysis. **Forest Policy and Economics**, 2025. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1389934125002187. Acesso em: 08 nov. 2025.

SOUZA, J. S. de. *Sistema Agroflorestal para Pequenas Propriedades Rurais no Semiárido*. **Portal Embrapa**, 2023. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/2824/sistema-agroflorestal-para-pequenas-propriedades-rurais-no-semiarido. Acesso em: 14 nov. 2025.

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 Ciencia do Solo**, v. 47, e0230241, 2023.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69099

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

PADRÕES DE DIVERSIDADE DE PEIXES EM RIACHOS URBANOS E CONSERVADOS DO NORTE PIONEIRO DO PARANÁ

MAIRA PUPA DOLCE; MARCOS VINÍCIUS BERNARDO BATISTA; JHULYA BHEATRIZ DE ABREU SOUZA; AMANDA PAULINO SILVA; DYEGO LEONARDO FERRAZ CAETANO

RESUMO

As ações antrópicas, como o desmatamento, a expansão do agronegócio e a urbanização desordenada, representam importantes agentes de degradação ambiental, impactando especialmente ecossistemas aquáticos, como riachos. Nesse cenário, os peixes desempenham papel ecológico relevante, uma vez que diferentes espécies apresentam distintos níveis de tolerância às alterações ambientais. Assim, a análise da diversidade de peixes constitui ferramenta essencial para o monitoramento e a avaliação da qualidade ambiental. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo comparar a diversidade de peixes entre riachos rurais com vegetação ripária conservada e riachos inseridos em áreas urbanas, localizados na mesorregião Norte Pioneiro do Paraná, pertencente à bacia do Alto Rio Paraná. As coletas foram realizadas por meio de pesca elétrica, com posterior anestesia dos indivíduos em solução de óleo de cravo, fixação em formol 10% e conservação em álcool 70%. Após a identificação taxonômica dos espécimes até o nível de espécie, foram calculados indicadores de diversidade, incluindo riqueza, abundância, índice de Shannon, dominância e equitabilidade. Adicionalmente, aplicou-se a análise PERMANOVA para verificar diferenças significativas entre os grupos de riachos e uma ordenação NMDS para avaliar possíveis padrões de agrupamento. A NMDS evidenciou separação clara entre riachos conservados e urbanos, enquanto a PERMANOVA confirmou diferença significativa ($p < 0,05$) na composição das assembleias, com maior diversidade nos riachos conservados e maior dominância de espécies nos urbanos. Esses resultados destacam a influência das atividades humanas sobre a estrutura das comunidades de peixes e reforçam a importância da conservação e do manejo adequado dos ecossistemas aquáticos para a manutenção da biodiversidade e da qualidade ambiental.

Palavras-chave: Ambientes lóticos; Conservação; Ictiofauna.

1 INTRODUÇÃO

A degradação ambiental decorrente de atividades antrópicas tem afetado diversos ecossistemas, alterando habitats e intensificando a perda de biodiversidade. Os ecossistemas aquáticos, especialmente os riachos, estão entre os mais impactados, devido à remoção da vegetação ripária, à poluição, à expansão agropecuária, incluindo conversão das margens em pastagens e uso de monoculturas com agrotóxicos, e ao avanço desordenado da urbanização (Gomes, 2020). A falta de planejamento urbano agrava a deterioração da qualidade da água, sobretudo em áreas periféricas sem saneamento, onde o descarte inadequado de esgoto em cursos d'água compromete a integridade dos organismos aquáticos (Filho *et al*., 2024).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69105

A Bacia Hidrográfica do Alto rio Paraná, com cerca de 900.000 km² e abrangendo Brasil, Paraguai e Argentina, destaca-se pela elevada riqueza e diversidade morfológica e ecológica de peixes e outros organismos (Langeani *et al*., 2007). Entretanto, sua localização nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste brasileiras coincide com áreas de intenso desmatamento da vegetação ripária devido à expansão agropecuária e urbana, resultando em impactos diretos e indiretos nos ecossistemas aquáticos, como assoreamento, redução do sombreamento, alterações na composição da ictiofauna, aumento do escoamento de substâncias tóxicas e poluição urbana (Amaral, 2012). A ictiofauna da bacia é majoritariamente endêmica, embora inclua espécies exóticas invasoras. Nos grandes canais predominam espécies de médio e grande porte, enquanto riachos e cabeceiras abrigam principalmente espécies pequenas, que representam cerca de 50% da riqueza total (Castro *et al*., 2003).

A mata ciliar exerce papel fundamental nesses ambientes aquáticos, fornecendo habitats por meio de galhos, folhas e raízes, além de contribuir para a manutenção e estruturação da diversidade das assembleias de peixes, inclusive pelo aporte de alimento alóctone para espécies onívoras. O uso do habitat pelas assembleias está relacionado ao ciclo de vida, comportamento, competição e acesso a recursos, influenciando a composição de espécies em riachos conservados ou impactados (Pease *et al*., 2012). Ademais, a vegetação ripária melhora a qualidade da água, favorece a retenção de matéria orgânica e estabiliza as margens, reduzindo o assoreamento (Miranda, 2012).

A diversidade de peixes, assim como de outros organismos aquáticos, é uma ferramenta essencial no monitoramento da qualidade da água. A tolerância ou sensibilidade desses organismos às condições ambientais permite avaliar o estado dos ecossistemas. Algumas espécies persistem em ambientes degradados sujeitos à poluição, eutrofização, uso de agrotóxicos e resíduos urbanos, demonstrando maior resistência a contaminantes (Filho *et al*., 2024), e outras, mais sensíveis, não sobrevivem em áreas altamente poluídas, sendo indicadoras de boa qualidade ambiental (Lins *et al*., 2010; Goulart; Callisto, 2003). Essa seleção entre as espécies afeta diretamente os parâmetros de diversidade.

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo avaliar riachos conservados e urbanos da bacia hidrográfica do Alto rio Paraná localizados na mesorregião Norte Pioneiro do Paraná, buscando identificar possíveis diferenças na diversidade das assembleias de peixes entre esses ambientes. Ademais, pretende-se compreender os efeitos da urbanização nos padrões de riqueza e abundância da ictiofauna, analisando de que maneira o grau de integridade ambiental se reflete na diversidade de peixes de riachos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

As amostragens foram realizadas em riachos da bacia hidrográfica do Alto rio Paraná, localizados na mesorregião do Norte Pioneiro do estado do Paraná. Os pontos de coleta situam-se nos municípios de Cambará, Jacarezinho, Ribeirão Claro e Santo Antônio da Platina. Ao todo, foram conduzidas 14 amostragens, sendo sete trechos de riachos conservados e sete de riachos urbanos. Os trechos de riachos conservados analisados estão situados na zona rural e apresentam vegetação ripária dominada por arbustos e árvores, e os urbanos situam-se dentro do perímetro urbano. As coletas ocorreram entre abril e maio de 2025.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69105

ISSN: 2675-813X

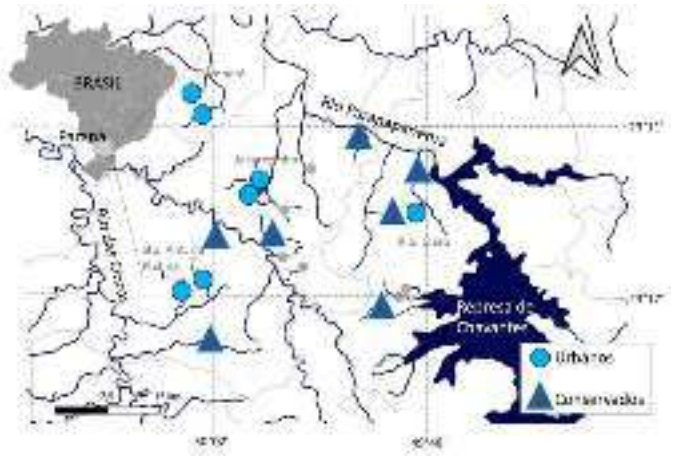


Figura 1. Pontos de amostragem da ictiofauna em riachos conservados e urbanos na mesorregião Norte Pioneiro do Paraná, Alto rio Paraná.

O bioma predominante na área é a Mata Atlântica. A região apresenta expressivo crescimento econômico, impulsionado sobretudo pela expansão das atividades agrícolas, como o cultivo de café e cana-de-açúcar. Esse avanço tem promovido o aumento populacional e a ampliação das áreas urbanas.

2.2 Amostragem de peixes

As coletas de peixes foram realizadas por meio de pesca elétrica, utilizando um gerador portátil, com percursos no sentido jusante–montante e instalação de redes de bloqueio nas extremidades de um trecho de 50 metros para evitar a fuga dos indivíduos. Após a captura, os peixes foram anestesiados e sacrificados com solução de óleo de cravo, fixados em formol 10% e preservados em álcool 70% (Lucena, 2013). As amostragens foram conduzidas mediante autorização do ICMBio/IBAMA (licença nº 99027-1). Em laboratório, os exemplares foram identificados até o nível de espécie, e representantes de todas as espécies registradas foram incorporados à coleção científica do GEPRHEA/UENP.

2.3 Análise dos dados

Os dados foram analisados com base na riqueza e abundância de espécies, além dos índices de Diversidade de Shannon, Dominância e Equitabilidade. A ordenação NMDS (Escalonamento Multidimensional Não-Métrico) foi empregada para avaliar a similaridade e a dissimilaridade entre as amostras, permitindo a visualização das diferenças na diversidade da ictiofauna entre os riachos conservados e urbanos. Além disso, foi aplicada uma PERMANOVA, com significância de $p \leq 0{,}05$, para analisar se há diferença significativa na diversidade entre os riachos conservados e urbanos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao todo, foram capturados 4.373 espécimes, distribuídos em 23 espécies, das quais 10 ocorreram exclusivamente nos riachos conservados, 3 foram registradas apenas nos riachos urbanos e 10 estiveram presentes em ambos os ambientes (Tabela 1).

Tabela 1. Lista de espécies de peixes, com suas respectivas abundâncias,coletadas em riachos conservados e urbanos na mesorregião Norte Pioneiro do Paraná, Alto rio Paraná.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69105

ORDEM / Família / Espécies	**Conservados**	**Urbanos**
CHARACIFORMES		
Acestrorhamphidae		
Psalidodon bockmanni (Vari & Castro, 2007)	67	17
Characidae		
Astyanax altiparanae Garutti & Britski, 2000	3	25
Astyanax paranae Eigenmann, 1914	3	0
Bryconamericus iheringii (Boulenger, 1887)	64	10
Oligosarcus paranensis Menezes & Géry, 1983	7	0
Serrapinnus notomelas (Eigenmann, 1915)	0	13
Erythrinidae		
Hoplias malabaricus (Bloch, 1974)	3	7
Parodontidae		
Apareiodon piracicabae (Eigenmann, 1907)		
SILURIFORMES		
Callichthyidae		
Corydoras aeneus (Gill, 1858)	1	43
Heptapteridae		
Imparfinis schubarti (Gomes, 1956)	1	0
Rhamdia quelen (Quoy & Gaimard, 1824)	31	36
Loricariidae		
Ancistrus sp.	5	0
Hypostomus ancistroides (Ihering, 1911)	38	31
Hypostomus strigaticeps (Regan, 1908)	42	0
Otothyropsis biamnicus Calegari, Lehmann & Reis, 2013	1	0
Trichomycteridae		
Tricomicteros diabulos Bockmann, Casatti & de Pinna, 2004	4	0
CYPRINODONTIFORMES		
Poeciliidae		
Phallocerus harpagos Lucinda, 2008	16	0
Poecilia reticulata Peters, 1859	11	3795
Xiphophorus hellerii Heckel, 1848	0	1
CICHLIFORMES		
Cichlidae		

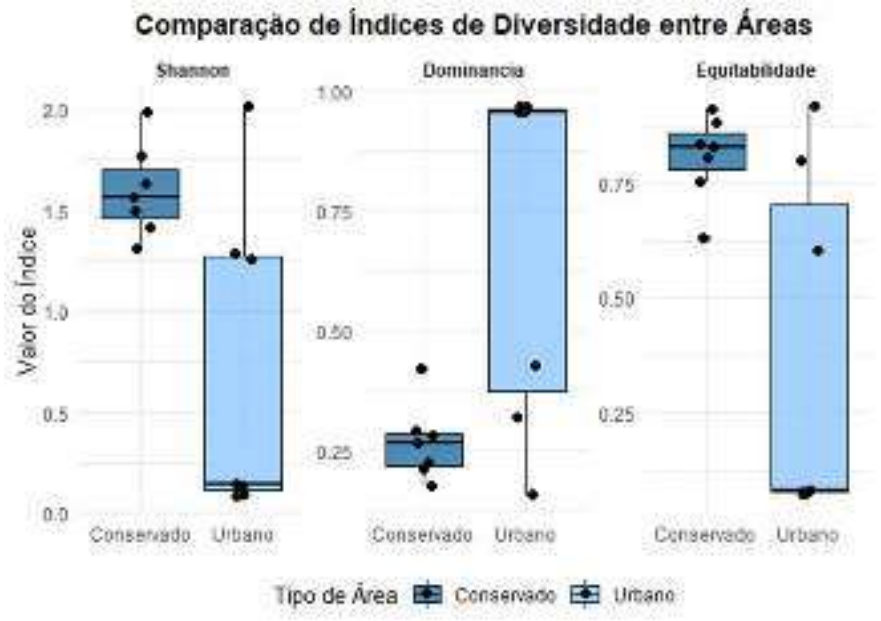
DOI: 10.51189/iv-bioesb/69105

Crenicichla britskii Kullander, 1982	2	0
Geophagus brasiliensis (Quoy & Gaimard, 1824)	34	47
Oreochomis niloticus (Linnaeus, 1758)	0	5
GYMNOTIFORMES		
Gymnotidae		
Gymnotus inaequilabiatus (Valenciennes, 1842)	2	7
Total	336	4037

Entre essas espécies, destacaram-se *P. reticulata*, com 3.806 indivíduos coletados (11 em riachos conservados e 3.795 em riachos urbanos), *P. bockmanni*, com 84 indivíduos (67 em riachos conservados e 17 em riachos urbanos), e *G. brasiliensis*, com 81 indivíduos (34 em riachos conservados e 47 em riachos urbanos).

Os riachos urbanos apresentaram maior abundância total (4.037 indivíduos), resultado fortemente influenciado pela dominância de *Poecilia reticulata*, espécie exótica invasora com elevada plasticidade ecológica e dieta generalista. Em contraste, os riachos conservados registraram apenas 336 indivíduos, porém exibiram maior riqueza de espécies. A baixa riqueza nos riachos urbanos reflete as intensas alterações ambientais decorrentes das ações antrópicas, que reduzem a integridade dos habitats e favorecem espécies mais tolerantes, capazes de se reproduzir rapidamente (Caetano; Oliveira; Zawadzki, 2025). Também mostra que a urbanização ocorreu de forma desordenada, resultando em alterações e impactos negativos sobre os ambientes aquáticos (Michelon, 2014; Filho *et al*., 2024). Já os ambientes conservados, menos impactados, permitem a manutenção de espécies mais sensíveis.

Os índices de diversidade corroboram esse padrão: os riachos conservados apresentaram maiores valores de Diversidade de Shannon e de Equitabilidade, enquanto os riachos urbanos exibiram maior dominância (Figura 2). A análise PERMANOVA confirmou diferença significativa (p = 0,003) na estrutura das assembleias entre os dois tipos de riachos, evidenciando a influência direta das alterações antrópicas sobre a composição e diversidade das comunidades de peixes.



DOI: 10.51189/iv-bioesb/69105

Figura 2. Boxplots comparando os valores nos índices de Diversidade de Shannon, Dominância e Equitabilidade das assembleias de peixes de riachos do Norte Pioneiro do Paraná, Alto rio Paraná.

Complementarmente, o ordenamento NMDS evidencia visualmente o grau de dissimilaridade na diversidade das assembleias de peixes entre os dois tipos de riachos (Figura 3).

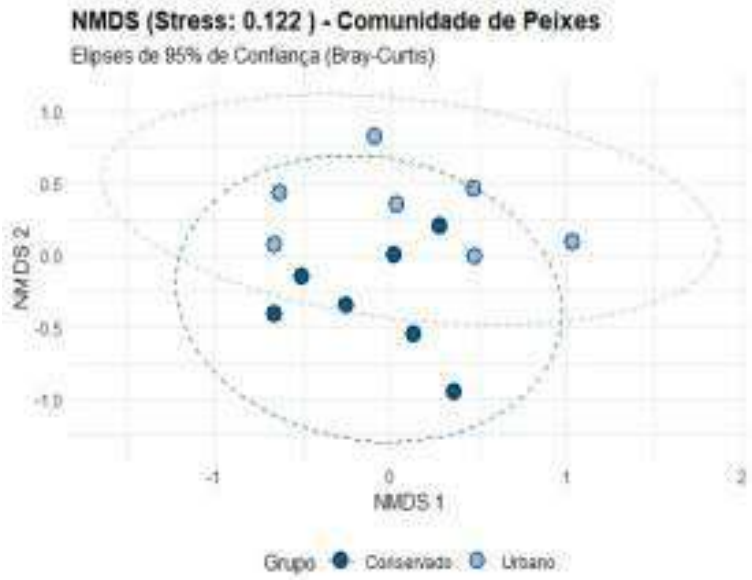


Figura 3. Ordenação NMDS (Escalonamento Multidimensional Não-Métrico) com base nos valores de diversidade de peixes entre riachos conservados e urbanos do Norte Pioneiro do Paraná, Alto rio Paraná.

4 CONCLUSÃO

Os resultados confirmam diferenças significativas na diversidade da ictiofauna entre riachos com distintos graus de antropização, deixando evidente a menor diversidade e maior dominância de espécies em riachos impactados diretamente pela urbanização, quando comparados a riachos com vegetação ripária conservada. Isso evidencia que a conservação e o manejo adequado dos ecossistemas aquáticos são essenciais para a manutenção de sua biodiversidade.

REFERÊNCIAS

AMARAL, R. B. **Avaliação das relações abundância-biomassa e peixe-variáveis limnológicas das assembléias de peixes de riachos, alto da bacia do rio Paraná, Goiás**. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 48 f. 2012.

CAETANO, D. L. F.; OLIVEIRA, E. F.; ZAWADZKI, C. H. Drivers of fish diversity in Neotropical streams of the Upper Paraná River: the role of mesohabitats, riparian structure, and regional factors. **Aquatic Sciences**, Dübendorf, v. 87, n. 98, p. 1-13, 2025.

CASTRO, R. M. C. *et al*. Estrutura e composição da ictiofauna de riachos do rio Paranapanema, sudeste e sul do Brasil. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 3, n. 1, p. 1-31, 2003.

FILHO, J. A. A. C. *et al*. Efeito da urbanização e do revestimento da zona hiporreica na qualidade da água de riachos urbanos: estudo de caso no município do Recife-PE. **Geoconexões**, Natal, v. 2, n. 19, p. 455-481, 2024.

GOMES, E. F. **Efeitos da degradação ambiental sobre relações parasito-hospedeiro em riachos urbanos na Amazônia**. Dissertação (Mestrado em Biologia de água doce e pesca interior) - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, 51 f. 2020.

GOULART, M. D. C.; CALLISTO, M. Bioindicadores de qualidade de água como ferramenta em estudos de impacto ambiental. **Revista da FAPAM**, [*s*. *l*.], v.2, n.1, p.153-164, 2003.

LANGEANI, F. *et al*. Diversidade da ictiofauna do Alto Rio Paraná: composição atual e perspectivas futuras. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 7, n. 3, p. 181-197, 2007.

LINS, J. A. P. N. *et al*. Uso de peixes como biomarcadores para monitoramento ambiental aquático. **Revista Acadêmica**: Ciências Agrárias e Ambientais, Curitiba, v. 8, n. 4, p. 469-484, 2010.

LUCENA, C. A. S. *et al*. O uso de óleo de cravo na eutanásia de peixes. **Boletim Sociedade Brasileira de Ictiologia**, Altamira, n. 105, p. 20-24, 2013.

MICHELON, M. T. **O crescimento econômico nas áreas de fronteira do estado do Paraná**. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 63 f. 2014.

MIRANDA, J. C. Ameaças aos peixes de riachos da Mata Atlântica. **Natureza Online**, Santa Teresa, v. 10, n. 3, p. 136-139, 2012.

PEASE, A.A. *et al.* Functional diversity and trait–environment relationships of stream fish assemblages in a large tropical catchment. **Freshwater Biology**, Murdoch, v. 57, n. 5, p. 1060-1075, 2012.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69105

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

INVESTIGAÇÃO E ANÁLISE DA IMPORTÂNCIA AMBIENTAL DAS ALGAS MARINHAS: PAPEL ECOLÓGICO, BENEFÍCIOS AOS ECOSSISTEMAS AQUÁTICOS E RELEVÂNCIA PARA A CONSERVAÇÃO E GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RECURSOS MARINHOS

PAULO MANUEL DOMINGOS NGOLA; AGENOR ALVES DA SILVA NETO, IGOR JAFFAR SOARES DE LIMA; MARIA EDUARDA MENEZES DA CUNHA JÚLIO; RHALINA SHANAYA
RAJAB BARROS MUSTAFA; RICARDO MANOEL DO NASCIMENTO; THAYRONE HENRIQUE DE OLIVEIRA SANTOS.

RESUMO

As algas marinhas desempenham funções essenciais nos ecossistemas aquáticos, contribuindo para a produtividade primária, a ciclagem de nutrientes, a formação de habitats e o equilíbrio ambiental das zonas costeiras. Sua relevância ecológica, aliada ao crescente interesse econômico e social, justifica a ampliação de estudos que abordem seus benefícios, aplicações e potencial para a gestão sustentável dos recursos marinhos. O presente trabalho teve como objetivo investigar e analisar a importância ambiental, econômica e social das algas marinhas, destacando suas funções ecológicas, seus benefícios para os ecossistemas aquáticos e para as atividades humanas, com ênfase em suas aplicações industriais e na necessidade de conservação dos ambientes oceânicos. Para isso, foi conduzida uma análise descritiva baseada em revisão de literatura atualizada, considerando estudos científicos, relatórios institucionais e dados técnicos sobre a diversidade, os serviços ecossistêmicos e as possibilidades de uso sustentável das algas. Os resultados mostraram que esses organismos apresentam elevada contribuição para a manutenção da biodiversidade marinha, desempenhando papel importante na estabilização de habitats, na mitigação de impactos ambientais e na oferta de compostos bioativos de interesse biotecnológico. Também se verificou ampla utilização das algas nas indústrias alimentícia, cosmética, farmacêutica, agrícola e energética, evidenciando seu potencial para fortalecer a bioeconomia azul. A análise gráfica dos dados destacou a expressiva importância ecológica das microalgas e macroalgas, bem como sua versatilidade industrial quando comparadas às algas calcárias. Conclui-se que as algas marinhas constituem recursos estratégicos para a sustentabilidade ambiental e para o desenvolvimento econômico associado ao uso responsável dos ambientes oceânicos. O estudo reforça a necessidade de ampliar pesquisas sobre seu manejo, aplicações inovadoras e integração em políticas de conservação, de forma a garantir a continuidade de seus benefícios ecológicos e sociais em longo prazo.

Palavras-chave: Algas marinhas; Ecossistemas aquáticos; Conservação.

1 INTRODUÇÃO

As algas marinhas constituem um dos grupos mais importantes dos ecossistemas aquáticos, desempenhando funções essenciais para a produtividade primária, a ciclagem de nutrientes e a manutenção da biodiversidade. Estudos recentes destacam que macroalgas e microalgas respondem por grande parte da fixação de carbono nos oceanos e pela formação

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69112

de habitats estruturantes, como florestas de kelp e bancos de *Sargassum*, fundamentais para inúmeras espécies marinhas (Lee, 2018; Graham & Wilcox, 2000). Além disso, esses organismos contribuem significativamente para os ciclos biogeoquímicos globais e para a estabilidade ecológica das zonas costeiras, tornando-se elementos-chave na resiliência dos ambientes marinhos frente às mudanças climáticas.

Nas últimas décadas, o crescente interesse científico e industrial pelas algas marinhas tem sido impulsionado por seu potencial multifuncional. Pesquisas apontam que algas e microalgas possuem elevada eficiência fotossintética, capacidade de biorremediação e produção de biomassa de alto valor agregado, o que as torna recursos estratégicos para setores como a biotecnologia, a produção de alimentos, a indústria farmacêutica, cosmética e a geração de energia renovável (Chu & Phang, 2019; Rocha et al., 2022). No âmbito da bioeconomia azul, esses organismos se consolidam como alternativas sustentáveis, contribuindo para modelos de produção de baixo impacto ambiental e promovendo inovação tecnológica alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

Apesar de sua relevância ecológica e econômica, as algas marinhas enfrentam ameaças crescentes decorrentes de atividades humanas, como poluição, eutrofização, mudanças climáticas e exploração predatória, fatores que comprometem a integridade dos ecossistemas costeiros e reduzem sua capacidade de prestação de serviços ecossistêmicos (Santos & Costa, 2024; Almeida et al., 2022). Nesse contexto, compreender sua importância ambiental e socioeconômica é fundamental para orientar políticas públicas, estratégias de manejo e iniciativas de conservação. Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo geral investigar e analisar a importância ambiental, econômica e social das algas marinhas, destacando suas funções ecológicas, seus benefícios para os ecossistemas aquáticos e para as atividades humanas, com ênfase em suas aplicações industriais, como a produção de cosméticos ou na culinária, bem como sua relevância para a conservação e a gestão sustentável dos recursos marinhos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa foi desenvolvida por meio de uma revisão bibliográfica sistemática e integrativa, com o objetivo de investigar a importância ambiental, ecológica, econômica e social das algas marinhas, bem como suas aplicações industriais e seu papel na conservação dos ecossistemas costeiros. A metodologia buscou garantir rigor científico, abrangência temática e confiabilidade das fontes consultadas. Realizou-se um levantamento bibliográfico em bases de dados reconhecidas, como SciELO, Google Acadêmico, Portal de Periódicos CAPES, ScienceDirect e SpringerLink. Foram selecionados artigos revisados por pares e documentos técnicos publicados entre 2010 e 2024, com ênfase em estudos escritos em português, conforme solicitado. Incluiu-se também o artigo internacional enviado pelo usuário devido à sua relevância e profundidade na discussão dos compostos bioativos de algas marinhas. Foram empregadas palavras-chave combinadas com operadores booleanos, como algas marinhas, biotecnologia marinha, produtos naturais de algas, impactos ambientais, manejo sustentável, maricultura, aplicações industriais de algas e conservação marinha.

Após a coleta, elaborou-se uma síntese crítica integrativa, relacionando dados ecológicos, avanços biotecnológicos e aspectos socioeconômicos. Essa etapa permitiu propor discussões alinhadas aos objetivos do trabalho, fundamentadas em evidências científicas recentes e contextualizadas à realidade brasileira, especialmente no que se refere ao uso sustentável e à conservação dos ecossistemas marinhos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados evidenciam que as algas marinhas desempenham funções ecológicas essenciais nos ecossistemas costeiros, contribuindo para a produtividade primária, o sequestro

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69112

de carbono, a manutenção da biodiversidade e o equilíbrio biogeoquímico. Estudos destacam seu papel como bioindicadoras e sua ampla capacidade adaptativa, reforçando sua importância ambiental e econômica. Observa-se também o crescimento expressivo do uso de algas na indústria global, impulsionado pela demanda por biomassa rica em polissacarídeos, carotenoides, vitaminas e compostos bioativos aplicados nos setores alimentício, farmacêutico, cosmético e biotecnológico.

Os polissacarídeos extraídos de algas vermelhas e pardas, como carragenanas, agares e alginatos, apresentam propriedades antioxidantes e antimicrobianas, ampliando seu valor comercial. Compostos como fucoxantina e fucosterol recebem destaque por seu potencial terapêutico. Entretanto, diversos autores apontam que pressões antrópicas, como poluição, aquecimento das águas e extrativismo irregular, têm afetado as populações naturais de algas, indicando a necessidade de manejo adequado e políticas de proteção.

A literatura evidencia avanços tecnológicos no cultivo de algas, especialmente em sistemas de maricultura integrada, capazes de associar produção e conservação por meio da absorção de nutrientes e mitigação da eutrofização. As microalgas, por sua vez, apresentam elevado potencial na bioeconomia azul, devido à alta eficiência fotossintética, ao rápido crescimento e à capacidade de gerar biomassa de alto valor agregado, contribuindo para segurança alimentar, remediação ambiental e produção de biocombustíveis, como biohidrogênio.

Resultados adicionais mostram a relevância das microalgas na remoção de poluentes, na produção de energia renovável, na síntese de compostos bioativos e na aplicação em tecnologias emergentes, como células solares e nanomedicina. Inseridas na lógica da economia circular azul, utilizam insumos de baixo valor para gerar biopolímeros biodegradáveis e biomateriais sustentáveis. Assim, microalgas e macroalgas se consolidam como recursos multifuncionais, ambientalmente estratégicos e promissores para inovação, conservação e desenvolvimento sustentável.

4 CONCLUSÃO

A investigação realizada evidenciou a importância ambiental, econômica e social das algas marinhas. Os dados analisados mostraram sua atuação essencial nos ecossistemas aquáticos, especialmente na produção primária, na ciclagem de nutrientes e na manutenção da biodiversidade. Também ficou claro o potencial dessas espécies para diferentes aplicações industriais, como na culinária, na cosmética e em biotecnologias emergentes. A análise gráfica e tabular confirmou diferenças funcionais entre macroalgas, microalgas e algas calcárias, destacando o papel central das microalgas tanto na ecologia quanto na inovação produtiva. Assim, o estudo cumpriu seu objetivo ao demonstrar a relevância das algas marinhas para a conservação e para a gestão sustentável dos recursos oceânicos. As perspectivas futuras apontam para a ampliação de pesquisas voltadas ao uso responsável desses organismos e ao fortalecimento da bioeconomia azul como estratégia de sustentabilidade marítima.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. C. et al. **Eutrofização e florações de algas nocivas: consequências e manejo**. *Revista Brasileira de Estudos Ambientais*, v. 4, n. 1, p. 45-60, 2022.

ANDRADE, L. M. et al. **Macroalgas marinhas: composição química, propriedades nutricionais e potenciais aplicações industriais**. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 16, n. 2, p. 45–60, 2018.

AQUACULTURE BRASIL. **Algas marinhas: biotecnologia e sustentabilidade**. Disponível em: https://aquaculturebrasil.com.br/noticias/algas/algas-marinhas-biotecnologia-sustentabilidade/. Acesso em: 17 fev. 2025.

BRASIL. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). APA **Costa das Algas: características ambientais e estratégias de conservação**. Brasília: ICMBio, 2020.

BRUSCA, R. C.; BRUSCA, G. J. **Invertebrados**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

BUSSA, M. et al. Life cycle assessment of microalgae products: state of the art and their potential for polylactic acid production. **Journal of Cleaner Production,** v. 213, p. 1299–1312, 2019.

CABRAL, A. et al. Atividades biológicas de extratos de macroalgas brasileiras. **Brazilian Journal of Food Technology,** v. 14, n. 3, p. 254–262, 2011.

CASTRO, P.; HUBER, M. E. ***Marine Biology***. 11. ed. New York: McGraw-Hill, 2021.

CHU, W.-L.; PHANG, S.-M. ***Bioactive compounds from microalgae and their potential applications***. In: *Grand Challenges in Algae Biotechnology*, p. 429–469, 2019.

COSMETIC INNOVATION. **Ingredientes funcionais de algas marinhas impulsionam o setor de cosméticos**. 2022. Disponível em: https://cosmeticinnovation.com.br/. Acesso em: 16 nov. 2024.

DEVADAS, V. V. et al. Algae biopolymer towards sustainable circular economy. **Bioresource Technology,** v. 325, p. 124702, 2021.

ELKALINY, N. E. et al. Macroalgae bioplastics: a sustainable shift to mitigate the ecological impact of petroleum-based plastics. **Polymers** *(Basel)*, v. 16, p. 1246, 2024.

EMBRAPA. **Algas marinhas apresentam efeitos benéficos ao sistema digestivo humano**. 2023. Disponível em: https://www.embrapa.br/. Acesso em: 15 nov. 2024.

GOV.BR. **Algas marinhas – ordenamento e legislação**. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/.../. Acesso em: 17 fev. 2025.

JORNAL USP**. E-book destaca potencial das algas marinhas para conservação e biotecnologia**. Disponível em: https://jornal.usp.br/.../. Acesso em: 17 fev. 2025.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69112

LEE, S.; FERNANDES, T.; SANTOS, R. **Aplicações de ficobiliproteínas de algas vermelhas na indústria alimentícia**. **Revista Ciência e Tecnologia de Alimentos,** v. 32, n. 1, p. 89–102, 2012.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de Ecologia**. 5. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

PEREIRA, L. O. **Poluição por microplásticos em ecossistemas costeiros e o impacto na fisiologia de algas marinhas**. 2. ed. São Paulo: Editora Marítima, 2023.

RADY, H. A.; ALI, S. S.; EL-SHEEKH, M. M. Strategies to enhance biohydrogen production from microalgae**. Journal of Environmental Management,** v. 356, p. 120611, 2024.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

SANTOS, A. K.; COSTA, J. R. **O papel das algas calcárias na mitigação da acidificação oceânica**. Rio de Janeiro: Editora Aquática, 2024.

SANTOS, M. F.; PEREIRA, R. C. Ecologia de macroalgas marinhas. **Revista Brasileira de Oceanografia,** v. 58, n. 2, p. 67–78, 2010.

SEMA CEARÁ. **Projeto Áreas Marinhas e Costeiras Protegidas GEF-Mar**. Disponível em: https://www.sema.ce.gov.br/.../. Acesso em: 17 fev. 2025.

UNESCO. ***The Ocean and Climate Change***. Paris: UNESCO Publishing, 2016.

ZANCHETTA, E. et al**.** Algal cellulose and its potential use in plastics. ***Algal Research*****,** v. 56, p. 102288, 2021.

ZHANG, J. et al. Marine algae as a source of bioactive compounds. ***Journal of Applied Phycology*****,** v. 34, p. 1–45, 2022.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69112

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

PARQUE FLORESTAL DE SINOP-MT COMO REFÚGIO PARA GUILDAS DE ARANHAS EM ECÓTONO CERRADO–AMAZÔNIA: RELATO DE CASO

FRANCIELE CRISTINA DE SOUZA; TALITA BENEDCTA SANTOS KÜNAST

Introdução: Parques urbanos desempenham um papel fundamental na conservação da biodiversidade, especialmente em regiões de ecótono, onde a transição entre biomas favorece elevada heterogeneidade ambiental. O Parque Florestal de Sinop-MT, localizado no limite Cerrado–Amazônia, constitui um importante fragmento verde em meio à matriz urbana, mas ainda há poucos registros sobre sua fauna de invertebrados, em especial das aranhas, organismos reconhecidos como bioindicadores da qualidade ambiental. **Objetivo:** Relatar evidências observacionais sobre a presença e diversidade funcional (guildas) de aranhas no Parque Florestal de Sinop-MT, destacando sua relevância ecológica e o potencial do parque como área de refúgio e conservação em ambiente urbano. **Metodologia:** O levantamento ocorreu durante atividades de estágio realizadas no Parque Florestal de Sinop, área de conservação ambiental urbana, entre fevereiro e novembro de 2025, com observações diretas ao longo de trilhas, áreas sombreadas e regiões com maior acúmulo de matéria orgânica. As aranhas foram registradas visualmente e classificadas em guildas com base em seu comportamento predatório e micro-habitat (ex.: tecedeiras orbitais, caçadoras errantes, construtoras de teias irregulares, caçadoras crípticas). Os registros foram documentados por meio de anotações de campo e fotografias. **Resultados:** Foram observadas diversas guildas distribuídas em diferentes microambientes, indicando elevada heterogeneidade estrutural no interior do parque. A presença de aranhas caçadoras de solo, tecedeiras orbiculares e espécies arborícolas sugere que o fragmento oferece recursos suficientes para manter diferentes estratégias predatórias. A ocorrência contínua dessas guildas, inclusive em áreas próximas ao perímetro urbano, reforça o papel do parque como refúgio funcional. **Conclusão:** As evidências registradas indicam que o Parque Florestal de Sinop-MT, desempenha importante função ecológica ao sustentar múltiplas guildas de aranhas, mesmo sob pressão urbana. O estudo destaca a necessidade de ampliar ações de monitoramento, manejo e educação ambiental, valorizando o parque como área estratégica para conservação da biodiversidade na região Cerrado–Amazônia.

Palavras-chave: **ARANHA; BIODIVERSIDADE; ECÓTONO**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69124

ISSN: 2675-813X

CALOGÊNESE A PARTIR DE PLÂNTULAS DE *BAUHINIA CHEILANTHA*

EDNA DANTAS DE SOUZA [1]; AYRK CALIEL MOURA DE VASCONCELOS [2]; MARYELLE CAMPOS SILVA [3]; EDUARDO LUIZ VOIGT [4]

RESUMO

A cultura de tecidos vegetais é uma ferramenta essencial na biotecnologia e na conservação de espécies nativas. Essa técnica possibilita a regeneração de tecidos, a produção de metabólitos secundários e a multiplicação de plantas de interesse ecológico e econômico. A indução de calos constitui uma etapa estratégica nesse processo, pois possibilita compreender os mecanismos de desdiferenciação celular e estabelecer bases para protocolos de micropropagação e transformação genética. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do tipo de explante na indução de calos em *Bauhinia cheilantha*, espécie leguminosa típica da Caatinga com potencial medicinal, ornamental e ecológico. Foram utilizados como explantes raiz, hipocótilo, cotilédone e epicótilo, cultivados em woody plant medium, na ausência e na presença dos reguladores de crescimento ácido 2,4-diclorofenoxiacético e cinetina, sob condições controladas *in vitro*. Os resultados revelaram que, embora a frequência de calogênese tenha sido semelhante entre os tipos de explante, conforme indicado pelo teste qui-quadrado, a ANOVA demonstrou diferenças significativas na resposta morfogênica quantitativa entre os explantes e os tratamentos aplicados ($p \leq 0,001$). O tratamento com reguladores de crescimento promoveu aumento significativo na formação e no vigor (massa) dos calos em todos os explantes avaliados. Dentre os explantes testados, o hipocótilo apresentou calos de maior massa, seguido de cotilédone, enquanto o epicótilo apresentou menor massa média, embora tenha apresentado alta porcentagem de indução calogênica. Conclui-se que o tipo de explante exerce influência determinante sobre o sucesso da indução de calos em *B. cheilantha*, sendo o hipocótilo o tecido mais vigoroso nas condições testadas, indicando seu potencial para o aperfeiçoamento de protocolos de indução de calos e futuras aplicações biotecnológicas nessa espécie nativa do semiárido brasileiro.

Palavras-chave: Biotecnologia Vegetal; indução de calos; variabilidade morfológica.

1 INTRODUÇÃO

A cultura de tecidos vegetais constitui uma ferramenta essencial na biotecnologia, permitindo o controle do desenvolvimento das plantas e oferecendo suporte à multiplicação clonal de genótipos, à produção de metabólitos secundários e à conservação de germoplasma (George, Hall e de Klerk, 2008; Sekhar et al., 2023). Dentre suas aplicações, a indução de calos é fundamental, pois permite que células somáticas desdiferenciadas adquiram competência morfogênica, servindo como base para a regeneração via organogênese ou embriogênese

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69133

somática. O sucesso desse processo, bem como o tipo de calo formado e seu potencial morfogênico em determinado genótipo, dependem essencialmente do tipo de explante, do meio de cultura e dos fitorreguladores, podendo variar quanto à textura, consistência e coloração (Nogueira, 2015).

A escolha do explante é determinante para o estabelecimento de induções eficientes de calos, uma vez que diferentes tecidos apresentam variações intrínsecas no grau de diferenciação, no conteúdo endógeno de fitormônios e na capacidade de resposta a estímulos exógenos. Assim, selecionar o tecido mais responsivo é indispensável para o estabelecimento de protocolos eficientes de calogênese.

A espécie *Bauhinia cheilantha*, popularmente conhecida como pata-de-vaca ou mororó, é da família Fabaceae, nativa do bioma Caatinga e reconhecida por seu potencial medicinal, ornamental e ecológico. Estudos indicam que *B. cheilantha* contém diversos compostos bioativos, como alcaloides, flavonoides, esteroides e xantonas, relacionados a propriedades terapêuticas, incluindo efeitos anti-inflamatórios, hipoglicemiantes, sedativos e digestivos (Silva et al., 2017), reforçando seu valor biotecnológico. Apesar disso, há escassez de estudos sobre sua propagação *in vitro* e indução de calos, especialmente a determinação do explante mais promissor. Considerando a degradação ambiental e a exploração intensa do semiárido brasileiro, é fundamental desenvolver protocolos eficientes de cultura de tecidos, visando tanto a conservação da espécie quanto o estudo de seu potencial biotecnológico por meio da indução de calos a partir do explante mais eficiente.

Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar a influência do tipo de explante na indução de calos em *B. cheilantha* a partir de diferentes órgãos da plântula. A compreensão da resposta morfogênica desses órgãos contribuirá para o estabelecimento de protocolos eficientes de calogênese, fornecendo subsídios para futuras aplicações biotecnológicas dessa espécie nativa da Caatinga.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa constituiu em um estudo experimental *in vitro* conduzido no Laboratório de Estudos em Biotecnologia Vegetal (LEBV), do Centro de Biociências, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (CB/UFRN). Foram utilizadas sementes de *B. cheilantha* coletadas no município de Cajazeiras (PB) e fornecidas pelo Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental da Universidade Federal do Vale do São Francisco (NEMA/UNIVASF), as quais foram armazenadas a 5 °C em embalagens plásticas semipermeáveis até o início dos experimentos. As sementes foram escarificadas mecanicamente para superação da dormência tegumentar e submetidas à assepsia com etanol 70 % (v/v) por 30 s e hipoclorito de sódio comercial 0,75 % (m/v) por 3 min, seguidos de lavagens em água destilada estéril, em câmara de fluxo laminar.

A germinação ocorreu em meio ágar-água 7 g L^{-1}, com oito sementes por frasco, sob condições controladas (temperatura de 27 ± 2 °C, fotoperíodo de 12 h, intensidade luminosa de 80 µmol m^{-2} s^{-1} e umidade relativa de 65 ± 5 %). Assim que a radícula emergiu, as plântulas foram transferidas para tubos de ensaio contendo WPM solidificado com Phytagel® 0,2 % (m/v) e suplementado com sacarose 2 % (m/v). Após duas semanas, quando as plântulas apresentaram raiz primária, hipocótilo e as primeiras folhas bilobadas, foram obtidas secções de 10 mm de comprimento a partir de raiz, hipocótilo, cotilédone e epicótilo. Os explantes foram cultivados individualmente em frascos contendo WPM sólido sem reguladores de crescimento (controle) ou com ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) 10 µM e cinetina (KIN) 2,5 µM. As culturas permaneceram quatro semanas sob as mesmas condições controladas mencionadas acima, sendo avaliadas semanalmente quanto à formação de calos, oxidação, senescência e

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69133

contaminação; no final do experimento, verificou-se também a textura e a coloração dos calos e determinou-se a sua massa fresca e seca.

Os dados categóricos obtidos nas avaliações qualitativas foram analisados pelo teste qui-quadrado de independência, considerando 15 repetições por tratamento, utilizando o software Jamovi. Os dados quantitativos de massa seca foram submetidos à ANOVA de um fator, com 10 repetições por tratamento, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de significância.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos evidenciaram que a presença de reguladores de crescimento favoreceu significativamente a indução de calos em *B. cheilantha*, destacando a importância da interação entre auxinas e citocininas nos processos de desdiferenciação e proliferação celular, em concordância com Costa (2018). O teste de qui-quadrado indicou que a frequência de calogênese foi semelhante entre os explantes, demonstrando resposta homogênea ao tratamento hormonal. Cotilédones e epicótilos apresentaram maiores taxas de indução (73,3%), enquanto o hipocótilo se destacou por produzir calos com maior massa média (34,50 mg), superando cotilédones (26,18 mg) e epicótilos (20,05 mg), sugerindo que o crescimento do calo pode variar conforme características fisiológicas do explante (Tabela 1). Resultados análogos foram descritos por Abbas et al. (2018) em *Parkia biglobosa*, nos quais diferentes explantes submetidos a distintos regimes hormonais apresentaram variação significativa na biomassa de calos (massa fresca e seca), evidenciando que tanto o tipo de explante quanto as condições de cultivo modulam a eficiência da indução calogênica. Esses resultados sugerem maior capacidade de crescimento, característica relevante para a calogênese.

Tabela 1 – Calogênese a partir de diferentes órgãos de plântulas de *B. cheilantha* cultivadas *in vitro*. Secções de 10 mm foram obtidas de raiz, hipocótilo, cotilédones e epicótilo e cultivadas em WPM na ausência de reguladores de crescimento (controle) ou na presença de 2,4-D 10 µM e KIN 2,5 M por 4 semanas sob condições controladas

Explante	Tratamento	Calogênese (%)	Coloração	Textura	Oxidação (%)	Senescência (%)	Massa Seca (mg)
Raiz	Controle	23,1 b	Bege	Friável	100	23,08	4,75 b
	2,4-D 10 µM + KIN 2,5 µM	46,7 a*	Bege	Predominantemente friável	100	53,33	9,15 a**
Hipocótilo	Controle	26,7 b	Marrom claro	Friável/ Compacto	100	13,33	20,99 b
	2,4-D 10 µM + KIN 2,5 µM	56,3 a*	Bege claro/Branco	Predominantemente compacto	100	0	34,50 a**
Cotilédone	Controle	13,3 b	Marrom claro	Compacto	93,3	0	14,77 b
	2,4-D 10 µM + KIN 2,5 µM	73,3 a*	Marrom claro/ Verde claro	Compacto	100	0	26,18 a**
Epicótilo	Controle	31,3 b	Bege claro/Branco	Friável	100	0	5,15 b

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69133

	2,4-D 10 µM + KIN 2,5 µM	73,3 a*	Marrom claro/Bege	Compacto	100	13,33	20,05 a**

Letras diferentes indicam diferenças significativas pelo teste de Tukey ($p \leq 0,001$).
* Letras diferentes indicam diferenças significativas entre grupos, de acordo com o teste qui-quadrado de homogeneidade (χ^2, $p \leq 0,05$), para variável categórica Calogênese.
** Letras diferentes indicam diferenças significativas entre grupos, de acordo com o teste qui-quadrado de homogeneidade (χ^2, $p \leq 0,05$), para variável categórica massa seca (g).

A coloração dos calos variou conforme o tipo de explante e o tratamento hormonal, refletindo diferenças na oxidação: raízes e epicótilos apresentaram coloração bege; cotilédones, marrom claro a verde claro; e hipocótilos mudaram de marrom claro (controle) para bege claro/branco (tratamento). Paralelamente, a textura também foi influenciada pelo tipo de explante e pelo tratamento, pois calos de raízes permaneceram friáveis; os de hipocótilo se mostraram predominantemente compactos quando induzidos por 2,4-D e KIN; cotilédones formaram calos exclusivamente compactos; e epicótilos responderam diferencialmente ao tratamento, apresentando calos friáveis no controle e passando a calos compactos quando submetidos ao tratamento. Esses padrões sugerem que reguladores hormonais, em interação com fatores endógenos do tecido, modulam a fisiologia, a plasticidade e a reorganização celular durante a calogênese (Ikeuchi & Sugimoto, 2013), (figura 1).

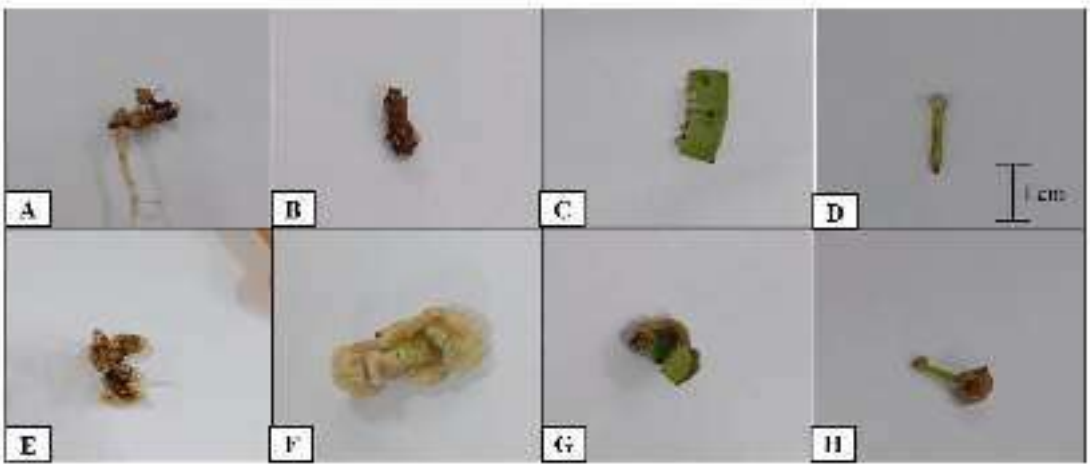


Figura 1 – Calos obtidos a partir de raiz (A, E), hipocótilo (B, F), cotilédone (C, G) e epicótilo (D, H) de plântulas de *B. cheilantha* cultivados em WPM na ausência de reguladores de crescimento (A, B, C, D) ou na presença de 2,4-D 10 µM + KIN 2,5 µM (E, F, G, H) durante quatro semanas sob condições controladas.
Barra de escala: 1 cm.

A senescência apresentou variações entre os explantes. Raízes exibiram a maior senescência relativa, enquanto hipocótilos demonstraram a menor frequência de senescência, indicando maior tolerância ao estresse do cultivo *in vitro*. Epicótilos apresentaram aumento da senescência sob tratamento hormonal, porém ainda inferior ao das raízes. Paralelamente, a intensa oxidação observada em todos os explantes evidencia a sensibilidade de *B. cheilantha* ao estresse do corte e do cultivo, possivelmente devido ao acúmulo de compostos fenólicos, capazes de oxidar durante o cultivo *in vitro* e resultar no escurecimento dos tecidos (Silva et al., 2018; Oliveira, 2020; Conceição et al., 2014). Essa resposta é consistente com relatos na literatura, nos quais a oxidação de compostos fenólicos manifestada como “browning” ou escurecimento, é reconhecida como um dos principais fatores limitantes à calogênese e à regeneração (Gemechu & Amante, 2021; Permadi et al., 2024). Apesar dos resultados

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69133

promissores, essa sensibilidade pode comprometer a uniformidade da calogênese, indicando a necessidade de ajustes nas condições culturais em estudos futuros.

Considerando o conjunto de resultados, o hipocótilo revelou-se o explante mais adequado para indução de calos, devido à maior massa média, menor senescência e calos de textura mais consistente. Esses atributos indicam seu potencial preferencial para protocolos de multiplicação e produção de biomassa *in vitro*, consolidando-o como escolha para etapas subsequentes de regeneração e aplicações biotecnológicas. Estudos em *Parapiptadenia rigida* reforçam essa tendência, nos quais segmentos de hipocótilo responderam de forma mais expressiva à combinação de 2,4-D e KIN, evidenciando a necessidade desses explantes de reguladores de crescimento para a desdiferenciação e divisão celular (Kielse et al., 2007).

4 CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que a indução de calos a partir de plântulas de *B. cheilantha* foi promovida pela exposição combinada ao 2,4-D e à KIN e o hipocótilo foi o explante que produziu calos mais volumosos e vigorosos. As raízes apresentaram maior oxidação e senescência, indicando menor tolerância ao cultivo *in vitro*. Como foi testada apenas uma combinação de reguladores, ajustes nas sua concentrações podem otimizar protocolos *in vitro* e ampliar o potencial de propagação desta espécie.

REFERÊNCIAS

ABBAS, M. S.; EL-SHABRAWI, H. M.; SOLIMAN, A. S.; SELIM, M. A. Optimization of germination, callus induction, and cell suspension culture of African locust beans Parkia biglobosa (Jacq.) Benth. **Journal of Genetic Engineering and Biotechnology**, v. 16, n. 1, p. 191–201, 2018. DOI: 10.1016/j.jgeb.2017.10.012. Acesso em: 19 nov. 2025

CONCEIÇÃO, D. C. O.; SILVA, T. M. G.; NATIVIDADE, T. B.; OLIVEIRA, G. P.; CÂMARA, C. A.; SILVA, T. M. S. Avaliação da atividade antioxidante dos extratos das folhas e caules de *Bauhinia cheilantha* e *Bauhinia pentandra*. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA,** 54., 2014, Natal. Anais… Natal: ABQ, 2014.

COSTA, E. S. S. **Indução e caracterização de calos de Amburana cearensis (Allen.) A.C e Poincianella pyramidalis (Tul.) L.P. Queiroz**. 2018. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2018.

GEMECHU, E. C.; AMANTE, G. Control of browning in plant tissue culture: A review**. Journal of Scientific and Innovative Research,** v. 10, n. 4, p. 19–30, 2021. Disponível em: https://www.jsirjournal.com/Vol10_Issue4_02.pdf. Acesso em: 25 nov. 2025.

GEORGE, E. F.; HALL, M. A.; DE KLERK, G. J**. Propagação de plantas por cultura de tecidos.** Volume 1. Introdução. 3. ed. Dordrecht: Springer, 2008.

IKEUCHI, M.; SUGIMOTO, K.; IWASE, A. Plant callus: mechanisms of induction and repression. **The Plant Cell,** v. 25, p. 3159–3173, 2013.

KIELSE, P. V. N.; FRANCO, E. T. H.; FRASSETTO, E. G. Indução de calogênese em explantes de *Parapiptadenia rigida*. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 84–86, jul. 2007. Disponível em:

https://seer.ufrgs.br/rbrasbioci/article/download/115022/62319/475470. Acesso em: 18 nov. 2025.

NOGUEIRA, W. de O. **Calogênese e estabelecimento de suspensões celulares de *Capsicum chinense* BRS Moema.** 2015. 60 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente) – Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2015. Disponível em: http://ri.unir.br/jspui/handle/123456789/2234. Acesso em: 19 nov. 2025.

OLIVEIRA, P. L. **Avaliação do potencial biológico e citotóxico de extratos aquosos de folhas de *Bauhinia cheilantha* (Bongard) Steude (Leguminosae).** 2020. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/39445/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20Palloma%20Lima%20de%20Oliveira.pdf. Acesso em: 18 nov. 2025.

PERMADI, N.; AKBARI, S. I.; PRISMANTORO, D.; WIDYASTUTI, R.; SUTRISNO, W. **Traditional and next generation methods for browning control in plant tissue culture: current insights and future directions.** Current Research in Plant Biology, v. 5, p. 100123, 2024. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214662824000215. Acesso em: 25 nov. 2025.

SEKHAR, M.; KANIGANTI, S.; BABU, S.; SINGH, M.; ROUT, S. Explorando o progresso e os obstáculos na cultura de tecidos vegetais: uma revisão abrangente. **Agriculture Archives: An International Journal ,** v. 2, n. 2, p. 19–21, 2023. DOI: 10.51470/AGRI.2023.2.2.19.

SILVA, A. M. A. **Investigação química e biológica de Bauhinia cheilantha (Bong.) Steud.** 2018. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018. Disponível em: http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/36301/4/2018_dis_amasilva.pdf. Acesso em: 18 nov. 2025.

SILVA, M. G. G. da; SANTANA, E. R. B. de; PADILHA, R. J. A. dos S; LIMA, C. S. de A.; YARA, R. **Atividade antioxidante e quantificação de compostos fenólicos bioativos da espécie do semiárido *Bauhinia cheilantha (Bong.) Steud*.** In: ENCONTRO ANUAL DA BIOFÍSICA, 2017. Anais... São Paulo: Blucher, 2017. p. 96-97. DOI: 10.5151/biofisica2017-036. ISSN 2526-6071.

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

BIOFILTROS MICROBIANOS PARA CAPTURA DE CO_2 VIA MICROALGAS/CIANOBACTÉRIAS: UMA ABORDAGEM HÍBRIDA DE MICROBIOLOGIA E ENGENHARIA INDUSTRIAL

AVA BRENDA BATISTA; RAIMUNDO ANDRADE DE BARROS FILHO; AGENOR ALVES DA SILVA NETO; ANDRESSA VAITZ MEDEIROS; PAULA VITÓRIA DOS SANTOS BORGES; ANDRÉ CRISÓSTOMO

RESUMO

O projeto propõe uma revisão de literatura, relacionando o desenvolvimento de biofiltros microbianos para captura de CO_2 integrando conhecimentos de microbiologia e engenharia industrial para comprovar que uma solução científica e tecnológica voltada para a descarbonização sustentável é viável. A busca por iniciativa analisará e sintetizará o estado da arte do uso de microalgas ou cianobactérias capazes de sequestrar carbono em sistemas de filtragem eficientes. Em conjunto, este trabalho visa consolidar as evidências científicas sobre a técnica e econômica desta proposta inovadora, contribuindo para a redução de emissões industriais e para o avanço de tecnologias limpas.

Palavras-chave: biotecnologia ambiental; captura fotossintética; sustentabilidade tecnológica.

1 INTRODUÇÃO

A mitigação das mudanças climáticas demanda estratégias eficazes de captura de CO_2, especialmente em indústrias emissoras. Entre as alternativas emergentes, biofiltros microbianos baseados em microalgas e cianobactérias se destacam por aliarem fixação biológica de carbono e engenharia industrial. Esses microrganismos fotossintéticos absorvem CO_2 diretamente dos gases de exaustão e o convertem em biomassa, apresentando eficiência fotossintética muito superior à de plantas terrestres com taxas de fixação de CO_2 10 a 50 vezes maiores segundo revisões recentes.

Esse desempenho elevado se deve, em parte, aos mecanismos de concentração de carbono (CCM), que aumentam a disponibilidade de CO_2 para a Rubisco, e, também à ação da anidrase carbônica, enzima responsável por converter CO_2 em bicarbonato dentro das células. Além disso, estudos como o de Ores et al. demonstram que microalgas como *Dunaliella tertiolecta* podem ser cultivadas para produzir anidrase carbônica em níveis elevados, alcançando atividades de aproximadamente 67 U/mg**,** permitindo o uso desse extrato enzimático em biofiltros acoplados para acelerar ainda mais a captura de CO_2. Diversas espécies são amplamente estudadas: *Chlorella vulgaris* pela alta produtividade e tolerância ambiental, *Spirulina platensis* pela resistência a condições alcalinas e altas concentrações de CO_2, além de gêneros como *Scenedesmus* e *Nannochloropsis*, conhecidos pela robustez e produtividade.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69136

Essas microalgas e cianobactérias também produzem biomassa rica em lipídios, proteínas e carboidratos, agregando valor econômico ao processo.

O objetivo deste trabalho é realizar uma revisão de literatura que investigue o desenvolvimento e a aplicabilidade de biofiltros microbianos baseados em microalgas e cianobactérias para a captura de CO_2 em ambientes industriais. Busca-se integrar conhecimentos de microbiologia e engenharia industrial para identificar o estado da arte, avaliar mecanismos de fixação biológica de carbono e verificar o potencial desses sistemas como solução viável, eficiente e sustentável para a descarbonização de processos produtivos.

A crescente emissão de CO_2 por atividades industriais intensifica o aquecimento global e exige soluções tecnológicas inovadoras, escaláveis e ambientalmente responsáveis. Microalgas e cianobactérias apresentam alta eficiência fotossintética, mecanismos especializados de concentração de carbono e capacidade de converter CO_2 diretamente em biomassa de interesse econômico, superando significativamente a capacidade de fixação de plantas terrestres.

Além disso, justifica-se este trabalho por sua integração a processos industriais que representam uma boa alternativa, sendo promissora, pois pode utilizar diretamente gases de exaustão como fonte de carbono, reduzindo impactos ambientais enquanto gera produtos de valor agregado. Diante desse potencial, torna-se essencial sintetizar as evidências científicas disponíveis a fim de compreender as vantagens, limitações e perspectivas dessa tecnologia, contribuindo para o avanço de sistemas limpos e sustentáveis de captura de CO_2.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo apresenta caráter descritivo e qualitativo, baseado em uma revisão sistemática da literatura sobre biofiltros microbianos com microalgas e cianobactérias aplicados à captura de CO_2 em ambientes industriais. A pesquisa foi conduzida remotamente, utilizando bases acadêmicas nacionais e internacionais. A amostra incluiu artigos, dissertações, relatórios técnicos, preprints e capítulos de livros que abordavam fixação de CO_2 por microalgas e cianobactérias, biofiltros microbianos ou fotobiorreatores, bem como aplicações industriais da captura biológica de carbono. Publicações que não tratavam do tema ou que apresentavam dados insuficientes foram excluídas.

Os instrumentos metodológicos compreenderam plataformas de busca, como Google Scholar, ScienceDirect, Scielo, PubMed, MDPI e arXiv, além do uso de planilhas eletrônicas para organização dos estudos, critérios de elegibilidade predefinidos e um fichamento estruturado para extração de dados. O procedimento envolveu a definição de palavras-chave, a identificação de estudos publicados entre 2007 e 2024, a triagem por meio de leitura de títulos e resumos, a seleção final dos trabalhos e a extração padronizada de informações sobre mecanismos de fixação, espécies utilizadas, configurações de biofiltros, parâmetros operacionais, produtividade e limitações.

A análise dos dados ocorreu por meio de análise de conteúdo, permitindo identificar padrões, convergências e divergências entre os estudos. As informações foram organizadas em categorias temáticas, aspectos microbiológicos, engenharia de biofiltros, desempenho, desafios e perspectivas, possibilitando uma interpretação integrada dos resultados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados referem-se à análise comparativa dos estudos selecionados na revisão de literatura.

3.1 MODELAGEM E SIMULAÇÃO

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69136

A modelagem matemática desempenha papel essencial no dimensionamento e na previsão do comportamento de biofiltros microbianos aplicados à captura industrial de CO_2. O estudo de Camerini (2012), por exemplo, desenvolveu um modelo cinético para o cultivo de *Spirulina platensis* em reatores do tipo raceway, incorporando variáveis como difusão de CO_2, variação de pH e impacto das concentrações de carbono inorgânico. Esse tipo de abordagem permite estimar a retenção de CO_2, o crescimento da biomassa e o desempenho do sistema em diferentes condições, auxiliando na definição de parâmetros como fluxo de gás, intensidade luminosa e regimes de mistura.

A simulação computacional também oferece ferramentas para prever limitações associadas à transferência de massa, variações físico-químicas e interações entre luz, disponibilidade de carbono e taxa de crescimento. Combinada a algoritmos de aprendizado de máquina, torna-se possível construir sistemas de controle capazes de ajustar automaticamente variáveis operacionais, aumentando a eficiência do processo e reduzindo custos.

3.2 INTEGRAÇÃO DE BIOFILTROS EM PROCESSOS INDUSTRIAIS

A integração de biofiltros microbianos em linhas industriais de emissão envolve uma série de etapas que permitem o aproveitamento direto dos gases residuais. As chaminés industriais normalmente liberam gases com concentrações de CO_2 que variam de 3% a 30%, valores compatíveis com o desempenho de várias espécies de microalgas e cianobactérias.

O processo inicia-se com a captura desses gases, seguida de um pré-tratamento que remove compostos indesejáveis, como NO_x, SO_x e partículas. Esses contaminantes podem inibir o crescimento microalga, razão pela qual a literatura enfatiza tanto a necessidade de pré-filtragem quanto a seleção de cepas naturalmente tolerantes.

Após o pré-tratamento, o fluxo gasoso é direcionado a fotobiorreatores ou biofiltros vivos, onde ocorre a absorção e fixação do CO_2. O sistema pode ser configurado em diferentes geometrias e escalas, desde reatores tubulares e colunas de borbulhamento até tanques abertos e materiais vivos porosos. A biomassa resultante é então coletada e pode ser destinada à produção de bioplásticos, bioetanol de terceira geração, pigmentos ou biomassa para ração. No Brasil, um projeto coordenado pela Unifesp, em colaboração com a Poli-USP, desenvolve exatamente essa lógica de conversão e uso integral da biomassa algal.

O processo pode ainda envolver recirculação de nutrientes, remoção contínua de biomassa e ajustes no fornecimento de CO_2, permitindo operação prolongada e desempenho estável.

3.3 POTENCIAL DE REMOÇÃO DE CO_2

Os estudos compilados indicam que a fixação de CO_2 por microalgas pode variar entre 1,3 e 1,9 kg de CO_2 por quilograma de biomassa seca, dependendo das condições de cultivo e da espécie utilizada. Revisões demonstram que cerca de 50% da massa seca microalga corresponde a carbono, o que reforça o potencial dessas culturas como sumidouro biológico significativo.

Estima-se que a produção de uma tonelada de biomassa algal possa remover aproximadamente 1,83 tonelada de CO_2 equivalente. Esses valores indicam que sistemas operando em escala industrial podem atingir taxas de remoção expressivas, especialmente quando associados a estratégias de otimização cinética e reguladas por fitohormônios, como observado por Chen et al. (2023).

3.4 ESTUDOS DE CASO E INICIATIVAS REAIS

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69136

Diversos trabalhos experimentais demonstram a resistência e capacidade produtiva de microalgas expostas a gases industriais. Em cultivos com gases de combustão, *Spirulina sp.* foi capaz de resistir a 6% de CO_2 e 30 ppm de SO_2, apresentando produtividade de até 0,19 g/L·dia. Esses resultados indicam que, mesmo em condições adversas, algumas espécies fotossintéticas se mantêm ativas e produtivas.

As iniciativas nacionais reforçam essa perspectiva. O projeto "Captura de CO_2 bioassistida", desenvolvido por instituições brasileiras, integra captura biológica, bioengenharia e conversão da biomassa em produtos de interesse para a indústria, como plásticos verdes e etanol avançado.

A combinação entre microbiologia e engenharia industrial traz uma série de benefícios operacionais: Alta eficiência de captura: devido ao crescimento acelerado e aos mecanismos de concentração de carbono, microalgas podem fixar grandes quantidades de CO_2 em períodos curtos.

1. Aproveitamento da biomassa: a biomassa gerada pode ser convertida em biocombustíveis, bioplásticos, pigmentos ou ração.

2. Flexibilidade operacional: os reatores podem ser adaptados para diferentes composições de gás e setores industriais.

3. Aprimoramento via modelagem: modelos cinéticos e simulações permitem prever desempenho e ajustar parâmetros, melhorando a eficiência.

4. Uso de enzimas: a anidrase carbônica produzida pelas microalgas pode acelerar a captura de CO_2 e reduzir o tamanho necessário dos reatores.

Apesar do potencial significativo, alguns desafios permanecem:

- A presença de contaminantes nos gases pode reduzir o desempenho microalgal.
- A transferência de CO_2 do gás para o meio aquoso apresenta limitações físicas que precisam ser superadas.
- Custos operacionais ainda representam entraves, especialmente em fotobiorreatores fechados.
- A escalabilidade exige projetos robustos e investimentos consideráveis.
- destino final da biomassa é crucial: para que o carbono seja efetivamente retido, deve ser transformado em produtos estáveis.Avanços promissores incluem:
- Materiais vivos porosos**,** capazes de manter cianobactérias ativas em estruturas tridimensionais;
- Sistemas de captura direta de ar, que combinam resinas absorventes com cultivo microalgal;
- Regulação hormonal**,** que pode aumentar crescimento e produtividade;
- Modelagem avançada**,** com uso de inteligência artificial para prever comportamento e otimizar desempenho;
- Integração com biorrefinarias, ampliando o valor agregado da biomassa.

4 CONCLUSÃO

Os biofiltros microbianos com microalgas e cianobactérias configuram uma alternativa tecnicamente consistente para reduzir emissões de CO_2 em processos industriais, graças à elevada eficiência de fixação desses microrganismos e ao uso de mecanismos celulares como os sistemas de concentração de carbono e a anidrase carbônica, que aceleram a captura. A literatura mostra que, quando bem projetados, esses sistemas removem quantidades relevantes de CO_2 e geram biomassa com valor industrial.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69136

Apesar do potencial, a aplicação em larga escala ainda exige avanços no manejo de contaminantes dos gases de exaustão, no aumento da transferência de CO_2, na redução de custos operacionais e na integração dos biofiltros às cadeias produtivas. Inovações como materiais vivos, captura direta de ar e uso de regulação hormonal reforçam a capacidade de aprimorar o desempenho desses sistemas.

O progresso na área depende da interação entre microbiologistas e engenheiros industriais, pois o desenvolvimento de biofiltros eficientes requer tanto domínio dos mecanismos fisiológicos microbianos quanto projeto de sistemas compatíveis com condições industriais reais. Essa integração configura um caminho promissor para soluções mais robustas de captura de CO_2.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA FAPESP. **Bioetanol de terceira geração e plástico verde: projeto brasileiro usa microalgas para captura de CO_2**. São Paulo: Agência Fapesp, 2023. Disponível em: https://agencia.fapesp.br. Acesso em: 12 nov. 2025.

CAMERINI, F. J**. Modelagem cinética do cultivo de *Spirulina platensis* em reator tipo raceway. 2012.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) — Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande.

CHEN, C.-Y. et al. Enhancing CO_2 capture using microalgae in photobioreactors: recent advances and future directions. **Bioresource Technology,** v. 301, p. 122–130, 2020.

CHEN, X. et al. Phytohormone regulation improves microalgal growth and CO_2 fixation. **Plants,** v. 12, n. 5, p. 765, 2023.

CHISTI, Y. Biodiesel from microalgae. **Biotechnology Advances,** v. 25, p. 294–306, 2007.

KUMAR, K. et al. Industrial carbon capture using cyanobacterial systems. **Journal of CO_2 Utilization,** v. 37, p. 59–70, 2020.

LI, Q.; ZHOU, M. Moisture-swing CO_2 absorption coupled with microalgal cultivation for direct air capture. **arXiv preprint,** 2024.

ORES, J. C. et al. Extração e aplicação de anidrase carbônica de *Dunaliella tertiolecta* para captura de dióxido de carbono. **Boletim do Instituto de Oceanografia da FURG**, v. 60, n. 2, p. 45–59, 2012.

RAO, A. R. et al. Carbon sequestration by microalgae: mechanisms and applications. **Journal of Applied Phycology,** v. 33, p. 1323–1340, 2021.

RAVEN, J. A.; GIORDANO, M. **Microalgal biology, biochemistry and biotechnology:** carbon acquisition and assimilation. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

SINGH, J.; GUPTA, A. Algal biofilters for industrial CO_2 sequestration. **Renewable and Sustainable Energy Reviews,** v. 138, p. 110455, 2024.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69136

PERCEPÇÕES DE UM GRUPO DE MORADORES ACERCA DE TERMOS E AÇÕES RELACIONADAS A PRESERVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE

DANRLEY FERREIRA MORAES; JHENYFFE PANTOJA QUARESMA

RESUMO

No ano de 2025, o Brasil e especificamente o estado do Pará vivenciam a experiências da COP 30. A conferência que une diversas pessoas do mundo inteiro se propõe a discutir questões relacionadas ao cuidado, preservação do meio ambiente, sustentabilidade, mudanças climáticas e os impactos diretos na vida cotidiana. Tornar acessível as informações relacionadas preservação e práticas sustentáveis a toda a população é uma missão que devemos assumir a fim de sensibilizar as pessoas. Nesse viés, temos como seguinte pergunta de pesquisa: há compreensão de termos científicos e as interações ecológicas entre os moradores de uma comunidade no município de Igarapé-Miri/PA? O objetivo deste trabalho é analisar por meio de uma amostra o nível de compreensão de termos e informações científicas relacionadas às dinâmicas ecológicas entre moradores de um bairro do município de Igarapé-Miri/PA. A atividade de pesquisa foi desenvolvida no âmbito da disciplina 'os seres vivos: sociedade e o meio ambiente' ministrada no curso de ciências biológicas, da Universidade Federal do Pará, Polo Universitário de Igarapé-Miri. A atividade consistiu em coletar 10 questionários em um bairro do município de Igarapé-Miri, nordeste paraense, escolhido pela tutoria do curso. No geral, os participantes demonstram familiaridade parcial com os conceitos científicos ligados à ecologia, bem como práticas de preservação ambiental. A partir do exposto, reforçamos a necessidade da acessibilidade de informações a todos as pessoas, principalmente as quais não estão de forma ativa nos meios acadêmicos. Como proposta, apontamos que os órgãos sociais e instituições públicas mobilizem o acesso a informação e a formação continuada.

Palavras-chave: Ecologia, COP 30, Saberes.

1 INTRODUÇÃO

No ano de 2025, o Brasil e especificamente o estado do Pará vivenciam a experiências da COP 30. A conferência que une diversas pessoas do mundo inteiro se propõe a discutir questões relacionadas ao cuidado, preservação do meio ambiente, sustentabilidade, mudanças climáticas e os impactos diretos na vida cotidiana. São discussões necessárias que confirmam a urgência do debate ao nos depararmos diariamente com o aumento das temperaturas, fenômenos naturais intensos e/ou frequentes (Viveiros; Pinto e Cal, 2024).

Nada melhor que falar sobre essas temáticas do que na Amazônia, espaço territorial rico em biodiversidade (Costa; Alves, 2018), mas que sofre com o desmatamento, poluição, promessas de progresso, além da tomada dos espaços dos povos originários e comunidades tradicionais que em seus modos de vida, contribuem na preservação e conservação da natureza.

Apesar da ocorrência deste evento de magnitude, entende-se que mudanças de hábitos individuais já contribuem de alguma forma com cuidado do planeta Terra. Experiências simples como separar o lixo, não desperdiçar água, diminuir o consumismo, entre outros hábitos, são ações ensinadas desde a educação infantil e que devem ser contínuas no dia a dia (Leão, 2013).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69141

Tornar acessível as informações relacionadas preservação e práticas sustentáveis a toda a população é uma missão que devemos assumir a fim de sensibilizar as pessoas (Granzotto; Alves; Rocha, 2017).

Devemos realizar uma reflexão sobre nosso papel social no ambiente ou contexto no qual estamos inseridos, para discutirmos e também agirmos, diante de tantas problemáticas naturais e principalmente antrópicas que afetam a vida no planeta terra. Para isso, é preciso conhecer termos e as relações existentes na natureza e entre esta e homem. Nesse viés, temos como seguinte pergunta de pesquisa: há compreensão de termos científicos e as interações ecológicas entre os moradores de uma comunidade no município de Igarapé-Miri/PA? O objetivo deste trabalho é analisar por meio de uma amostra o nível de compreensão de termos e informações científicas relacionadas às dinâmicas ecológicas entre moradores de um bairro do município de Igarapé-Miri/PA.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A atividade de pesquisa foi desenvolvida no âmbito da disciplina ‘os seres vivos: sociedade e o meio ambiente’ ministrada no curso de ciências biológicas, da Universidade Federal do Pará, Polo Universitário de Igarapé-Miri. O período de pesquisa aconteceu entre os dias 11 e 13 do mês de maio de 2025. A atividade consistiu em coletar 10 questionários em um bairro do município de Igarapé-Miri, nordeste paraense, escolhido pela tutoria do curso. O bairro escolhido trata-se do condomínio Ticiano Miranda, fruto do programa Minha Casa, Minha Vida, do governo federal.

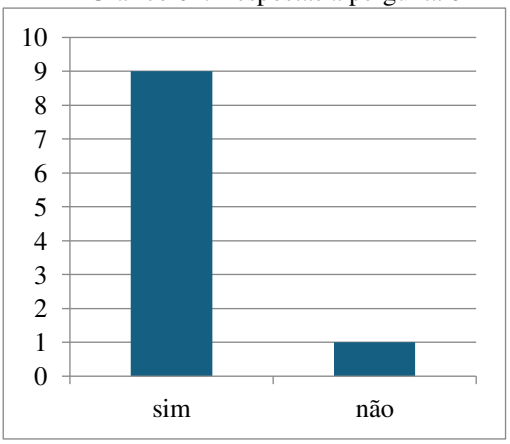
O questionário elaborado pelo professor formador da disciplina consiste em 10 perguntas semiestruturadas. Entre o público-alvo temos: 4 participantes com idades entre 10 e 20 anos, 2 participantes com mais 70 anos, 1 participante com idade entre 30 e 40 anos, 3 participantes com idade entre 40 e 50 anos. Nestes termos, esta pesquisa é concebida como quanti-qualitativa que segundo Creswell e Clark (2007) esta combinação irá ampliar o entendimento do objeto de estudo ao incluir diferentes perspectivas que contribuam para uma visão mais abrangente da questão analisada.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção serão apresentados os resultados coletados nos questionários. Iremos destacar com gráficos o quantitativo de respostas obtido pelos participantes em cada resposta.

A primeira pergunta feita aos participantes foi: Você sabe dizer qual é a importância do meio ambiente para a vida das pessoas? O gráfico 01 apresenta as repostas.

Gráfico 01: Respostas a pergunta 01



Fonte: Dados da Pesquisa, 2025

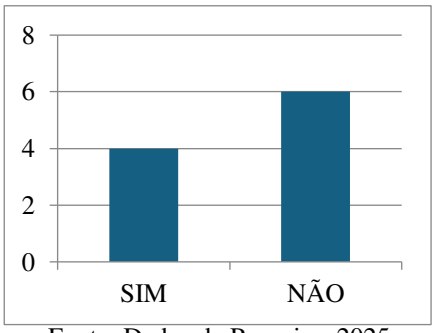
DOI: 10.51189/iv-bioesb/69141

ISSN: 2675-813X

O gráfico 01 apresenta que 90% dos participantes compreendem a função essencial do meio ambiente. Alguns participantes destacaram algumas dessas funções como: “Precisamos dele para viver”, “Sem ele não há vida!”, “É essencial para a qualidade de vida” e “é nossa casa comum, de onde tiramos recursos necessário!”

Apresentamos agora a pergunta número 02: Você sabe o que quer dizer o termo ecologia?

Gráfico 02: Respostas a pergunta 02

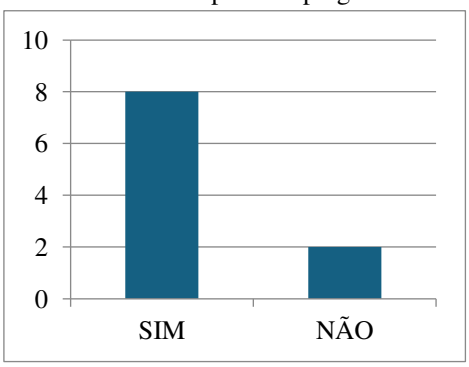


Fonte: Dados da Pesquisa, 2025

Embora 04 participantes afirmarem que compreendem o significado do termo ecologia, apenas um participante tentou expressar um conceito, o qual apresentamos no trecho a seguir: “Estudo das relações entre os seres vivos e o ambiente!”

A seguir a pergunta número 03: Você sabe o que é uma população animal ou vegetal?

Gráfico 03: Respostas a pergunta 03

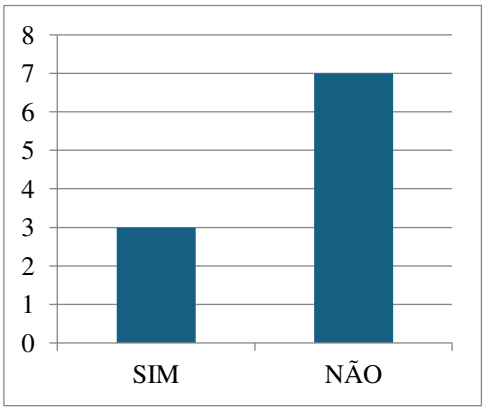


Fonte: Dados da Pesquisa, 2025

Sobre a resposta acima, o índice de respostas negativas causou certo estranhamento, em decorrência de se tratar de uma pergunta com alto grau de naturalidade. Depreendemos que a palavra “população” antes dos termos animal e vegetal causou alguma dificuldade na compreensão por parte dos participantes.

A pergunta número 04 investiga: Você sabe dizer o que é um ecossistema?

Gráfico 04: Respostas a pergunta 04



Fonte: Dados da Pesquisa, 2025

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69141

Entre as respostas apenas um participante apresentou um conceito: “É o conjunto de seres vivos e elementos do ambiente que ocupam um certo lugar”. Destacamos que os informantes revelam compreender, mas apresentam dificuldades em conceituar. Nesta pergunta tivemos um índice maior de participantes que não conhecem o significado do termo cientifico.

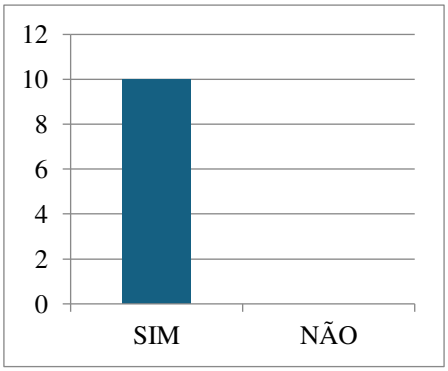
Na pergunta 05: Você sabe o que é um habitat? 80% dos participantes definiram como o local onde o animal reside. Novamente, acreditamos que o termo não faz parte do cotidiano dos participantes.

Gráfico 05: Respostas a pergunta 05

Fonte: Dados da Pesquisa, 2025

A pergunta de número 06 traz unanimidade nas respostas dos participantes: Você acha que o meio ambiente está sendo castigado pelo ser humano?

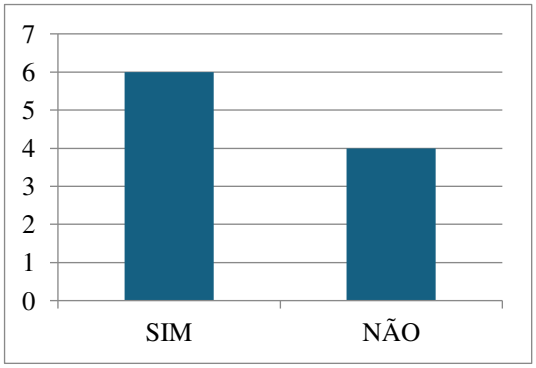
Gráfico 06: Respostas a pergunta 06



Fonte: Dados da Pesquisa, 2025

Podemos destacar que os participantes compreendem os impactos das ações humanas no dia a dia e que sofrem com consequências, a exemplo das altas temperaturas, queimadas, etc. Assim, é importante que saibam sobre ações e técnicas pautadas na preservação e sustentabilidade. Nesse viés, a pergunta número 07 investiga: Você sabe o que é Gestão Ambiental?

Gráfico 07: Respostas a pergunta 07



Fonte: Dados da Pesquisa, 2025

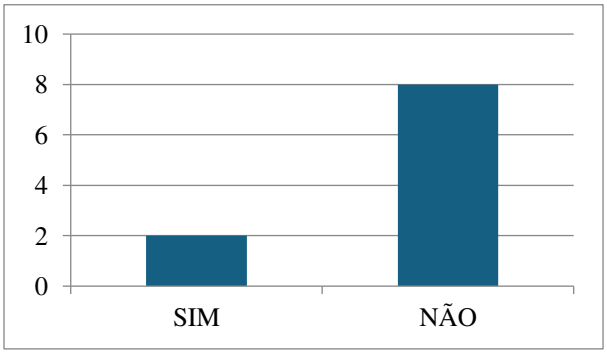
DOI: 10.51189/iv-bioesb/69141

Entre os participantes que tentaram conceituar a resposta destacamos as seguintes respostas: “administração ambiental”, “organização dos espaços”, “fiscalização no período que não pode pescar”, “conhecimento do meio ambiente”. É possível perceber pequenos traços da compreensão dos conceitos, sendo um exemplo apresentado como conceito (fiscalização no período do defeso).

Apresentamos agora pergunta número 08: Na sua opinião, quais são as maiores deficiências do seu bairro em relação ao meio ambiente saudável, ou seja, para o senhor (ou senhora) o que está faltando no seu bairro para que haja um meio ambiente saudável? Nas respostas foram apresentadas as seguintes palavras: SEGURANÇA, MENOS CONCRETAGEM, ARBORIZAÇÃO, LIXEIRAS, MACRODRENAGEM, HIGIENE DOS MORADORES, COLETA DE LIXO, CONSCIENTIZAÇÃO, sendo esta última em uma frequência de 03 respostas.

Todas as respostas podem estar relacionadas a temática da preservação e cuidado com o meio ambiente. Algumas dessas ações podem ser realizadas de maneira individual e contribuem de maneira efetiva com a organização dos espaços em que vivem. Embora tenham destacado algumas ações importantes, os participantes não realizam uma ação básica que é a reciclagem, conforme vemos na pergunta 09: Você pratica reciclagem de algum tipo de material?

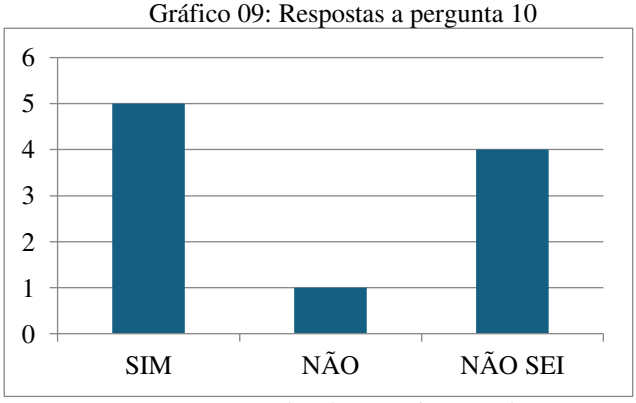
Gráfico 08: Respostas a pergunta 09



Fonte: Dados da Pesquisa, 2025

A última pergunta refere-se a perspectivas futuras com relação a preservação e sustentabilidade do planeta. Vemos a seguir a pergunta: Você acha que há a possibilidade de mudar ou transformar o meio ambiente para melhor?

Gráfico 09: Respostas a pergunta 10



Fonte: Dados da Pesquisa, 2025

Podemos destacar no gráfico a incerteza e também falta de otimismo em 50% dos participantes e 50% confiam na possibilidade de mudanças e transformação do meio ambiente em um espaço mais habitável e harmonioso.

Com base nos dados apresentados, podemos inferir que os entrevistados desconhecem os termos apresentados em sua maioria. Assim como no contexto de sala de aula, é necessário que o conhecimento seja acessibilizado e contextualizado ao cotidiano das pessoas, de modo

que faça sentido e facilite a aprendizagem (Duré; Andrade; Abílio, 2018). Desse modo, deve haver mais atividades de socialização do conhecimento cientifico para que a população em geral tenha acesso a informações necessárias e assim compreender práticas de gestão e manejo sustentável entre outros.

No geral, os participantes demonstram familiaridade parcial com os conceitos científicos ligados à ecologia, bem como práticas de preservação ambiental. Esse vazio de saber não é apenas um problema de informação, mas evidencia a fragilidade da formação de uma consciência ecológica crítica e atuante, que venha desperta-los a curiosidade e o interesse em defender a vida do planeta. De acordo com Carvalho; Alves e Santos "é necessário garantir a essa parte da população, acesso à informação em linguagem adequada, contribuindo para o desenvolvimento da consciência de cada para refletir sobre as questões ambientais (2021, p. 372)". A educação ambiental é necessária na contemporaneidade.

4 CONCLUSÃO

A partir do exposto, reforçamos a necessidade da acessibilidade de informações a todos as pessoas, principalmente as quais não estão de forma ativa nos meios acadêmicos. Como proposta, apontamos que os órgãos sociais e instituições públicas mobilizem o acesso a informação e a formação continuada. Justificamos que a educação ambiental seja um pilar na sociedade, proporcionando sensibilização e reflexão, contribuindo para que as pessoas tenham um olhar crítico diante das situações e realidade que prejudicam preservação e a sustentabilidade do planeta.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, JÉSSICA VINHÁTICO DE; ALVES, LAÍS; SANTOS, ANDREA KARLA ALMEIDA DOS. Educação Ambiental e popularização do conhecimento: percepção de estudantes sobre uma Unidade de Conservação na Bahia. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA),** [S. l.], v. 16, n. 5, p. 356–376, 2021.

COSTA, J. F. V. DA; ALVES, N. S. M. Os recursos estratégicos da Amazônia brasileira e a cobiça internacional. **Revista Perspectiva: reflexões sobre a temática internacional**, v. 11, n. 20, p. 65–86, 25 set. 2018.

CRESWELL, JOHN W.; CLARK, VICKI L. **Pesquisa de métodos mistos.** Porto Alegre: Penso, 2007.

DURÉ, Ravi Cajú; ANDRADE, Maria José Dias de; ABÍLIO, Francisco José Pegado. Ensino de Biologia e Contextualização do Conteúdo: Quais Temas o Aluno de Ensino Médio Relaciona com o seu Cotidiano? **Experiências em ensino de ciências**, v. 13, n. 1, p. 259-272, 2018.

GRANZOTTO, I.; ALVES, L.; ROCHA, M. A internet na sociedade da informação: promovendo a sustentabilidade e protegendo o meio ambiente. In: **Congresso Internacional de Direito e Contemporaneidade: mídias e direitos da sociedade em rede**. 2017.

LEÃO, MARCELO F. A busca por hábitos sustentáveis na sociedade do consumo. **Revista Científica ANAP** Brasil, p. 01-18, 2013.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69141

ISSN: 2675-813X

VIVEIROS, ÉLICA; DE OLIVEIRA PINTO, DANIELE; CAL, EYDER CAIO. Mudanças climáticas: O debate científico e a importância de uma Educação Ambiental Transformadora. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, v. 10, n. 2, 2024.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69141

ECOLOGIA ALIMENTAR DO CARCARÁ (*Caracara plancus*) NO BRASIL: UMA ANÁLISE BASEADA EM CIÊNCIA CIDADÃ

YASMIM VICTÓRIA SILVA DE SOUSA; WESLEY CAMPOS GOMES; WILLIAM MATHEUS COELHO RODRIGUES; ADRIANI HASS

RESUMO

Este estudo investigou a ecologia alimentar do carcará (*Caracara plancus*) a partir de registros fotográficos disponíveis na plataforma de ciência cidadã WikiAves, abrangendo o período de 2005 a 2022. Foram triados 289 registros associados a comportamento alimentar, dos quais 132 continham itens alimentares identificáveis. A dieta apresentou ampla variedade, composta predominantemente por vertebrados (92,42%) e incluindo aves, mamíferos, répteis, anfíbios, peixes, além de invertebrados, ovos e itens vegetais. A composição taxonômica diferiu significativamente da distribuição uniforme esperada ($\chi^2 = 86,60$; $p < 0,001$), sugerindo consumo não aleatório. As estratégias de obtenção da presa revelaram predominância de predação ativa (82,79%), associada a captura de presas adultas, enquanto o consumo de carcaças, ovos e filhotes ocorreu de modo oportunística. O modelo GLM quasi-Poisson não detectou diferenças significativas entre estratégias ($F = 0,479$; $p = 0,6997$), o que pode reforçar a flexibilidade no uso de diferentes recursos. A presença de itens vegetais e de origem antropogênica demonstra plasticidade comportamental em ambientes urbanizados, sugerindo que a espécie pode explorar recursos suplementares nesses contextos. O uso de plataformas colaborativas mostrou-se eficaz para documentar a dieta de raptores neotropicais, destacando o potencial da ciência cidadã para pesquisas ecológicas de ampla escala.

Palavras-chave: plasticidade alimentar; WikiAves; raptores neotropicais.

1 INTRODUÇÃO

O carcará (*Caracara plancus*) é uma ave de rapina amplamente distribuída em ambientes abertos e semiabertos da região neotropical, ocorrendo tanto em áreas naturais, como savanas, campos e margens de rios, quanto em paisagens antropizadas, como pastagens manejadas, áreas agrícolas e bordas de rodovias (Morrison & Dwyer, 2023). A similaridade estrutural entre esses ambientes, marcada por vegetação de baixa estatura e disponibilidade de poleiros isolados, favorece sua presença e expansão em paisagens abertas e modificadas no Brasil e em outros países sul-americanos (Lima et al., 2022).

No imaginário popular, reforçado por expressões culturais como a canção *Carcará* (de autoria de João do Vale e José Cândido, 1965), a espécie é associada a um predador oportunista de ambientes alterados. Esse estereótipo é parcialmente corroborado pela literatura científica, que descreve o carcará como um raptor dotado de múltiplas estratégias de forrageamento, incluindo captura ativa de presas e exploração de recursos disponibilizados por atividades humanas (Sazima, 2007). Sua dieta inclui vertebrados terrestres e aquáticos, invertebrados de diferentes grupos, frutos de palmeiras e carcaças consumidas de forma facultativa (Vargas et al., 2007; Morrison & Dwyer, 2023).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69147

Estudos quantitativos também sugerem variações regionais e sazonais na composição alimentar da espécie, com predomínio de insetos em alguns locais e maior participação de vertebrados vivos ou carniça em outros (Morrison & Pias, 2006; Vargas et al., 2007; Teixeira, 2021). Esses padrões indicam plasticidade trófica e sugerem adaptações a diferentes contextos ecológicos e níveis de antropização.

Embora a ecologia alimentar do carcará tenha sido investigada por meio de técnicas tradicionais, como a análise de conteúdo estomacal e regurgitos, métodos eficazes para detectar itens pequenos e fragmentados de difícil observação em campo, essa metodologia não permite identificar a presa ainda integra (ou parcialmente) nem o comportamento associado à sua obtenção. Registros fotográficos, por sua vez, registram presas inteiras no bico ou nas garras, possibilitando a documentação direta de estratégias de captura, manipulação e consumo.

E dentro deste contexto, as plataformas de ciência cidadã formam um acervo complementar, reunindo imagens capazes de registrar presas visíveis e aspectos comportamentais em ampla escala espacial, ampliando a representatividade dos dados disponíveis para a espécie. Assim, este estudo teve como objetivo caracterizar qualitativamente os itens alimentares consumidos por *C. plancus* a partir de uma análise sistemática de fotografias do WikiAves, explorando o potencial da ciência cidadã para investigações em ecologia trófica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para avaliar a composição da dieta de *Caracara plancus*, foram analisados registros fotográficos disponíveis na plataforma de ciência cidadã WikiAves. A obtenção dos dados foi realizada por meio da ferramenta Busca Avançada, selecionando-se a espécie *Caracara plancus*, as categorias “Conteúdo da foto: Alimento” e “Ação principal flagrada: Alimentando-se/Caçando”, de forma a incluir apenas registros associados ao consumo ou captura de presas. Foram compilados todos os registros disponíveis no período compreendido entre 04 de novembro de 2005 e 03 de julho de 2022, independentemente da localização geográfica.

Cada registro foi inspecionado individualmente para identificar o item consumido e classificá-lo quanto: (1) ao tipo de alimento (animal ou não animal); (2) à estratégia de obtenção (predação ativa, consumo de carcaça, consumo de ovos ou consumo de filhotes); e (3) ao grupo taxonômico do item ingerido. Itens vegetais, lixo e fezes foram considerados recursos não animais e não foram incluídos nas análises, assim como registros taxonomicamente indeterminados, a fim de evitar inferências incorretas sobre comportamento alimentar. Foram excluídas imagens duplicadas, de baixa resolução ou sem alimento visível, conforme detalhado no fluxograma de triagem (Figura 1).

Com o objetivo de verificar se o consumo de cada categoria ocorreu de maneira proporcional ou indicou seleção, foram aplicados testes de aderência do qui-quadrado (χ^2), comparando-se as frequências observadas com distribuições uniformes esperadas. Nos testes envolvendo apenas duas categorias (animal e não animal), a correção de continuidade de Yates não foi aplicada, pois ambas as frequências foram superiores a cinco. Os testes foram realizados no software R (versão 4.4.1), utilizando a função chisq.test() do pacote base, e as visualizações gráficas foram elaboradas com o pacote ggplot2 (Wickham, 2016).

Para verificar se as diferentes estratégias de obtenção de alimento contribuíram de forma desigual para a dieta de *Caracara plancus*, foram utilizados Modelos Lineares Generalizados (GLM), tendo como variável resposta a contagem de itens alimentares e como variável preditora a estratégia de obtenção. O modelo foi ajustado com distribuição quasi-Poisson, adequada para dados de contagem sobredispersos. As comparações entre categorias foram realizadas por meio de estimativas marginais (EMMs) com intervalos de confiança de 95%, calculadas pelo pacote emmeans (Lenth, 2024). A preparação e recodificação das bases de dados foi conduzida com

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69147

suporte do pacote dplyr (Wickham et al., 2023), e a construção dos gráficos finais com estimativas ajustadas foi realizada no ggplot2.

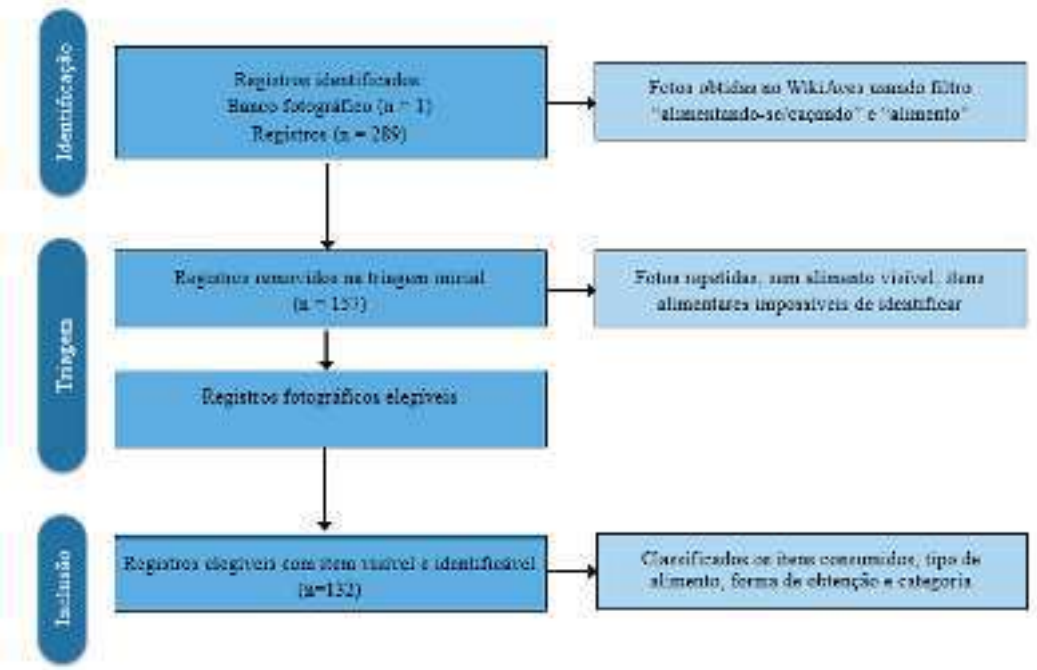


Figura 1: Fluxograma de triagem dos registros fotográficos utilizados na análise da dieta de *Caracara plancus*.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de 132 itens alimentares demonstrou que *Caracara plancus* consome predominantemente presas de origem animal, correspondendo a 92,42% dos recursos alimentares registrados. Itens vegetais (3,79%) e materiais de origem antropogênica, como lixo (3,03%) e fezes (0,76%), ocorreram apenas de modo suplementar. Esse padrão confirma o caráter eminentemente carnívoro da espécie, embora com flexibilidade trófica para explorar recursos alternativos em ambientes antropizados, conforme já relatado em outras regiões da América do Sul (Travaini et al., 2001; Vargas & Bó, 2007).

O teste de aderência rejeitou a hipótese de consumo proporcional entre itens animais e não animais ($\chi^2 = 95,03$; $p < 0,001$), indicando preferência alimentar por recursos de origem animal, esperado para um falcão. A baixa representatividade de itens vegetais, embora não dominante, reforça a plasticidade alimentar do carcará, frequentemente associada à exploração oportunística de paisagens modificadas pelo ser humano (Sazima, 2007; Fitzsimons & Leighton, 2021).

A diversidade taxonômica das presas incluiu oito categorias, com predominância de aves (35,43%), mamíferos (19,69%) e peixes (16,54%), seguidos por répteis (8,66%), anfíbios (6,30%), invertebrados (5,51%), plantas (3,94%) e ovos (2,36%) (Figura 2). A composição diferiu significativamente de uma distribuição uniforme ($\chi^2 = 86,60$; $p < 0,001$), sugerindo seleção alimentar direcionada a vertebrados, sobretudo aves e mamíferos. A incidência de roedores e serpentes, em especial, indica possível papel ecológico da espécie no controle de organismos sinantrópicos, cuja proliferação está associada a riscos sanitários em áreas urbanas (SBMT, 2025). Já o consumo de resíduos orgânicos evidencia a exploração de recursos derivados da atividade humana, favorecendo sua permanência em ambientes antropizados, mas também expondo a riscos, como contaminação e atropelamentos (Orozco-Valor et al., 2024; Stocker, 2019).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69147

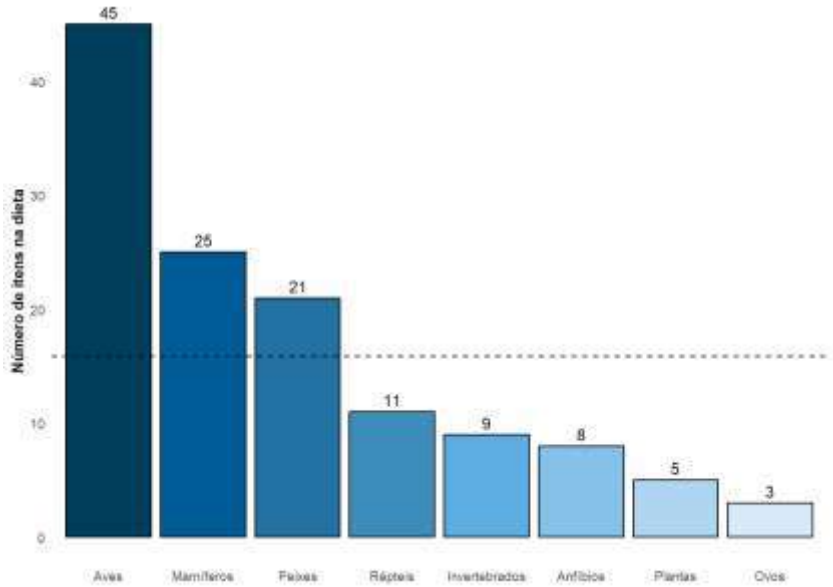


Figura 2: Composição taxonômica da dieta de *Caracara plancus* registrada a partir de 132 itens alimentares identificados em fotografias do WikiAves (2005 a 2022). A linha pontilhada representa a frequência esperada sob uma distribuição uniforme entre as oito categorias alimentares analisadas. Observa-se predominância de aves, mamíferos e peixes, indicando seleção não aleatória de recursos ($\chi^2 = 86,60$; $p < 0,001$).

Considerando que a predação, em sentido trófico, envolve exclusivamente a captura e consumo de organismos animais, as análises de estratégias de obtenção foram restritas aos 122 itens animais. A maioria dos alimentos foi obtida por predação ativa (82,79%), enquanto carcaças corresponderam a 8,20%, ovos a 2,46% e filhotes a 1,64% (Figura 3). A diferença significativa entre as frequências observadas e a distribuição uniforme esperada ($\chi^2 = 135,24$; $p < 0,001$) demonstra predominância de captura direta de presas, contrastando com a percepção popular de que o carcará se alimenta principalmente de carniça. A exploração de ninhos, ovos e filhotes observada neste estudo também já foi relatada em contextos regionais similares (Vargas & Bó, 2007; Formoso et al., 2024).

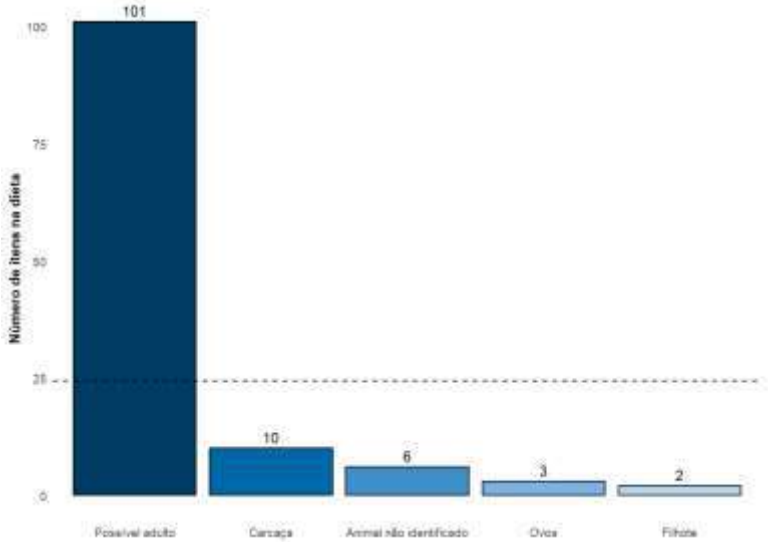


Figura 3: Estratégias de obtenção do alimento registradas para *Caracara plancus* com base em 122 itens do WikiAves (2005 a 2022). A linha pontilhada representa a frequência esperada sob distribuição uniforme, com predominância de predação ativa de presas adultas, significativamente superior às demais formas de obtenção ($\chi^2 = 135,24$; $p < 0,001$).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69147

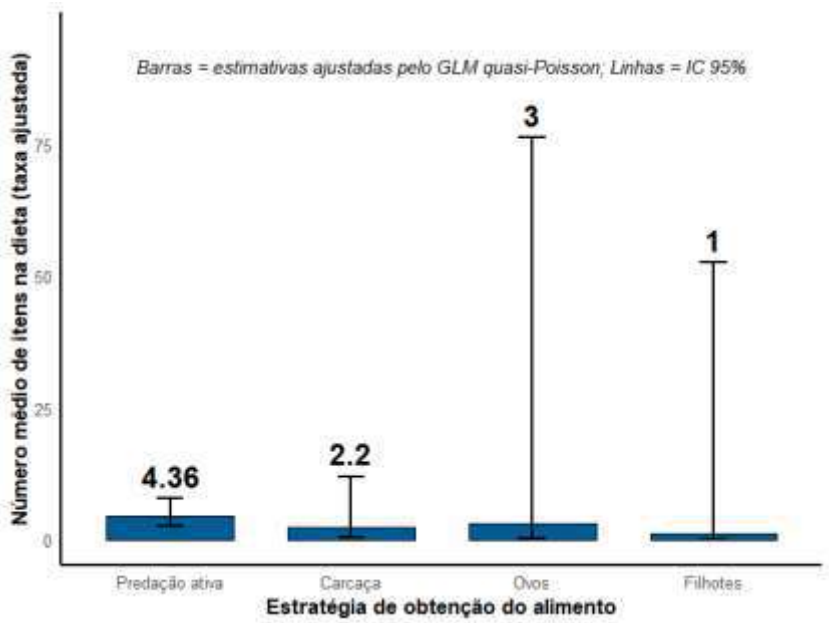
ISSN: 2675-813X

A análise indicou que *Caracara plancus* utiliza predominantemente predação ativa como forma de obtenção do alimento. Entre os 122 itens animais registrados, a captura direta de presas adultas apresentou a maior taxa média ajustada pelo modelo ($\bar{x}$ = 4,36 itens), enquanto o consumo de carcaças ($\bar{x}$ = 2,2 itens) e ovos ($\bar{x}$ = 3 itens) ocorreu com menor frequência. O consumo de filhotes, embora presente, foi a categoria menos representativa ($\bar{x}$ = 1 item) (Figura 4). Apesar dessas diferenças aparentes, o modelo GLM quasi-Poisson não detectou variação estatisticamente significativa entre as estratégias analisadas (F = 0,479; p = 0,6997). Os intervalos de confiança amplos associados ao consumo de ovos e filhotes indicam baixa representatividade dessas categorias, sugerindo exploração eventual desses recursos, sem caracterizar fonte alimentar constante.

Esses resultados reforçam que, embora o carcará apresente plasticidade alimentar, a predação direta sobre vertebrados constitui a estratégia central de obtenção do alimento, enquanto carcaças e ovos representam recursos oportunísticos, explorados de acordo com a disponibilidade ambiental, mas sem indicar preferência alimentar.

Os resultados indicam que *Caracara plancus* apresenta ampla plasticidade alimentar, explorando diferentes recursos animais e, em menor proporção, itens vegetais e materiais de origem antropogênica. A predominância de vertebrados como presas, especialmente aves, mamíferos e peixes, reforça o caráter essencialmente carnívoro já destacado na literatura, que descreve a espécie como predadora oportunista de alto espectro trófico (Travaini et al., 2001; Vargas & Bó, 2007). Ainda que a predação direta tenha sido a principal estratégia observada, o uso eventual de carcaças e ovos confirma sua capacidade de explorar recursos de alta disponibilidade energética, como também documentado em outras regiões da América do Sul (Formoso et al., 2024; Vargas & Bó, 2007).

O registro de itens vegetais, embora minoritário, revela comportamento facultativo que pode ser favorecido em áreas onde presas animais são menos acessíveis, como apontado para raptores neotropicais (Fitzsimons & Leighton, 2021). Já o consumo de resíduos orgânicos associados à atividade humana indica flexibilidade trófica em ambientes urbanos, mas pode expor a espécie a riscos, como atropelamentos e contaminação por substâncias tóxicas (Orozco-Valor et al., 2024; Stocker, 2019). Ainda assim, a presença de roedores e serpentes na dieta sugere contribuição potencial para o controle de vertebrados sinantrópicos de relevância sanitária (SBMT, 2025), o que reforça a importância ecológica do carcará em paisagens intensamente modificadas.



DOI: 10.51189/iv-bioesb/69147

Figura 4: Estratégias de obtenção de alimento registradas para *Caracara plancus* com base em registros de ciência cidadã (WikiAves). As barras representam as estimativas ajustadas do número médio de itens consumidos por categoria, obtidas por modelo linear generalizado (GLM) com distribuição quasi-Poisson, e as linhas verticais correspondem aos intervalos de confiança de 95% (IC 95%). As médias indicam as taxas ajustadas previstas para cada estratégia: predação ativa ($\bar{x}$ = 4,36), carcaça ($\bar{x}$ = 2,2), ovos ($\bar{x}$ = 3) e filhotes ($\bar{x}$ = 1).

4 CONCLUSÃO

A análise de registros fotográficos do WikiAves se mostrou uma ferramenta útil para caracterizar a ecologia alimentar do carcará (*Caracara plancus*), registrando sua elevada plasticidade trófica. Foram identificadas 11 categorias alimentares, corroborando o comportamento generalista da espécie. A dieta foi composta majoritariamente por itens de origem animal, com destaque para aves e mamíferos, enquanto o consumo de répteis e roedores reforça o potencial do carcará como agente de controle biológico em ambientes antropizados. A presença de itens vegetais, carcaças e materiais de origem humana demonstra flexibilidade comportamental, característica que favorece a persistência da espécie em paisagens urbanas e modificadas. Diferentes estratégias alimentares não variam significativamente em frequência de ocorrência (indicado pelo modelo GLM), sugerindo que o carcará utiliza múltiplas táticas (predação ativa, necrofagia, consumo de ovos e captura de filhotes) de forma oportunista. Contudo, limitações inerentes à análise de imagens, como a sub-representação de presas pequenas, a dificuldade em quantificar biomassa ingerida e a distinção imprecisa entre captura e consumo de carcaças, devem ser consideradas.

Estudos futuros que ampliem a abordagem integrando diferentes plataformas de ciência cidadã, como eBird, iNaturalist e redes regionais de monitoramento, podem aumentar a representatividade espacial e temporal dos registros alimentares. A incorporação de múltiplas bases pode reduzir vieses de amostragem, possibilitar comparações entre biomas e revelar variações regionais ou sazonais no comportamento trófico da espécie. Mesmo com limitações inerentes ao uso exclusivo de imagens, este estudo reforça que a flexibilidade alimentar constitui um elemento-chave para o sucesso ecológico do *Caracara plancus* em ambientes em constante transformação.

REFERÊNCIAS

FITZSIMONS, J. A.; LEIGHTON, Jack. Frugivory in raptors: new observations from Australia and a global review. **Birds**, v. 2, n. 4, p. 338-350, 2021.

FORMOSO, A. E. et al. Predation by Crested Caracaras (*Caracara plancus*) on nests of the endemic White-headed Steamer-Ducks (*Tachyeres leucocephalus*). **Journal of Raptor Research**, v. 58, n. 2, p. 235-240, 2024.

LENTH, Russell V. **emmeans: Estimated Marginal Means, aka Least-Squares Means.** R package version 2.0, 2024.

LIMA, H. S. et al. Adaptation of Crested Caracaras (*Caracara plancus*) to urban environments: first report of a nest made of human-made materials. **Journal of Raptor Research**, v. 56, n. 3, p. 365-370, 2022.

MORRISON, J. L.; DWYER, J. F. **Crested Caracara (*Caracara plancus*).** In: SLY, N. D. (ed.). Birds of the World. Ithaca: Cornell Lab of Ornithology, 2023.

MORRISON, J. L.; PIAS, K. E. Assessing the vertebrate component of the diet of Florida's Crested Caracaras (*Caracara cheriway*). **Florida Scientist**, v. 69, n. 1, p. 36-43, 2006.

OROZCO-VALOR, P. M.; ZANÓN-MARTÍNEZ, J. I.; SARASOLA, J. H. Temporal and age-dependent patterns of road-killed raptors in Argentina. **Journal of Raptor Research**, v. 58, n. 2, p. 229-234, 2024.

SAZIMA, I. Natural history of the South American bird *Caracara plancus*: opportunistic predation and scavenging. **Revista Brasileira de Ornitologia**, v. 15, n. 4, p. 551-558, 2007.

STOCKER, J.. **O impacto da contaminação aeroportuária em aves de rapina.** 2019. Dissertação (Mestrado em Avaliação de Impactos Ambientais) — Universidade La Salle, Canoas, 2019.

TEIXEIRA, C. de P. **Ecologia de *Caracara plancus*:** implicações para o manejo populacional e redução de ocorrências no aeroporto de Uberlândia-MG. 2021. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais) — Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021.

TRAVAINI, A. et al. Food habits of the Crested Caracara (*Caracara plancus*) in the Andean Patagonia: the role of breeding constraints. **Journal of Arid Environments**, v. 48, n. 2, p. 211-219, 2001.

VARGAS, R. J.; BÓ, M. S.; FAVERO, M.. Diet of the Southern Caracara (*Caracara plancus*) in Mar Chiquita Reserve, southern Argentina. **Journal of Raptor Research**, v. 41, n. 2, p. 113-121, 2007.

WICKHAM, Hadley et al. **dplyr: A Grammar of Data Manipulation.** R package version 1.1.4, 2023.

WICKHAM, Hadley. **ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis.** New York: Springer-Verlag, 2016.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69147

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

A DISPUTA EM TORNO DO CONCEITO DE ESCOLAS SUSTENTÁVEIS: UMA PESQUISA NO CAMPO DAS POLÍTICAS PÚBLICAS E NO MERCADO PRIVADO

ROSIANE DE OLIVEIRA DA FONSECA SANTOS; RAFAEL NOGUEIRA COSTA

Introdução: A atual crise ambiental, marcada pelo uso irracional dos recursos naturais, impõe a sustentabilidade como uma necessidade urgente. Neste cenário, a Educação Ambiental (EA) e as Políticas Públicas emergem como ferramentas fundamentais para reestruturar a relação entre sociedade e meio ambiente. No entanto, a formulação dessas políticas não é neutra, sendo permeada por conflitos de interesses e pela atuação de diversos atores políticos, incluindo o setor empresarial e fundações privadas que buscam influenciar a agenda educacional brasileira.**Objetivo:** O objetivo geral da pesquisa de doutorado em andamento é compreender como se constituem o conceito, o contexto e as ações das Escolas Sustentáveis no Brasil e no exterior. Especificamente, busca-se analisar a EA como política pública, investigar a apropriação do conceito de sustentabilidade por diferentes atores (ONGs, empresas e governo), comparar experiências escolares no Brasil e na Colômbia e ressaltar a importância da formação docente socioambiental. **Metodologia:** A pesquisa adota uma abordagem qualitativa e descritiva, fundamentada na "Abordagem do Ciclo de Políticas" de Stephen J. Ball. Os procedimentos incluem levantamento bibliográfico, análise documental e um estudo de caso comparativo em duas instituições de ensino (Brasil e Colômbia). A coleta de dados utiliza questionários, entrevistas e análise de documentos oficiais (PPP, currículos), visando interpretar os múltiplos contextos da produção e prática das políticas.**Resultados:** A análise teórica indica uma forte influência do empresariado (Fundações Itaú, Lemann, Roberto Marinho) nas diretrizes do MEC e na gestão escolar. Identifica-se que, apesar de marcos legais robustos como a PNEA e o Programa Nacional de Escolas Sustentáveis (PNES), a implementação prática enfrenta desafios financeiros, organizacionais e de formação docente. A educação ambiental muitas vezes fragmentada contrasta com a necessidade de uma abordagem interdisciplinar e crítica. **Conclusão:** Conclui-se que as Escolas Sustentáveis são espaços políticos de disputa e resistência. A efetivação de uma educação para a justiça socioambiental depende não apenas de marcos regulatórios, mas de uma formação de professores crítica e contínua, capaz de integrar currículo, gestão e espaço físico, superando a lógica capitalista predatória em prol de uma cultura de sustentabilidade.

Palavras-chave: **EDUCAÇÃO AMBIENTAL; POLITICAS PÚBLICAS; ESCOLA SUSTENTÁVEL**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69159

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

VISITA TÉCNICA AO HOSPITAL E POLICLÍNICA: UMA ESTRATÉGIA DIDÁTICO-PEDAGÓGICA PARA O ENSINO DE BIOLOGIA

STÉFFANE LORENA MARTINS DA SILVA; MARCELO AUGUSTO FILARDI

RESUMO

A visita técnica realizada pelos estudantes do 3º ano da Escola Estadual Senador Francisco Nunes Coelho à Policlínica e Hospital Dia Univida teve como finalidade integrar os conteúdos de Fisiologia Humana, com ênfase em Genética, às práticas profissionais de saúde, possibilitando aos alunos compreender, de maneira contextualizada, a aplicação dos conhecimentos científicos no ambiente hospitalar. O trabalho teve como objetivo promover uma experiência formativa que relacionasse teoria e prática, favorecendo a compreensão dos processos diagnósticos, laboratoriais e de imagem, bem como dos protocolos de segurança e das rotinas operacionais dos setores visitados. A metodologia adotada fundamentou-se em uma abordagem ativa, iniciada por aulas teóricas preparatórias, seguidas de um roteiro organizado que distribuiu os estudantes em grupos para visitação aos diversos setores do hospital, como o laboratório de análises clínicas, o setor de imagem, a sala de triagem e o bloco cirúrgico. Durante a atividade, os alunos acompanharam procedimentos técnicos, observaram equipamentos de alta complexidade e participaram de uma prática de tipagem sanguínea, permitindo a aplicação direta de conceitos relacionados a grupos sanguíneos, herança genética e compatibilidade transfusional. Os resultados evidenciaram alto engajamento e interesse dos participantes, refletidos nas observações realizadas, nas perguntas dirigidas aos profissionais e no entusiasmo demonstrado diante das explicações e demonstrações. O questionário aplicado posteriormente demonstrou ampla aceitação da atividade e reforçou seu impacto pedagógico, indicando que as ausências ocorreram por fatores externos à proposta educativa. A experiência mostrou-se eficaz na promoção de uma aprendizagem significativa, estimulando a curiosidade científica, o pensamento crítico e o interesse por carreiras na área da saúde. Conclui-se que a visita técnica constituiu um instrumento pedagógico relevante para a consolidação de conhecimentos biológicos, o fortalecimento da relação entre escola e comunidade e a valorização do potencial das práticas interdisciplinares e das vivências concretas no processo de formação acadêmica dos estudantes do ensino médio.

Palavras-chave: Aprendizagem; Espaço não formal; Metodologia ativa.

1 INTRODUÇÃO

A principal característica para definir um espaço não formal de ensino é a de que ele não faz parte do sistema formal de educação, ou seja, não é um ambiente tradicional onde

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69163

ocorrem práticas educativas, mas que, eventualmente, pode ser usados para a realização de atividades com finalidade de aprendizagem (MOREIRA; PLESE; SANCHES, 2024).

Como parte do projeto de visita técnica, alunos do 3º ano da E. E. Senador Francisco Nunes Coelho tiveram a oportunidade de conhecer o funcionamento da Policlínica e Hospital Dia Univida. Na ocasião da visita, os estudantes conheceram diversos setores cruciais do hospital, incluindo o departamento de imagem, o laboratório de análises clínicas, o bloco cirúrgico e a sala de triagem.

O evento proporcionou aos alunos uma vivência prática complementar aos conteúdos estudados em sala de aula, especialmente aqueles relacionados à Genética e Fisiologia Humana, por meio da observação e da interação com setores essenciais de um ambiente hospitalar, reforçando a importância do conhecimento científico para a promoção da saúde e o bem-estar da população.

2 RELATO DE EXPERIÊNCIA

Este relato resulta das atividades que desenvolvi como licencianda do Curso de Ciências Biológicas do Instituto Federal de Minas Gerais, Campus São João Evangelista no âmbito do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID). O PIBID, coordenado pela CAPES, busca proporcionar aos licenciandos experiências práticas em escolas da educação básica, fortalecendo nossa formação docente e contribuindo para a melhoria da qualidade do ensino (CAPES, 2025). A Escola Estadual Francisco Nunes Coelho atuou como parceira ao receber os licenciandos do IFMG-SJE e disponibilizar o espaço para as atividades. Durante a visita técnica, foi possível aplicar conhecimentos teóricos na prática, interagir com os estudantes e compreender melhor a dinâmica escolar, fortalecendo a formação proporcionada pelo PIBID.

A visita técnica à Policlínica e Hospital foi baseada em uma abordagem pedagógica ativa e experiencial, visando promover o aprendizado significativo dos alunos por meio da vivência prática em um ambiente de saúde. A Policlínica e Hospital Dia Univida está localizada na cidade de Guanhães, situada no Vale do Rio Doce, Minas Gerais. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município possui uma população de

32.244 moradores (2022) e Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,686 (IBGE, 2025).

A atividade foi realizada com estudantes da Escola Estadual Senador Francisco Nunes Coelho, em Guanhães-MG, que atende cerca de 680 alunos do ensino básico. A visita técnica ocorreu com as turmas do 3º ano do Ensino Médio e teve duração de três horas.

Após a confirmação da visita técnica e das atividades práticas no hospital, foi elaborado um projeto detalhado, acompanhado dos termos de autorização para participação, coleta de sangue e uso de imagem, a proposta foi submetida à direção da escola e à Superintendência da rede estadual para alinhamento do cronograma, definição dos objetivos e obtenção das autorizações oficiais.

Antes da visita, os alunos dos 3os anos, que contam com cerca de 40 estudantes em cada turma, foram preparados com uma aula teórica sobre os conteúdos de Genética e noções básicas sobre Fisiologia Humana, com ênfase em temas como a tipagem sanguínea, os componentes do sangue, a importância do sistema circulatório e os exames realizados em hospitais e noções de Microbiologia, incluindo a presença de microrganismos, as formas de contaminação e a relevância das práticas de higiene, controle de infecções e assepsia em ambientes de saúde. Essa etapa foi ministrada pela professora regente da turma em 4h/aula.

A visita técnica aconteceu nas manhãs dos dias 27 e 28 de maio de 2025, com a participação de 19 alunos no primeiro dia e 39 no segundo. Ao chegarem ao

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69163

Hospital/Policlínica, os estudantes foram acolhidos na Sala de Reuniões, onde receberam orientações iniciais sobre as atividades e as normas internas da instituição, reforçando o respeito aos pacientes e à segurança do ambiente (20 min). Para organizar a circulação pelos setores, os alunos foram divididos em quatro grupos e identificados por pulseiras coloridas (azul, verde, vermelha e amarela), o que facilitou o acompanhamento pelos profissionais e garantiu o bom andamento das atividades.

Após as orientações iniciais e a identificação dos alunos, alguns participaram voluntariamente da coleta de sangue para tipagem sanguínea. Em seguida, os grupos se revezaram entre os setores do hospital, acompanhados por profissionais, garantindo que todos vivenciassem as atividades planejadas. Essa dinâmica proporcionou um aprendizado prático e contextualizado, fortalecendo a compreensão de conteúdos de Biologia, especialmente relacionados à Genética. Além disso, todos os estudantes eram convidados a participarem voluntariamente das atividades prático-demonstrativas nos setores.

No Setor de Imagem, os alunos conheceram exames como Raio-X, Tomografia, Densitometria Óssea, Ressonância Magnética com IA e Mamografia Digital (**Figura 1**). A técnica explicou a função dos equipamentos, os protocolos de realização e orientações específicas, como jejum e preparo prévio, além do uso obrigatório de Equipamentos de Proteção Individual pela equipe.

No Setor de Tomografia, os alunos tiveram a oportunidade de entrar no tomógrafo, conhecendo seu funcionamento de perto, e também acompanharam, a uma curta distância, a realização de um exame de ressonância magnética em um paciente, observando atentamente as etapas e os cuidados necessários (**Figura 1**).

Figura 1: Alunos do 3º ano do Ensino Médio durante visitação hospitalar em sala de coleta de material biológico
- Setor do Laboratório e na sala de Tomografia - Setor de Imagem. Fonte: os autores.

Foi explicado aos alunos, de forma clara e didática, o que é radiação ionizante destacando as medidas de segurança adotadas para proteger pacientes e profissionais durante os exames. Abordou-se também o funcionamento do campo magnético empregado na ressonância magnética. Além disso, enfatizou-se a necessidade de prevenir riscos, garantindo que o ambiente esteja livre de materiais ferromagnéticos que possam ser atraídos pelo campo magnético, evitando acidentes graves. Neste momento, relatou-se um caso ocorrido em São Paulo (SP), em janeiro de 2023, no qual o campo magnético atraiu violentamente uma arma de fogo que estava na cintura de um advogado. Um disparo acidental resultou em um grave acidente na sala de exames. Essa história causou grande impacto nos alunos, que ficaram impressionados e atentos, reforçando a importância de seguir rigorosamente os protocolos de segurança.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69163

Ao chegar ao Setor de Mamografia, durante a explicação, um dos alunos questionou sobre a possibilidade de homens desenvolverem câncer de mama e, nesse caso, como seria realizado o procedimento mamográfico masculino. Esclareceu-se que, embora raro em homens, o exame de mamografia pode, sim, ser realizado em pacientes do sexo masculino.

Para isso, a técnica do setor convidou espontaneamente o aluno que fez a pergunta para demonstrar, na prática, como o exame de mamografia masculino é realizado. Com muito respeito e profissionalismo, foi mostrado como o tecido mamário masculino é posicionado e comprimido entre as placas do equipamento, explicando os ajustes realizados para esse tipo de exame. A demonstração despertou curiosidade e engajamento da turma, tornando o momento ainda mais significativo e educativo.

No Centro Cirúrgico, os alunos conheceram os principais ambientes e aprenderam sobre esterilização, assepsia, funções da equipe e materiais obrigatórios em áreas estéreis. Mesmo sem assistir a cirurgias, compreenderam a organização do setor e os protocolos rigorosos que garantem a segurança dos pacientes.

Na Sala de Triagem, os visitantes receberam explicações sobre os exames realizados, conhecendo de perto os procedimentos iniciais realizados em pacientes que chegam à unidade (**Figura 2**). Durante a permanência no setor, os alunos tiveram a oportunidade de conhecer os aparelhos utilizados em exames cardíacos ambulatoriais, como o eletrocardiograma (ECG), Monitorização Ambulatorial da Pressão Arterial (MAPA) e o dispositivo portátil Holter.

Figura 2: Alunos do 3º ano do Ensino Médio durante visitação hospitalar no Laboratório Institucional e na Sala de Triagem. Fonte: os autores.

Foi explicada a funcionalidade de cada um, e para tornar o momento mais dinâmico, a técnica realizou eletrocardiogramas em alunos voluntários, demonstrando o funcionamento do aparelho, o posicionamento dos eletrodos, o uso do gel condutor e a geração do traçado no monitor, explicando a leitura dos batimentos em tempo real. A iniciativa despertou entusiasmo e engajamento da turma, que acompanhou atentamente o procedimento.

No Laboratório de Análises Clínicas, uma profissional explicou o trajeto das amostras, da coleta à entrega do resultado ao paciente. Em seguida, os alunos conheceram os equipamentos automatizados usados na análise do sangue, compreendendo a importância dos exames para diagnóstico e acompanhamento de doenças. Foram apresentados o equipamento de hematologia, para hemograma e contagem de células sanguíneas; a máquina de bioquímica, para glicose, colesterol e enzimas hepáticas; além da centrífuga e do microscópio,

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69163

fundamentais no diagnóstico laboratorial. Além disso, os estudantes manusearam e observaram amostras em microscópios, visualizando lâminas reais como: i) Lâmina com urina contendo leucócitos, demonstrando infecção urinária; ii) Lâmina com cristais de oxalato de cálcio, comuns em casos de cálculos renais; iii) Lâmina de sangue com anemia, permitindo a comparação entre hemácias alteradas e hemácias normais, o que facilitou a visualização da diferença entre um quadro saudável e um anêmico.

Os estudantes acompanharam a tipagem sanguínea, desde a coleta até a observação da reação dos reagentes anti-A, anti-B e anti-Rh. A equipe demonstrou a identificação dos tipos sanguíneos A, B, AB e O, além da presença ou ausência do fator Rh. Esse momento foi marcante, pois aplicou na prática os conteúdos de grupos sanguíneos, alelos e herança genética estudados em sala de aula.

Durante a explicação sobre tipagem sanguínea, um aluno fez o seguinte questionamento: "*O que acontece se uma pessoa receber sangue que não seja compatível?*". A funcionária do laboratório detalhou de forma clara que, nesses casos, o organismo do receptor reconhece as hemácias do doador como invasores, desencadeando uma reação hemolítica. A explicação incluiu também a questão do fator Rh materno, abordando as situações genéticas de incompatibilidade sanguínea materno-fetal. Nessas situações, o organismo da mãe pode produzir anticorpos contra as hemácias fetais, o que representa risco de doença hemolítica do recém-nascido em gestações subsequentes. Nesse contexto, foi ressaltada a importância do Teste de Coombs, que permite detectar precocemente anticorpos anti-Rh no sangue materno ou hemácias sensibilizadas no sangue fetal, possibilitando a intervenção adequada e a prevenção de complicações graves. Essa abordagem evidenciou aos alunos como o conhecimento sobre tipagem sanguínea, compatibilidade genética e que exames laboratoriais é essencial tanto para transfusões seguras quanto para o acompanhamento adequado da gestação. Os alunos acompanharam a explicação com atenção e demonstraram surpresa diante dos possíveis desdobramentos da incompatibilidade sanguínea, tanto em transfusões quanto na gestação.

O encerramento da visita aconteceu na Sala de Reuniões, onde a chefia do Hospital reforçou a relevância da visita para o aprendizado escolar prático e a compreensão da rotina hospitalar. Após esse encontro final, todos os alunos deixaram a instituição hospitalar de volta à Escola.

Após a visita técnica ao Hospital Dia e Policlínica Univida, os alunos foram orientados a elaborar em dupla, um relatório para registrar as experiências vivenciadas e a aplicação prática dos conhecimentos de Biologia nos serviços de saúde. A atividade, realizada fora do período de aula, contou como parte da avaliação do bimestre e contribuiu para o desenvolvimento de habilidades de observação, análise, interpretação e redação científica.

Também foi aplicado um questionário anônimo, elaborado por meio do *Google Forms*. O formulário foi direcionado a todos os estudantes, inclusive àqueles que não participaram da visita, com o objetivo de registrar percepções individuais, avaliar o impacto pedagógico da atividade e estimular a reflexão sobre os conteúdos de Biologia aplicados à prática profissional em saúde.

O questionário continha perguntas objetivas e discursivas, abordando os seguintes aspectos: 1) Turma; 2) Sexo; 3) Participação ou não na visita, com justificativa em caso de ausência; 4) Contribuição da atividade para a compreensão dos conteúdos de Genética; 5) Aplicação da Biologia nas práticas profissionais da saúde; 6) Observação de exames e procedimentos durante a visita; 7) Interesse por profissões da área da saúde; 8) Descoberta do próprio tipo sanguíneo; 9) Compreensão da importância da prevenção em saúde; 10) Aspectos da visita que mais chamaram atenção e o motivo; 11) Opinião sobre a realização de novas atividades semelhantes.

O uso do *Google Forms*, aliado ao anonimato, proporciona praticidade no envio e

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69163

liberdade nas respostas, permitindo uma análise sincera, participativa e pedagógica. Além disso, permitiu registrar a opinião dos alunos que não participaram da visita, o que enriquece ainda mais a análise, pois revela percepções externas, expectativas e sugestões que colaboram para um planejamento futuro mais inclusivo e significativo.

3 DISCUSSÃO

A visita técnica ao Hospital Dia e à Policlínica Univida permitiu aos alunos aprofundar seus conhecimentos, especialmente sobre genética. A vivência nos setores hospitalares ajudou os alunos a compreender como os conteúdos de biologia são essenciais para a prevenção, o diagnóstico e o tratamento de doenças, além de destacar a importância do cuidado com a saúde (MATOS, 2022).

Ao analisar o formulário, a maioria das respostas se identifica com o sexo feminino (61,3 %). Dos 77 alunos matriculados nos 3os anos, 62 responderam ao questionário. Desses 62, 14 não participaram da visita. A justificativa das ausências indica que 42,9% (6 alunos) não puderam ir porque os pais não permitiram, 35,7% (5 alunos) faltaram à aula no dia, 14,3% (2 alunos) demonstraram desinteresse e 7,1% (1 aluno) teve medo de ver sangue. O baixo índice de desinteresse indica que a atividade foi bem aceita pelos estudantes e considerada importante. Essa percepção positiva pode ser utilizada em futuras ações, com maior divulgação às famílias para evitar ausências no dia da visita.

Assim, a visita técnica assume um papel pedagógico relevante ao integrar saberes de diferentes áreas do conhecimento e proporcionar uma experiência concreta, única e significativa, favorecendo o engajamento, o desenvolvimento de competências e a aprendizagem significativa (SANTOS et al., 2025).

Durante a conversa com os funcionários, destacou-se que, apesar da maioria da turma ser feminina, os meninos se sobressaíram pela participação, fazendo perguntas, interagindo com os profissionais e demonstrando atenção, evidenciando o interesse despertado pela visita.

Vale et al. (2024) destacam que a produção de conhecimento científico em ambientes hospitalares contribui para a melhoria contínua da prática profissional e evidencia a importância da integração entre diferentes áreas do saber, o que reforça a experiência de interação com os profissionais da saúde. A troca com esses profissionais também ampliou nossa visão interdisciplinar, mostrando o quanto a escola e a comunidade podem caminhar juntas.

A visita técnica ao hospital gerou repercussão positiva além da escola, despertando o interesse de outras instituições, especialmente do ensino privado, em realizar atividades semelhantes. Esse movimento evidencia a relevância da proposta e mostra que a iniciativa, além de formativa, tornou-se um modelo para outras redes de ensino que buscam integrar teoria e prática.

4 CONCLUSÃO

Como futura profissional da educação, foi gratificante acompanhar e vivenciar essa experiência: o envolvimento dos estudantes, suas perguntas e o brilho nos olhos diante de novos conhecimentos foram enriquecedores. Pudemos colocar em prática aquilo que aprendemos na universidade, promovendo uma atividade que uniu conhecimento científico, observação prática e formação cidadã. A visita reforçou a importância de metodologias ativas e integradoras no ensino de ciências, além de nos fazer refletir sobre nosso papel como mediadores do conhecimento, incentivando a curiosidade, o pensamento crítico e o encantamento pela ciência.

O reconhecimento do trabalho realizado demonstra que, mesmo partindo de uma

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69163

escola pública com recursos limitados, é possível desenvolver ações pedagógicas de alto impacto, com seriedade, planejamento e compromisso. Esse movimento também fortalece o protagonismo da escola pública na promoção de experiências educacionais significativas e inspiradoras.

REFERÊNCIAS

CAPES. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. **Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência - Pibid**, 2025. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/educacao-basica/pibid> Acesso em: 26 nov. 2025.

IBGE**.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidade e Estados**, 2025. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/guanhaes.html> Acesso em: 26 nov. 2025.

MATOS, Renata Fernandes de**.** Notas sobre o ensino-aprendizagem de Genética e suas relações com a vida cotidiana de graduandos em Ciências Biológicas. **Científic@ – Multidisciplinary Journal**, v. 9, n. 2, p. 1–10, dez. 2022. Disponível em: https://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/cientifica/article/download/6227/4755/26890. Acesso em: 26 nov. 2025.

MOREIRA, J. C.; PLESE, L. P. M.; SANCHES, K. L. Espaços não formais de educação: importância e contribuições para Educação Profissional e Tecnológica. **Revista Brasileira da Educação Profissional e Tecnológica**, v. 3, n. 24, 2024.

SANTOS, S. M. A. V.; DOS SANTOS, C. C. A.; ARRUDA, C. X.; BORGES, D. S.; SOARES, I. C. L.; MEDEIROS, M. R. C.; SILVA, M. G.; DE SOUZA, M. M. L. **As contribuições das atividades extracurriculares nas escolas públicas de ensino médio em tempo integral.** ARACÊ, São José dos Pinhais, v. 7, n. 7, p. 38328–38345, 14 jul. 2025. DOI: 10.56238/arev7n7-183.

VALE, J. H. O.; DO VALE, M. G. M.; PAIVA, C. E. A. et al. A produção de conhecimento científico nos hospitais: uma revisão integrativa da literatura. **RevistaFT**, v. 28, ed. 134, 2024.

ATIVIDADE LARVICIDA DO EXTRATO DE *Annona vepretorum* ASSOCIADO A *Beauveria bassiana* NO CONTROLE BIOLÓGICO DE *Aedes aegypti*

MARLOS GOMES MARTINS; ELIAS NUNES DE SENA NETO

RESUMO

O controle de *Aedes aegypti* permanece como um dos maiores desafios da saúde pública no Brasil, em razão da elevada incidência de arboviroses e da crescente resistência do vetor aos inseticidas sintéticos. Nesse contexto, alternativas de origem natural vêm sendo amplamente investigadas, com destaque para extratos vegetais e fungos entomopatogênicos. O presente estudo teve como objetivo avaliar a atividade larvicida do extrato etanólico bruto da folha de *Annona vepretorum*, associado ou não ao fungo *Beauveria bassiana*, sobre larvas de *A. aegypti*. Foram realizados bioensaios com larvas de terceiro e quarto estádios, distribuídas em grupos de dez indivíduos, em triplicata. O extrato vegetal foi testado nas concentrações de 1 mg/mL, 0,5 mg/mL, 0,25 mg/mL e 0,125 mg/mL, enquanto as suspensões de conídios do fungo foram ajustadas para 10^6, 10^7, 10^8 e 10^9 conídios/mL. Os tratamentos compreenderam extrato vegetal isolado, suspensão fúngica isolada e a combinação de ambos. A mortalidade foi avaliada ao longo de 168 horas. Os resultados indicaram que o extrato vegetal apresentou maior efeito larvicida nas primeiras 24 horas, com redução significativa ao longo do tempo. A suspensão de *B. bassiana* apresentou efeito tardio, com maior atividade entre 72 e 96 horas. O tratamento combinado não apresentou efeito sinérgico e resultou em baixas taxas de mortalidade. Conclui-se que ambos os agentes apresentam potencial larvicida, porém a associação não se mostrou adequada nas condições testadas, sendo necessários novos estudos para o aprimoramento dessas estratégias no controle biológico de *A. aegypti*.

Palavras-chave: Controle biológico; Fitoquímicos; Fungos entomopatogênicos.

1 INTRODUÇÃO

O mosquito *Aedes aegypti* é reconhecido como o principal vetor de importantes arboviroses, como dengue, zika, chikungunya e febre amarela, enfermidades que causam expressivo impacto social, econômico e sanitário em países tropicais (Andrade et al., 2022; Balakrishnan, 2022). A urbanização desordenada, o armazenamento inadequado de água e as alterações climáticas favorecem a proliferação do vetor e ampliam as áreas de risco, tornando o controle cada vez mais complexo.

O controle desse vetor baseia-se, majoritariamente, no uso de inseticidas químicos sintéticos, cuja aplicação contínua tem contribuído para o desenvolvimento de populações resistentes, além de ocasionar impactos negativos ao meio ambiente e à saúde humana (Achee et al., 2019; Braga; Valle, 2007). A resistência aos principais grupos químicos, como organofosforados e piretroides, compromete a eficácia das estratégias tradicionais e impõe a necessidade de adoção de métodos alternativos.

Diante desse cenário, a busca por métodos sustentáveis, eficazes e ambientalmente seguros tornou-se prioritária. Produtos de origem vegetal vêm sendo amplamente estudados por apresentarem biodegradabilidade, menor toxicidade e diversidade de metabólitos secundários com atividade inseticida, larvicida, pupicida e adulticida (Cantrell et al., 2010; Silva et al.,

DOI: 10.31189/iv-bioesb/69165

2022). Entre esses metabólitos, destacam-se alcaloides, flavonoides, terpenos e acetogeninas, capazes de interferir em diferentes vias fisiológicas dos insetos.

Espécies do gênero Annona têm se destacado devido à presença de compostos bioativos com comprovado potencial inseticida. Estudos com diferentes espécies desse gênero demonstram elevada atividade larvicida sobre A. aegypti e outros culicídeos, sendo atribuída principalmente às acetogeninas e alcaloides presentes nas folhas, sementes e cascas (Santhosh et al., 2015; Ramanibai et al., 2016; Dutra et al., 2014).

Paralelamente, os fungos entomopatogênicos representam agentes promissores no controle biológico de insetos vetores. *Beauveria bassiana* é amplamente estudado por sua elevada capacidade de infecção, ampla gama de hospedeiros e baixa toxicidade para vertebrados (Pereira; Santos, 2022). Esse fungo atua por meio da adesão de conídios à cutícula, germinação, penetração mecânica e enzimática, colonização da hemocele e produção de metabólitos tóxicos, culminando com a morte do hospedeiro (Butt et al., 2016; Mascarin et al., 2019).

A utilização combinada de extratos vegetais e fungos entomopatogênicos vem sendo investigada como uma estratégia integrativa, com potencial para ampliar a eficiência larvicida e reduzir limitações relacionadas a fatores ambientais, como radiação ultravioleta, temperatura e umidade (Butt, 2013; Acheampong et al., 2020). A hipótese de sinergismo baseia-se na possibilidade de os compostos vegetais promoverem efeito tóxico rápido, enquanto os fungos garantiriam efeito prolongado e sustentável.

Nesse contexto, torna-se relevante avaliar a viabilidade dessas associações sob diferentes condições experimentais. Assim, este estudo teve como objetivo avaliar a atividade larvicida do extrato etanólico bruto da folha de *Annona vepretorum* associado ou não ao fungo Beauveria bassiana sobre larvas de *A. aegypti*, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias alternativas de controle do vetor.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal do Vale do São Francisco, em Petrolina, Pernambuco. O extrato vegetal utilizado foi obtido a partir da fração etanólica bruta da folha de *Annona vepretorum*, cedido pelo Núcleo de Estudos e Pesquisas de Plantas Medicinais.

O fungo entomopatogênico *Beauveria bassiana*, cepa LCB 40, foi mantido em meio ágar batata-dextrose para produção dos conídios. As suspensões foram preparadas a partir da raspagem dos esporos, utilizando solução de Tween® 80 a 0,01%, com posterior homogeneização em vortex. As concentrações foram ajustadas com auxílio de câmara de Neubauer.

Larvas de Aedes aegypti em terceiro e quarto estádios foram obtidas a partir de ovos cedidos pela empresa Moscamed e mantidas sob condições controladas de temperatura e alimentação até o momento dos ensaios, conforme metodologia da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2005).

Os bioensaios foram conduzidos em triplicata, utilizando lotes de dez larvas por unidade experimental. O extrato vegetal foi testado nas concentrações de 1 mg/mL, 0,5 mg/mL, 0,25 mg/mL e 0,125 mg/mL. As suspensões fúngicas foram avaliadas nas concentrações de 10^6, 10^7, 10^8 e 10^9 conídios/mL. Os tratamentos consistiram em extrato vegetal isolado, suspensão de conídios isolada e a combinação de ambos. O controle branco foi composto apenas por água destilada, enquanto o controle negativo utilizou DMSO.

A mortalidade larval foi avaliada nos períodos de 24, 48, 72, 96, 120, 144 e 168 horas. As larvas mortas foram submetidas à análise de esporulação pós-morte para confirmação da ação fúngica. Os dados foram corrigidos pela fórmula de Abbott (1925) e submetidos à análise estatística de Probit, cálculo das concentrações letais (CL10, CL50 e CL90) e análise de variância (ANOVA), adotando-se nível de significância de 5%.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Além dos padrões temporais de mortalidade observados, verificou-se que a resposta das larvas aos tratamentos apresentou elevada variabilidade entre as repetições, refletindo a heterogeneidade biológica típica de populações naturais de *Aedes aegypti*. Essa variabilidade pode estar associada tanto a diferenças fisiológicas individuais quanto a fatores ambientais microcontrolados, como oxigenação da água e disponibilidade de alimento no microambiente do bioensaio.

Outro aspecto relevante é que a rápida perda de eficiência do extrato vegetal ao longo do tempo sugere a necessidade de desenvolvimento de formulações mais estáveis, como microencapsulação ou associação com veículos oleosos, capazes de prolongar a persistência dos compostos ativos em ambiente aquático. Estratégias desse tipo têm sido propostas para ampliar a durabilidade de extratos botânicos aplicados ao controle de vetores.

No caso do tratamento fúngico, a confirmação da esporulação pós-morte em larvas e adultos evidencia que os conídios de *Beauveria bassiana* permaneceram viáveis durante todo o período experimental, reforçando seu potencial de disseminação horizontal no ambiente. Esse fenômeno é particularmente interessante do ponto de vista epidemiológico, pois possibilita a infecção de indivíduos não diretamente expostos ao tratamento inicial.

Esses resultados indicam que, embora os agentes avaliados apresentem limitações quando aplicados de forma isolada ou combinada nas condições testadas, ambos possuem elevado valor biotecnológico. Assim, ajustes nas concentrações, na forma de aplicação e no tipo de formulação se mostram caminhos promissores para o aprimoramento dessas estratégias no controle sustentável de *Aedes aegypti*.

O extrato etanólico bruto da folha de *Annona vepretorum* apresentou maior potencial larvicida nas primeiras 24 horas de exposição, com taxas de mortalidade superiores às observadas nos demais tratamentos. Esse comportamento inicial pode estar relacionado à alta concentração de compostos bioativos disponíveis no meio aquoso logo após a aplicação, promovendo ação tóxica mais intensa sobre as larvas.

Entretanto, observou-se redução significativa da atividade larvicida ao longo do tempo, especialmente após 48 horas, indicando provável degradação dos compostos ativos no meio, volatilização de metabólitos ou ainda adaptação fisiológica das larvas sobreviventes. Resultados semelhantes foram relatados por Tavares et al. (2020), ao avaliarem a atividade de extratos vegetais em períodos prolongados.

A suspensão de *Beauveria bassiana* apresentou comportamento distinto, com efeito larvicida tardio, destacando-se entre 72 e 96 horas. Tal resultado é compatível com o ciclo de infecção dos fungos entomopatogênicos, que envolve adesão dos conídios à cutícula, germinação, penetração e colonização do hospedeiro (Mascarin et al., 2019). Esse padrão reforça a característica de ação lenta, porém sustentada, desses microrganismos.

O tratamento combinado entre extrato vegetal e fungo não apresentou efeito sinérgico, registrando baixas taxas de mortalidade ao longo de todo o período avaliado. Esse comportamento sugere possível antagonismo entre compostos presentes no extrato e o desenvolvimento fúngico, seja por inativação dos conídios, alteração do pH ou interferência em processos metabólicos essenciais à infecção. Estudos semelhantes também relataram efeitos antagonistas em associações entre óleos essenciais e fungos entomopatogênicos (Bitencourt et al., 2022).

Os valores de CL50 obtidos para o extrato vegetal e para a suspensão fúngica indicaram potencial larvicida individual, porém com grande variação ao longo do tempo e ausência de significância estatística robusta em determinadas análises. Esses resultados evidenciam a necessidade de ajustes nas concentrações testadas, no tipo de fração vegetal utilizada e na cepa fúngica empregada, a fim de otimizar a eficiência desses agentes.

A confirmação da esporulação de *B. bassiana* em larvas e adultos mortos reforça a capacidade infectiva do fungo e sua viabilidade como agente de controle biológico, inclusive em condições experimentais adversas. A literatura descreve que a infecção ocorre predominantemente pela via tegumentar, com produção de enzimas hidrolíticas e toxinas que promovem a ruptura da cutícula e comprometimento sistêmico do inseto (Butt et al., 2016).

Do ponto de vista ambiental, tanto os extratos vegetais quanto os fungos entomopatogênicos apresentam vantagens relevantes em relação aos inseticidas químicos, sobretudo pela menor persistência no ambiente, menor risco de bioacumulação e menor impacto sobre organismos não-alvo. Essas características tornam tais agentes particularmente atrativos para programas de manejo integrado de vetores.

Dessa forma, os resultados obtidos reforçam que *Annona vepretorum* e *Beauveria bassiana* possuem potencial biotecnológico para o controle de A. aegypti, desde que utilizados de forma criteriosa, com adequação das doses, formulações e métodos de aplicação.

4 CONCLUSÃO

O extrato etanólico da folha de Annona vepretorum demonstrou potencial larvicida inicial contra *Aedes aegypti*, enquanto a suspensão de *Beauveria bassiana* apresentou efeito tardio, compatível com seu mecanismo de ação entomopatogênico. A associação entre os dois agentes, nas condições testadas, não resultou em efeito sinérgico, apresentando baixa eficiência. Conclui-se que ambos os tratamentos, quando avaliados de forma isolada, apresentam potencial para o controle biológico de *A. aegypti*. Entretanto, a combinação entre extrato vegetal e fungo requer novos estudos, com ajustes metodológicos, para melhor compreensão das interações envolvidas. O desenvolvimento de estratégias sustentáveis para o controle de vetores permanece como uma necessidade urgente frente ao avanço da resistência aos inseticidas convencionais.

REFERÊNCIAS

ACHEAMPONG, M. A. et al. UV sensitivity of Beauveria bassiana and Metarhizium anisopliae isolates under investigation as potential biological control agents. **Fungal Biology**, v. 124, n. 5, p. 304-310, 2020.

ACHEE, N. L. et al. Alternative strategies for mosquito-borne arbovirus control. **PLoS Neglected Tropical Diseases**, v. 13, n. 1, p. e0006822, 2019.

ANDRADE, E. H. P. et al. Virological surveillance of Aedes aegypti vectors identifies all four dengue serotypes. **EcoHealth**, v. 19, p. 75-84, 2022.

BALAKRISHNAN, V. S. WHO launches global initiative for arboviral diseases. **The Lancet Microbe**, v. 3, n. 6, p. e407, 2022.

BITENCOURT, R. O. B. et al. Entomopathogenic fungi and Schinus molle essential oil against Aedes aegypti larvae. **Acta Tropica**, 2021.

BITENCOURT, R. O. B. et al. O uso de Beauveria no controle de Aedes aegypti. **Revista de Ciências Biológicas e da Saúde**, 2022.

BRAGA, I. A.; VALLE, D. Aedes aegypti: inseticidas, mecanismos de ação e resistência. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 16, n. 4, p. 279-293, 2007.

BUTT, T. M. et al. Fungal biological control agents. **Microbial Control of Insect and Mite Pests.** Londres: Academic Press, 2016.

CANTRELL, C. L. et al. Structure-activity relationship studies on derivatives as toxicants against Aedes aegypti. **Chemistry & Biodiversity**, v. 7, n. 7, p. 1681-1697, 2010.

DUTRA, L. M. et al. Ent-kaurane diterpenes from the stem bark of Annona vepretorum and cytotoxic evaluation. Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, v. 24, p. 3315-3320, 2014.

MASCARIN, G. M. et al. Current status and perspectives of entomopathogenic fungi for mosquito control. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, 2019.

SANHOSH, S. et al. Chemical composition and biological activities of Annona species. **Journal of Ethnopharmacology**, 2015.

TAVARES, M. T. et al. Estabilidade e eficiência larvicida de extratos vegetais em ambiente aquático. **Revista Brasileira de Entomologia**, 2020.

WHO. Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvicides. **World Health Organization**, 2005.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69165

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

CIRANDA DE SABERES: A ATUAÇÃO DE DOCENTES FORA DE SUA ÁREA DE FORMAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

IVANA DE OLIVEIRA SANTOS; CAROLINE GARCIA; TAYANARA DE JESUS SOUSA

Introdução No cotidiano das escolas, especialmente na rede pública, é comum que professores lecionem disciplinas diferentes de sua formação. Essa situação ocorre devido à escassez de docentes especializados e decisões administrativas, comprometendo o domínio do conteúdo, a segurança pedagógica e a qualidade do ensino. A atuação fora da área é frequente no ensino de Ciências e Biologia, quando professores de outras licenciaturas ministram conteúdos sem preparo específico. Compreender essa realidade é essencial para avaliar como a formação docente influencia o processo de ensino e aprendizagem. **Objetivo:** Analisar os desafios enfrentados por professores que ministram Ciências e Biologia, com formação específica e os que atuam fora da área, identificando dificuldades, limitações e estratégias pedagógicas utilizadas. **Metodologia** A pesquisa utilizou abordagem quali-quantitativa, com caráter descritivo, permitindo compreender a prática docente e observar padrões. A coleta de dados ocorreu por formulário com questões abertas e fechadas, aplicado a 13 professores de escolas públicas e privadas de Jequié e Apuarema, na Bahia. A amostra incluiu docentes formados em Ciências Biológicas, Ciências e outras áreas, como Educação Física, Química e Matemática, considerando diferentes níveis de ensino e contextos escolares. **Resultados** A maioria dos professores possui formação em Ciências Biológicas, mas todos já atuaram em disciplinas fora de sua área. Os principais desafios incluíram insegurança conceitual, dificuldade com terminologias específicas, elaboração de atividades práticas e adaptação às demandas escolares. Observou-se que a experiência docente e a formação continuada ajudam a reduzir essas dificuldades, mas não substituem o conhecimento específico. Além disso, o uso frequente de metodologias expositivas e a limitação de recursos afetam a motivação dos alunos e a efetividade do ensino. **Conclusão:** Atuar fora da área de formação é uma realidade recorrente e apresenta desafios significativos para a prática docente. A formação específica é essencial para garantir domínio conceitual, segurança pedagógica e qualidade no ensino, enquanto a experiência e a formação continuada oferecem suporte complementar. Políticas educacionais que valorizem a formação docente, promovam atualização constante e assegurem condições adequadas de trabalho são fundamentais para fortalecer a prática pedagógica e garantir uma educação de qualidade nas disciplinas de Ciências e Biologia.

Palavras-chave: **DESAFIOS EDUCACIONAIS; FORMAÇÃO INICIAL; PRÁTICA PEDAGÓGICA**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69646

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

HÁBITO ALIMENTAR E CICLO REPRODUTIVO DA SPILOTES PULLATUS (SERPENTES: COLUBRIDAE)

MATHEUS HENRIQUE LUPO FÁVARO; GUILHERME ALMEIDA RODRIGUES; HÉLDER SILVA E LUNA

Introdução: *Spilotes pullatus* popularmente conhecida como caninana, é uma serpente da família dipsadidae, tem ampla distribuição nas Américas Central e do Sul, ocorrendo em quase todos os biomas brasileiros (Cerrado, Amazônia, Mata Atlântica), exceto os Pampas, e em países como Argentina, Bolívia, Colômbia, Paraguai, entre outros, ela é encontrada em ambientes com vegetação densa, sendo ágil tanto nas arvores quanto no solo apesar dos hábitos arborícolas serem predominantes, apresenta dentição áglifa que não possui presas inoculadoras de peçonha. **Objetivo:** Descrever o hábito alimentar, estratégias de predação e ciclo reprodutivo da *Spilotes pullatus*. **Metodologia:** Foi realizada uma revisão de literatura através das bases, Web of Science, Scopus e google acadêmico por meio das palavras chaves: "*Spilotes pullatus*" "eating habit" "reproductive cycle". **Resultados:** Foram encontrados três artigos dos quais dois atendiam os objetios do estudo. Segundo os trabalhos encontrados *S. pullatus* forrageia ativamente durante o dia, buscando principalmente pequenos mamíferos como roedores e filhotes ou ovos de aves (geralmente 0,36–7,37% da massa da serpente), apesar da preferência por aves e pequenos mamíferos, *S. pullatus* possui uma dieta variada que também inclui pequenos répteis como lagartos e em menor grau alguns anfíbios como sapos e rãs, busca suas presas no solo ou na vegetação. Observações de serpentes em cativeiro mostraram que pequenas presas são rapidamente engolidas vivas comportamento comum entre os colubrídeos, enquanto presas grandes são constritas ou pressionadas contra o substrato e morrem antes de serem engolidas. O ciclo reprodutivo da espécie ocorre da seguinte forma, a cópula acontece durante o inverno, no final da estação ocorre a ovulação. Nessa espécie parece haver ovulação reflexa, sendo a cópula o estímulo para que ocorra a ovulação. A primavera é a estação onde as fêmeas encontram-se prenhas e realizam a ovipostura, produzem em média oito ovos que serão incubados cerca de 73 dias, a eclosão ocorre durante o verão. **Conclusão:** A *Spilotes pullatus* exerce papel relevante na ecologia dos ecossistemas atuando principalmente no controle populacional de espécies, trabalhos de conscientização e educação ambiental são fundamentais para a preservação da espécie.

Palavras-chave: **DIETA; REPRODUÇÃO; SPILOTES PULLATUS**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69729

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

A SAÚDE INICIA NA BOCA: PROMOVENDO PRÁTICAS EDUCATIVAS DE CORRETA HIGIENIZAÇÃO DOS ALIMENTOS.

DUCIMAR SILVA LIMA

Instagram: O presente relato de experiência aborda a relevância do processo de higienização de frutas, verduras e legumes como uma prática essencial para a manutenção da saúde humana. Além disso, considera-se que esses alimentos desempenham papel fundamental na promoção nutricional e na prevenção de diversas doenças. **Objetivo:** Analisar o nível de conhecimento dos alunos sobre higienização segura, reforçando a necessidade de conscientização sobre práticas adequadas de manipulação de alimentos. **Metodologia:** Para tanto, a pesquisa foi estruturada de maneira a realizar, inicialmente, um levantamento prévio do grau de conhecimento dos discentes sobre os processos de saneamento desses alimentos, estimulando a reflexão sobre quais práticas são mais eficazes para garantir sua segurança e qualidade. Desse modo, a coleta de dados foi realizada no mês de novembro de 2025, período em que foram obtidos todos as informações analisadas nesse estudo. Nesse sentido, o trabalho inclui uma explanação sobre os tipos de microrganismos e parasitas que podem estar presentes nos alimentos, destacando os riscos associados à ingestão de produtos contaminados. **Resultados:** Os resultados mostram que a ampliação da compreensão dos discentes acerca de sua própria alimentação configura-se como uma ação promotora de saúde que repercute tanto no ambiente escolar quanto no familiar, resultando em um fluxo de conhecimentos compartilhados e integrados a toda a comunidade escolar. **Conclusão:** Dessa forma, a prática de ensino estimulou o protagonismo estudantil, promovendo a construção de conhecimentos integrados e uma postura reflexiva e crítica, cujos efeitos se ampliam para o convívio familiar e social. Portanto espera-se reforça a responsabilidade dos alunos quanto ao cuidados com a sua saúde e com o meio em que vive.

Palavras-chave: **EDUCAÇÃO EM SAÚDE; PRÁTICA PEDAGÓGICA; SEGURANÇA ALIMENTAR**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69741

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

GAMIFICAÇÃO COMO METODOLOGIA ATIVA NO ENSINO DE BIOLOGIA: RELATO DE EXPERIÊNCIA SOBRE ENGAJAMENTO E APRENDIZAGEM DOS ESTUDANTES

FRANCINILDE CUNHA DE ANDRADE; JOSILEIA DOS REIS LIMA

RESUMO

A gamificação tem se destacado no contexto educacional por contribuir significativamente para a motivação, o engajamento e a promoção de uma aprendizagem mais ativa, especialmente em disciplinas que envolvem conceitos abstratos, como a Biologia. Diante das dificuldades enfrentadas por estudantes do Ensino Médio na compreensão de conteúdos complexos e teóricos da disciplina, este trabalho teve como objetivo relatar e analisar a aplicação da gamificação como metodologia ativa no ensino de classificação dos seres vivos e evolução, buscando compreender seus efeitos no engajamento, na participação e no desempenho dos estudantes. A intervenção pedagógica foi desenvolvida durante a etapa de regência do estágio supervisionado, realizada em uma Instituição Pública de Ensino Médio localizada no município de Codó–MA, envolvendo uma turma com aproximadamente 30 estudantes. A metodologia adotada baseou-se no uso de recursos digitais, como as plataformas Genially e Kahoot, que possibilitam a criação de atividades interativas, quizzes e desafios relacionados aos conteúdos de classificação biológica e evolução. Essas ferramentas foram selecionadas por favorecerem a interação, o feedback imediato, recompensas e a participação ativa dos estudantes no processo de aprendizagem. Os resultados obtidos indicaram um aumento significativo no interesse, na motivação e no envolvimento dos estudantes durante as aulas, bem como uma melhora perceptível na compreensão dos conteúdos abordados. Além disso, observou-se maior colaboração entre os estudantes e desenvolvimento de habilidades cognitivas e socioemocionais. Esses achados corroboram com pesquisas recentes que evidenciam os benefícios pedagógicos da gamificação no processo de ensino-aprendizagem. Conclui-se, portanto, que a gamificação representa uma estratégia metodológica promissora para inovar o ensino de Biologia, recomendando-se sua continuidade e ampliação no planejamento escolar, de modo a promover sua integração em diferentes conteúdos, contribuindo para um aprendizado mais contextualizado, crítico e prazeroso.

Palavras-chave: Práticas pedagógicas inovadoras; Recursos digitais; Aprendizagem significativa.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69846

1 INTRODUÇÃO

A gamificação é um fenômeno emergente que se desenvolveu a partir da popularização dos games e de suas capacidades intrínsecas de motivar a ação, resolver problemas e favorecer aprendizagens em diferentes áreas do conhecimento e da vida dos indivíduos (Fardo, 2013). No ambiente educacional, essa abordagem tem ganhado destaque, sobretudo porque encontra na educação formal um espaço fértil para sua aplicação. Isso ocorre porque os estudantes carregam consigo inúmeras aprendizagens provenientes de suas interações com jogos, ao mesmo tempo em que as escolas enfrentam dificuldades para engajar um público cada vez mais imerso nas mídias e tecnologias digitais e menos interessado em práticas pedagógicas tradicionais e passivas (Fardo, 2013).

No ensino de Biologia, esse desafio torna-se ainda mais evidente. O ensino permanece marcado por um viés tradicional, baseado na verticalização do processo educativo, no qual o professor expõe o conteúdo e o aluno o recebe de forma passiva. A compreensão torna-se ainda mais complexa devido ao caráter abstrato de muitos conceitos biológicos, o que dificulta sua relação com o cotidiano dos estudantes (Braz, 2022), contribuindo para o desinteresse e a redução do engajamento e reforçando a necessidade de abordagens pedagógicas que dialoguem com suas vivências digitais e culturais (Braz, 2022).

Considerando esse panorama, é importante reconhecer que as transformações tecnológicas que marcam o século atual modificaram profundamente o perfil dos estudantes, que hoje participam de uma comunidade global sem a necessidade de sair de casa para estabelecer relações sociais (Schmitz, 2021). Além disso, o uso de ferramentas tecnológicas no ambiente educacional já se consolidou como tema central nos debates pedagógicos, devendo ser considerado na construção curricular e sendo respaldado por políticas e documentos educacionais (Schmitz, 2021).

Diante desse contexto, torna-se fundamental analisar aplicações práticas da gamificação no ensino de Biologia, buscando compreender seus efeitos no engajamento e na aprendizagem dos estudantes. Movido por essas contribuições teóricas, este trabalho foi desenvolvido mediante a seguinte problematização: Como a gamificação pode se configurar como uma alternativa aos métodos tradicionais no ensino de Biologia, promovendo práticas mais dinâmicas e motivadoras? Além disso, de que maneira essa estratégia impacta o engajamento e o desempenho dos estudantes, e quais jogos ou recursos gamificados têm sido aplicados no ensino de Biologia?

Nesse sentido, o presente estudo descreve, no formato de um relato de experiência expandido, uma intervenção pedagógica realizada com uma turma do Ensino Médio, na qual a gamificação foi incorporada como estratégia central no ensino de Biologia. A proposta teve como finalidade utilizar elementos gamificados como abordagem metodológica para trabalhar conteúdos biológicos com os estudantes, buscando estimular sua motivação, fortalecer o engajamento nas atividades e favorecer a construção do conhecimento de maneira dinâmica e significativa. Assim, este trabalho teve como objetivo relatar a experiência da aplicação da gamificação como metodologia ativa no ensino de Biologia, analisando suas contribuições para o engajamento e o processo de aprendizagem dos estudantes.

2 RELATO DE CASO/ EXPERIÊNCIA

Este estudo configura-se como um relato de experiência expandido, de natureza qualitativa e caráter descritivo, desenvolvido durante as aulas de Biologia do Ensino Médio em uma instituição pública localizada no município de Codó-MA. A atividade integrou a etapa de regência do estágio supervisionado do curso de Licenciatura Interdisciplinar em Ciências Naturais/Biologia, período no qual o estagiário assume a responsabilidade pela condução das

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69846

aulas. A experiência foi realizada com uma turma composta por aproximadamente 30 estudantes, com idades entre 15 e 17 anos.

Para orientar a prática pedagógica, foi elaborado um plano de aula voltado ao tema classificação dos seres vivos e evolução biológica. Nesse planejamento foram definidos os resultados de aprendizagem pretendidos, as competências que os estudantes deveriam desenvolver ao longo da atividade, além das estratégias didáticas escolhidas para abordar o conteúdo. O plano também estabeleceu os procedimentos avaliativos utilizados para verificar como os estudantes assimilaram os conceitos trabalhados.

Durante a aplicação do plano de aula, iniciou-se a atividade com uma sondagem diagnóstica, a fim de identificar o que os estudantes já sabiam sobre classificação dos seres vivos e conceitos básicos de evolução. Após essa etapa, o conteúdo foi introduzido de forma contextualizada, abordando a importância de organizar os seres vivos em grupos, os critérios utilizados para essa classificação e as contribuições da evolução para compreender a diversidade existente. Para ampliar a compreensão, foram propostas atividades que incentivaram a análise de exemplos, a comparação entre diferentes organismos e a reflexão sobre como as espécies se modificam ao longo do tempo.

Para tornar essa abordagem mais dinâmica, adotou-se a gamificação como estratégia central de ensino, incorporando elementos lúdicos e digitais que aumentaram significativamente o engajamento da turma. A adoção dessa proposta foi previamente apresentada à gestão escolar, uma vez que a atividade exigia o uso de dispositivos móveis para acesso às plataformas gamificadas. A equipe gestora autorizou a realização da dinâmica, organizou orientações internas sobre o uso responsável dos aparelhos e garantiu o suporte necessário para que a atividade pudesse ocorrer de forma segura e adequada.

Nesse processo, foram utilizados recursos como o Genially, que possibilitou a criação de missões interativas, e o Kahoot, empregado na realização de quizzes competitivos em tempo real. Essas ferramentas permitiram que os estudantes participassem ativamente das atividades, acumulassem pontuações e acompanhassem seu desempenho nos rankings, favorecendo uma aprendizagem mais motivadora e significativa.

As atividades foram planejadas para articular os conteúdos curriculares às dinâmicas gamificadas, ampliando a participação ativa dos estudantes. No Genially, foram propostos desafios que envolviam reconhecer características dos agrupamentos biológicos (reinos e os critérios de classificação). A plataforma fornece feedback imediato e concede medalhas virtuais conforme cada etapa concluída, incentivando a progressão no jogo. Já no Kahoot, aplicaram-se quizzes de múltipla escolha sobre o conteúdo de evolução biológica (Teorias evolutivas, seleção natural, especiação e evidências da evolução), com tempo reduzido para resposta e pontuação definida pela precisão e rapidez, promovendo uma competição saudável e reforçando a aprendizagem dos conceitos estudados.

A coleta dos dados ocorreu por meio da observação direta pelas professoras/estagiárias que conduziram a atividade, as mesmas, registraram comportamentos relacionados ao interesse, motivação e colaboração dos estudantes durante as aulas. Além disso, foram aplicados questionários aos estudantes ao início e término da intervenção, com o objetivo de investigar suas percepções a respeito do uso da gamificação.

Os desempenhos obtidos nos quizzes e nos jogos foram considerados como indicadores de engajamento e aprendizagem. A análise dos dados seguiu uma abordagem qualitativa, envolvendo a organização e categorização das respostas fornecidas no questionário, bem como a interpretação das observações registradas ao longo da atividade, permitindo compreender de forma mais ampla como os estudantes interagiram com a proposta e assimilaram os conteúdos.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69846

3 DISCUSSÃO

Os resultados deste relato evidenciam maior engajamento e motivação dos estudantes nas atividades propostas, evidenciando o potencial da gamificação em tornar conteúdos abstratos mais compreensíveis e atrativos. Estudos de Dias e colaboradores (2023) e Silva e Melo (2024) reforçam essa conclusão, ao destacarem a gamificação como uma metodologia capaz de intensificar o envolvimento no ensino de Biologia. No entanto, limitações como a dependência do uso de dispositivos móveis podem restringir sua aplicação em ambientes com menor disponibilidade de infraestrutura tecnológica. Além disso, pesquisas no ensino de Ciências indicam que jogos e recursos lúdicos ampliam a atenção, curiosidade e permanência em conteúdos complexos, alinhando-se ao que foi observado neste estudo (Silva; Costa, 2016; Oliveira; Ferreira; Ovigli, 2025). Reforçando o potencial dessas estratégias como mediadoras de aprendizagens mais significativas e participativas no contexto escolar.

A utilização do Kahoot nos quizzes de evolução biológica demonstra vantagens significativas, como feedback imediato e competição saudável, promovendo participação ativa e desenvolvimento cognitivo. Esses benefícios são respaldados por pesquisas que confirmam sua eficácia em avaliações formativas (Ferroni *et al.*, 2024). Contudo, é preciso reconhecer que podem surgir possíveis limitações, especialmente relacionadas ao ritmo de resposta entre alunos, o que, em alguns casos, pode gerar frustração em alguns alunos. De forma semelhante, estudos no campo da Biologia e Genética indicam impactos positivos no desempenho dos estudantes, reforçando os resultados observados nesta intervenção (Lima, 2024; Oliveira; Ferreira; Ovigli, 2025), o que evidencia a eficácia dessas abordagens no favorecimento da aprendizagem dos conteúdos científicos.

O Genially, empregado em missões de classificação biológica, mostrou-se especialmente vantajoso por oferecer ambientes interativos que fomentam autonomia e consolidação conceitual. Esses benefícios são apoiados por análises sobre o uso de objetos digitais no ensino de Biologia (Dias *et al.*, 2023). Entre as Limitações possíveis, destaca-se a curva de aprendizado inicial da plataforma, sobretudo para os alunos com pouca familiaridade com ferramentas digitais. Ainda assim, essa abordagem dialoga diretamente com os resultados obtidos no presente estudo, que indicaram maior envolvimento e compreensão por parte dos participantes (Costa, 2024; Queiroga; Pacheco, 2024).

As percepções positivas registradas nos questionários pós-intervenção revelam vantagens da gamificação em melhorar atitudes disciplinares e interesse, especialmente com suporte digital, convergindo com revisões sobre metodologias ativas (Teixeira *et al.*, 2025; Silva; Souza, 2025). Recursos como feedback e recompensas potencializam a aprendizagem significativa (Silva; Costa, 2016), embora se reconheça que limitações, como a possibilidade de sobrecarga sensorial em sessões prolongadas, possam emergir.

O apoio da gestão escolar teve um papel essencial na integração de tecnologias ao processo pedagógico, pois ao reduzir barreiras operacionais e favorecer o uso das ferramentas digitais garantiu condições propícias para o desenvolvimento da ação pedagógica (Gomes *et al.*, 2024; Pantoja *et al.*, 2022). Esse respaldo institucional não apenas viabilizou a aplicação da metodologia, como também contribuiu para a criação de um ambiente favorável à experimentação e à inovação, no entanto, esse tipo de implementação exige planejamento contínuo para superar resistências culturais. Ademais, práticas inovadoras com jogos digitais tendem a apresentar melhores resultados quando contam com suporte institucional, integrando-as ao currículo, como ocorreu nesta experiência (Bento; Pinho, 2025; Costa *et al.*, 2025). O que reforça a importância de políticas escolares que incentivem metodologias ativas e o uso pedagógico das tecnologias digitais no processo de ensino e aprendizagem.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69846

4 CONCLUSÃO

A aplicação da gamificação como metodologia ativa no ensino de biologia mostrou-se uma maneira eficaz de envolver os estudantes, aumentar a participação em sala e melhorar a compreensão dos conceitos. Ferramentas como Kahoot e Genially permitiram criar atividades interativas e dinâmicas, tornando o aprendizado mais divertido e significativo. A intervenção demonstrou ainda que essa metodologia baseada em jogos e recursos digitais favoreceram competências importantes, como autonomia, resolução de problemas e motivação para aprender.

O sucesso da intervenção mostrou que a inovação pedagógica não depende só das estratégias adotadas, mas também do apoio da instituição, sem o devido apoio, não seria possível a realização, pois o suporte da equipe de gestão escolar foi fundamental para garantir a idealização da prática pedagógica, uma organização adequada e um ambiente que incentivasse a experimentação. Isso reforça a ideia de que as práticas gamificadas funcionam melhor quando fazem parte do planejamento da escola.

Apesar de alguns desafios, como a necessidade de ajustar a metodologia ao ritmo de cada estudante, essa dificuldade reforça a importância de melhorar o planejamento e adaptar as estratégias às diferentes realidades. Pesquisas futuras podem explorar novas ferramentas digitais, aumentando o tempo dedicado às atividades para obter resultados ainda mais confiáveis. Em suma, os resultados obtidos indicam que a gamificação é uma abordagem promissora para tornar o ensino de Biologia mais envolvente e inovador, assim, recomenda-se investir na continuidade dessa abordagem, ampliando sua integração curricular e explorando novos recursos tecnológicos que potencializem aprendizagens cada vez mais motivadoras e inclusivas.

REFERÊNCIAS

BENTO, T. S. M; PINHO, M. J. S. A gamificação como metodologia de ensino nas aulas de Biologia no Ensino Médio durante o Estágio Supervisionado II. **Revista NUPE**, Bahia, v. 5, n. 2, p. 1-10, 2025.

BRAZ, G. S. C. **Gamificação no Ensino de Biologia: uma revisão de literatura.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas) – Instituto Federal do Espírito Santo, Campus Alegre, 37f. 2022.

COSTA, A. G. **Gamificação como metodologia ativa no ensino de biologia: compreendendo os filos de plantas e animais por meio de jogos educativos digitais.** Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Humanas) – Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 49 f, 2024.

COSTA, L. de S.; OLIVEIRA, R. C; FREITAS, S. R. S. Zerando o jogo: a aprendizagem de Ciências a partir do jogo educacional Pense Bem – Criptograma. **Aracê**, São José dos Pinhais, v. 7, n. 12, p. 1-24, 2025.

DIAS, C. D. C. *et al*. Utilização de jogos digitais para o ensino de Ciências Biológicas. **Revista Boca**, Boa Vista, v. 14, n. 42, p. 125–138, 2023.

FARDO, M. L. A gamificação aplicada em ambientes de aprendizagem. **Revista Renote**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, 2013.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69846

FERRONI, T. V. S.; REIS, G. F.; RODRIGUES, J. A.; FIGUEIREDO, L. C. Impacto da gamificação na motivação e engajamento em cursos de saúde. **RECIMA21**, São Paulo, v. 5, n. 12, p. 1-19, 2024.

GOMES, D. O. S.; ZATTA, A. C. C.; PINTO, D. M. S.; RIBEIRO, G. C.; LEBOREIRO, M. S. F.; SOBROSA, M. G. C.; PENHA, M. S.; SILVA JÚNIOR, M. F. Gamificação como estratégia de engajamento no ensino de Ciências. **International Journal of Multidisciplinary Review**, São Paulo, v. 5, n. 3, p. 01–18, 2024.

LIMA, M. J. F. **As tecnologias digitais aplicadas ao ensino de biologia: o uso do Kahoot como ferramenta de gamificação no processo de ensino e aprendizagem.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa,49 f. 2024.

OLIVEIRA, F. D. S.; MORAES, D. C. S; TAVARES, W. A. C.; MATOS, M. J. D; PRATES, C. P.; SILVA, T. T. **Gamificação no ensino de Ciências Biológicas: estratégias para engajar alunos em ambientes educacionais**. São Paulo: Editora Integrar, 2025.

OLIVEIRA, R.; FERREIRA, T. M.; OVIGLI, D. F. B. Kahoot como estratégia de aprendizagem em Genética no Ensino Médio e Técnico Integrado. **Ensino e Tecnologia em Revista,** Curitiba, v. 9, n. 1, p. 1–15, 2025.

PANTOJA, A. P.; SILVA, N. C.; MONTENEGRO, A. V. Uso de elementos da gamificação como recurso metodológico no ensino de Biologia: aplicações no ensino remoto no IFPA – Campus Abaetetuba. **Vivências,** Erechim, RS, v. 18, n. 36, p. 53-66, 2022.

QUEIROGA, M. P.; PACHECO, C. S. G. R. Gamificação como ferramenta pedagógica no ensino de Biologia: possibilidades e desafios. **Cadernos Cajuína**, Teresina, PI, v. 6, n. 12, p. 01-17, 2024.

SCHMITZ, D. D. S. **A metodologia ativa de gamificação no ensino de biologia: Uma revisão bibliográfica.** Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Especialização em Ensino de Ciências "Ciências é 10!") - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 15 f. 2021.

SILVA, S. B.; MELLO, W. Metodologias de gamificação virtual no ensino de Biologia: um enfoque na formação inicial de professores. **Revista Sustinere**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 2, p. 956–975, 2024.

SILVA, S. O; COSTA, H. S. Gamificação no ensino de Ciências: desafios, estratégias e experiências. **Ciência em Tela**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 2, p. 1–15, 2016.

SOUZA, M. A.; SILVA, J. C. A gamificação como abordagem metodológica: uma contribuição para o ensino-aprendizagem de Ciências. **Educação Pública**, Rio de Janeiro, v. 25, n. 37, 2025.

TEIXEIRA, A. R. L.; VALLE, M. G. do. Panorama do uso da metodologia da gamificação no ensino de biologia: uma revisão sistemática da literatura. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, Castelo de Paia, PT, v. 17, n. 1, p. 01-22, 2025.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69846

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

PLANTAR IDEIAS, COLHER CONHECIMENTOS: A FORÇA DO TRABALHO COLABORATIVO NA ESCOLA PÚBLICA

MILENA APARECIDA DA SILVA NUNES; ANTÔNIO RIBEIRO DE SOUZA JUNIOR; MARCELO AUGUSTO FILARDI

RESUMO

O presente trabalho descreve a síntese e a análise das atividades desenvolvidas no âmbito do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), com foco na implementação e acompanhamento do projeto da Horta Escolar na Escola Estadual "Dr. Lúcio Vieira da Silva", localizada no distrito de Bom Jesus da Cana Brava, município de São João Evangelista (MG). Participaram do projeto turmas do Ensino Fundamental I e II e da Educação de Jovens e Adultos (EJA). As ações envolveram preparação do solo, plantio, irrigação, adubação orgânica, manejo, colheita e distribuição das hortaliças produzidas. O projeto buscou promover a integração entre teoria e prática, estimular hábitos alimentares saudáveis, fortalecer a educação ambiental e ampliar o protagonismo estudantil. A experiência permitiu o desenvolvimento de competências formativas essenciais na formação docente inicial, especialmente relacionadas ao planejamento, mediação pedagógica e aplicação de metodologias ativas contextualizadas. O trabalho apresenta ainda uma Sequência Didática oportunizando a implementação de hortas escolares em outras instituições, além de uma reflexão sobre os desafios encontrados, a relevância social do projeto e as contribuições para a formação profissional dos bolsistas do PIBID. Os resultados mostraram entusiasmo e engajamento dos estudantes, produção significativa de hortaliças e fortalecimento da relação escola-comunidade. Conclui-se que a horta escolar se configura como um instrumento pedagógico eficaz, interdisciplinar e socialmente relevante, contribuindo para a aprendizagem significativa e para a formação de cidadãos críticos e conscientes.

Palavras-Chaves: Ensino fundamental; EJA; Horta escolar; PIBID.

1 INTRODUÇÃO

O presente relatório tem como objetivo apresentar a experiência vivenciada no Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), com ênfase no desenvolvimento e na conclusão do Projeto da Horta Escolar na Escola Estadual "Dr. Lúcio Vieira da Silva", situada no Distrito de Bom Jesus da Cana Brava, pertencente ao município de São João Evangelista (MG). O município possui cerca de 15 mil habitantes, caracterizado por sua economia baseada na agricultura e agropecuária familiar e pequenos comércios, com forte presença regional do Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista (IFMG-SJE), referência centenária em educação, ciência e tecnologia.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69881

O IFMG-SJE desempenha um papel significativo na formação profissional da região, oferecendo cursos técnicos, superiores e projetos de pesquisa, ensino e extensão voltados ao desenvolvimento sustentável e à inovação educacional. Essa aproximação entre instituição formadora e as escolas públicas alinha-se à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que valoriza práticas pedagógicas contextualizadas, investigativas e conectadas ao território (BRASIL, 2020).

A Escola Estadual "Dr. Lúcio Vieira da Silva" atende estudantes do Ensino Fundamental I, II e da Educação de Jovens e Adultos (EJA), em um contexto rural marcado por turmas reduzidas e desafios socioeconômicos que interferem diretamente no processo de ensino-aprendizagem. Nesse cenário, a horta escolar surge como uma proposta de transformar o ambiente educativo por meio de metodologias ativas e interdisciplinares, refletindo a compreensão de que práticas sustentáveis geram impacto direto na aprendizagem e na comunidade (COSTA; SOUZA, 2022; MARTINS; OLIVEIRA, 2023).

O Projeto vem sendo conduzido desde fevereiro de 2025 por dois estudantes do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFMG-SJE e bolsistas do PIBID. O PIBID oferece a oportunidade de imersão antecipada na realidade escolar, permitindo-nos vivências significativas relacionadas ao planejamento, mediação pedagógica, aplicação de metodologias ativas e construção da identidade docente. Essa integração entre teoria e prática atende a perspectiva apresentada por Silva e Almeida (2021), segundo os quais o PIBID contribui para o desenvolvimento profissional e para a consolidação da prática reflexiva. A horta escolar consolidou-se como um espaço de aprendizagem científica, ambiental e social, articulando conteúdos curriculares à vivência concreta dos estudantes.

2 RELATO DE EXPERIÊNCIA

As atividades do PIBID tiveram início em novembro de 2024, na Escola Estadual "Dr Lúcio Vieira da Silva", com acompanhamento das aulas, apoio aos professores, regência eventual e observação das demandas pedagógicas das turmas do 6° ao 9° ano e EJA, totalizando 110 alunos matriculados sendo, sua maioria, alunos da zona rural.

Em fevereiro de 2025, iniciou-se a implementação do Projeto da Horta Escolar, cuja área disponível para cultivo (cerca de 900 m^2) apresentava solo degradado e empobrecido localizado logo na entrada da instituição (**Figura 1**).

Figura 1 - Vista parcial da área escolar utilizada no Projeto Horta Escolar com alunos do Ensino Fundamental e do Ensino de Jovens e Adultos em São João Evangelista (MG). Fonte: *Google maps*.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69881

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Inicialmente, foi proposta uma roda de conversa com os alunos do 6° ao 9° ano, professores e demais funcionários da instituição, a fim de apresentar o projeto, justificar sua realização e ouvir ideias de todos da comunidade escolar. As ações iniciais envolvendo capina, limpeza, revolvimento do solo e adubação orgânica, dialogam com as práticas de educação ambiental crítica descritas por Souza e Barros (2024), que defendem o protagonismo dos estudantes na relação socioambiental com o meio.

Após dois meses de planejamento e preparação do solo, o plantio foi realizado com todas as turmas do Ensino Fundamental II com cerca de 42 alunos (**Figura 2**), em programação previamente agendada com a professora supervisora. Nas turmas do Ensino Fundamental I e da EJA, envolvendo cerca de 65 alunos, considerando-se as especificidades etárias de crianças e idosos e o caráter mais exigente das atividades, priorizou-se a participação por meio da observação e de orientações relativas ao tempo adequado de plantio, ao modo e ao local mais apropriados para cada hortaliça, bem como à observação da lua no processo agrícola. Os estudantes participaram de todo o processo desde o preparo dos canteiros até a última colheita. Foram repassadas orientações relacionadas à manutenção periódica e tratos culturais dos canteiros e funções para serem cumpridas durante a ausência dos bolsistas do PIBID, fortalecendo o protagonismo estudantil conforme sugerem Gomes e Ferreira (2022), ao destacarem a importância das metodologias ativas no ensino de Ciências.

Figura 2 - Trabalhos iniciais de implantação de uma horta escolar realizados com alunos do Ensino Fundamental de uma escola rural em São João Evangelista (MG).

A manutenção da horta escolar foi realizada, prioritariamente, durante os horários das aulas de Ciências, com uma carga aproximada de 1 hora e 30 minutos semanais, possibilitando a articulação direta entre os conteúdos curriculares e a prática pedagógica. Nesses momentos, os estudantes participavam ativamente das atividades de cuidado com os canteiros aplicando, de forma concreta, conceitos científicos relacionados às plantas, ao solo, à nutrição e à sustentabilidade.

Além das aulas de Ciências, os temas relacionados à horta também foram abordados nas disciplinas de Geografia e História. Nessas aulas, discutiam-se aspectos como os tipos de solo onde a horta estava inserida, a adequação de cada solo às diferentes plantas, bem como o conhecimento histórico-cultural sobre a relação dos povos ancestrais com os ciclos da Lua e sua influência no plantio.

Quanto aos processos avaliativos, cada professora teve autonomia para definir os critérios de avaliação em sua disciplina, respeitando as especificidades dos conteúdos e das metodologias adotadas. Na disciplina de Ciências, por exemplo, foram considerados aspectos

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69881

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

como o comportamento dos alunos durante as explicações, a participação nas discussões e nas respostas às perguntas propostas, bem como o desempenho individual e coletivo nos momentos de "mãos à obra", tanto na manutenção da horta quanto nos trabalhos desenvolvidos sobre alimentação saudável. Essas atividades avaliativas estavam diretamente relacionadas ao que os estudantes vivenciavam no Projeto da Horta, reforçando a avaliação como parte do processo de aprendizagem.

A elaboração de uma Sequência Didática, uma estratégia didático-pedagógica exitosa (Martins, Oliveira, 2023), foi idealizada com o objetivo de auxiliar outros professores que desejem implementar projetos relacionados a hortas escolares.

3 DISCUSSÃO

Foram construídos sete canteiros (1 m x 2 m), mantendo-se um espaçamento de 50 cm entre eles, a fim de facilitar o acesso, o manejo e a manutenção. Nesses canteiros, foram cultivadas mudas de cebolinha, tomate, alface e couve, além de sementes de mostarda, salsinha e cenoura (**Figura 3**). Ressalta-se que, embora a maioria das culturas tenha se desenvolvido satisfatoriamente, a cenoura não apresentou taxa de germinação expressiva.

Figura 3 - Canteiros estabelecidos no Projeto Horta Escolar com alunos do Ensino Fundamental de uma escola rural em São João Evangelista (MG). Fonte: elaborado pelos próprios autores.

No âmbito formativo, o PIBID desempenhou papel fundamental ao proporcionar aos bolsistas o desenvolvimento de competências essenciais à docência. De acordo com Silva e Almeida (2021), o programa contribui significativamente para o fortalecimento da identidade docente ao inserir o licenciando em situações reais de ensino, permitindo a reflexão crítica sobre a prática pedagógica. Nesse sentido, o projeto também se articula à perspectiva da educação ambiental crítica defendida por Souza e Barros (2024), que destacam a importância de práticas pedagógicas conectadas ao território, ao cotidiano e às vivências dos sujeitos envolvidos.

Apesar dos resultados expressivos alcançados, o desenvolvimento do projeto enfrentou desafios relevantes, como a limitação de recursos físicos e as condições iniciais do

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69881

solo. Tais dificuldades, segundo Gomes e Ferreira (2022), são inerentes às práticas pedagógicas ativas e exigem constante análise crítica, planejamento e capacidade de adaptação por parte dos educadores. Ainda assim, a superação desses obstáculos contribuiu para o aprimoramento das estratégias adotadas e para o fortalecimento do caráter formativo da experiência.

No que se refere aos resultados sociais e educacionais, a produção das hortaliças passou a integrar parte da alimentação escolar, contribuindo para a oferta de alimentos mais saudáveis aos estudantes, em consonância com a BNCC, que reforça a importância da educação alimentar e nutricional no ambiente escolar (BRASIL, 2020).

Em 20 de agosto de 2025, ocorreu a última colheita do projeto, momento em que as hortaliças foram distribuídas aos estudantes que desejassem levar para suas casas, beneficiando também suas famílias. Essa ação ampliou o alcance social do projeto e reforçou a função comunitária da horta escolar, conforme defendem Costa e Souza (2022) ao discutirem o papel das hortas na aproximação entre escola e comunidade.

A participação ativa dos estudantes ao longo do projeto favoreceu o desenvolvimento de habilidades como organização, cooperação, autonomia e responsabilidade, conforme apontam Martins e Oliveira (2023) ao analisarem o potencial interdisciplinar das hortas escolares. Na EJA, observou-se maior engajamento dos estudantes, resultado que reforça a relevância de práticas pedagógicas contextualizadas e inclusivas para públicos diversos, conforme destacam Souza e Barros (2024).

Essa abordagem ampliou a compreensão dos estudantes sobre a agricultura como prática social, histórica e ambiental, dialogando com as orientações da BNCC, que incentiva a integração entre áreas do conhecimento e a valorização dos saberes tradicionais e científicos (BRASIL, 2020). Segundo Gomes e Ferreira (2022), práticas interdisciplinares como essa contribuem para uma visão mais ampla e contextualizada dos fenômenos estudados, tornando o aprendizado mais significativo. Como um exemplo disso tem-se um pequeno relato a seguir de uma aluna do 9° ano, que diz o seguinte: "*Todos nós temos uma horta em casa, e na escola não seria diferente. É muito importante ter uma horta na escola, pois, por meio dela, nós, alunos, teremos acesso a alimentos saudáveis, além do incentivo para cultivarmos uma horta em casa*". (ML, 9° ano).

A seguir, uma proposta de Sequência Didática para projetos envolvendo hortas escolares (**Tabela 1**).

Tabela 1 - Sequência didático-pedagógica para projetos envolvendo hortas escolares.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA	
Tema:	Implementação de uma Horta Escolar
Público-alvo:	Ensino Fundamental I e II e Educação de Jovens e Adultos (EJA)
Problematização:	Alunos de uma escola rural que apresentam hábitos alimentares pouco saudáveis e demonstram desconhecimento sobre os processos de plantio, cultivo e colheita de alimentos.
Objetivo Geral:	Implementar uma horta escolar interdisciplinar integrada ao currículo, promovendo saúde, sustentabilidade e aprendizagem prática.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69881

Tabela 1 – cont.

Conteúdos e Métodos				
Momentos Pedagógicos	**Tempo**	**Materiais**	**Procedimentos**	**Avaliação**
Momento 1: Introdução ao tema e contextualização	1 h/aula (50 min)	Imagens de hortas, quadro, pincel.	Roda de conversa para apresentar o projeto da horta escolar, discutir alimentação saudável, sustentabilidade e levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre plantio, cultivo e colheita.	Participação oral, envolvimento nas discussões e contribuições apresentadas pelos alunos.
Momento 2: Diagnóstico e planejamento	2 horas/aula (100 min)	Espaço da horta, caderno, lápis	Observação do espaço disponível, avaliação da qualidade do solo, identificação da disponibilidade de água e levantamento dos conhecimentos prévios. Planejamento coletivo com definição das hortaliças, organização do cronograma e discussão de princípios de sustentabilidade.	Interesse demonstrado, participação no planejamento e capacidade de organização em grupo.
Momento 3: Preparação do solo	4 horas/aula (200 min)	Enxadas, pás, carrinhos de mão, adubo orgânico (esterco)	Realização da capina e limpeza da área, revolvimento do solo, aplicação de adubo orgânico e formação dos canteiros, com orientação dos professores e bolsistas.	Observação do engajamento, cooperação entre os alunos e execução adequada das tarefas.
Momento 4: Plantio	1 hora/aula para cada turma (50 min)	Mudas, sementes, regadores, celular/câmera	Distribuição das mudas nos canteiros, semeadura direta quando necessário, realização da primeira irrigação guiada e registro fotográfico das atividades.	Participação prática, respeito às orientações e cuidado com as plantas.
Momento 5: Manutenção da horta	Contínuo (ao longo do projeto)	Regadores, enxadas e adubo orgânico de cobertura.	Irrigação diária, controle de ervas daninhas, adubação de cobertura e observação do crescimento das plantas.	Responsabilidade nas tarefas e acompanhamento do desenvolvimento das plantas.
Momento 6: Colheita e socialização	1 hora/aula (50 min)	Caixas, sacolas, água para higienização	Retirada adequada das hortaliças, separação e higienização. Distribuição das hortaliças para os alunos e para a merenda escolar, socializando os resultados do projeto.	Envolvimento no processo, compreensão da importância da alimentação saudável e avaliação coletiva da experiência.

Fonte: Elaborada pelos autores.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69881

5 CONCLUSÃO

O Projeto da Horta escolar com alunos do Ensino Fundamental e EJA apresentou resultados pedagógicos, sociais e institucionais significativos. A participação ativa dos alunos em todas as etapas (preparo do solo, plantio, cultivo e colheita), favoreceu a aprendizagem significativa, ao articular conteúdos curriculares de Ciências com situações reais do cotidiano, fortalecendo conceitos relacionados à sustentabilidade, alimentação saudável e responsabilidade coletiva. A utilização das hortaliças na merenda escolar e a distribuição às famílias no encerramento do projeto ampliaram o alcance da ação, reforçando o vínculo entre escola e comunidade e promovendo a função social da escola pública.

Para os pibidianos, a vivência proporcionada pelo projeto da horta e pelas demais atividades pedagógicas revelou-se fundamental para a formação acadêmica, social, pessoal e moral dos licenciandos. A inserção contínua no cotidiano escolar permitiu o desenvolvimento de competências profissionais, como planejamento, mediação pedagógica, sensibilidade às diferenças e compromisso ético com a educação pública. Além disso, a convivência com diferentes realidades, especialmente com alunos da EJA, contribuiu para a construção de uma postura empática, crítica e responsável, fortalecendo a identidade docente. Assim, a experiência descrita reafirma o PIBID como um espaço formativo privilegiado, capaz de integrar teoria e prática e de formar professores mais preparados, críticos e socialmente comprometidos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Brasília: MEC, 2020.

COSTA, A. R.; SOUZA, P. A.. Práticas educativas sustentáveis e hortas escolares: impactos na aprendizagem e na comunidade. **Revista Educação em Foco**, v. 25, n. 3, 2022.

GOMES, L. P.; FERREIRA, C. S.. Metodologias ativas no ensino de Ciências: aproximações entre teoria e prática. **Revista Brasileira de Educação**, v. 27, 2022.

MARTINS, M. T.; OLIVEIRA, J. R. A horta escolar como metodologia interdisciplinar no Ensino Fundamental. **Cadernos de Educação Ambiental**, v. 19, n. 1, 2023.

ROSA, C. W.; MATTOS, L. M.. Contribuições do PIBID para a formação inicial de professores: reflexões a partir da prática. **Revista Diálogo Educacional**, Curitiba, v. 13, n. 38, p. 477–496, 2013.

SILVA, R. A.; ALMEIDA, T. M. Formação docente e práticas pedagógicas no PIBID: desafios e potencialidades. **Revista Diálogos Educacionais**, v. 14, n. 2, 2021.

SOUZA, V. M.; BARROS, E. L. Educação ambiental crítica e práticas escolares. **Revista Pesquisa e Ensino**, v. 10, 2024.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69881

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

RELATO DE EXPERIÊNCIA DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO III NO ENSINO DE BIOLOGIA

LETÍCIA MARINHO NUNES

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo relatar as experiências vivenciadas durante o Estágio Supervisionado III do Curso de Licenciatura em Biologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão (IFMA), realizado no período de setembro a outubro de 2023, no Centro de Ensino Barbosa de Godois, localizado no município de São Luís–MA. O estágio ocorreu em uma turma do 7º ano do Ensino Fundamental II, no turno vespertino, na disciplina de Ciências. A carga horária total foi de 90 horas, distribuídas entre observação, planejamento e regência compartilhada. Durante o estágio, foram elaborados e aplicados planos de aula, que abordaram conteúdos referentes aos filos Artrópodes, Anelídeos, Moluscos e Equinodermos, contemplando aspectos morfofisiológicos, classificação, reprodução e importância ecológica. As aulas foram desenvolvidas a partir de diferentes estratégias metodológicas, como aulas expositivas dialogadas, jogo lúdico, construção de mapas mentais, atividades impressas e uso de recursos audiovisuais, com o intuito de estimular a participação dos alunos e favorecer uma aprendizagem mais dinâmica e significativa. Os resultados evidenciaram tanto contribuições relevantes para a formação docente quanto desafios enfrentados no cotidiano escolar, como a gestão da sala de aula, o desinteresse de alguns alunos e as dificuldades no processo avaliativo. A análise das experiências permitiu refletir sobre a necessidade de constante adaptação das práticas pedagógicas, bem como sobre a importância do estágio supervisionado como espaço de articulação entre teoria e prática. Conclui-se que o Estágio Supervisionado III é fundamental para a construção da identidade profissional do futuro professor de Biologia, contribuindo para o desenvolvimento de competências pedagógicas e reflexivas essenciais à docência.

Palavras-chave: Formação docente; Metodologias ativas; Prática Pedagógica.

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho é um relato de experiências desenvolvido durante o Estágio Supervisionado III do Curso de Licenciatura em Biologia, no período de vinte de setembro a vinte e três de outubro de 2023. A atuação no estágio deu-se no Centro de Ensino Barbosa de Godois, localizada na Avenida Newton Bello, s/n Monte Castelo, no município de São Luís- MA, em uma turma do 7º ano do Ensino Fundamental II, na disciplina de Ciências, turno vespertino.

O Estágio Supervisionado III faz parte do currículo de práticas profissionais obrigatórias do Curso de Licenciatura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão–IFMA, Campus São Luís Monte Castelo. O estágio na licenciatura é uma exigência da Lei de

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69904

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Diretrizes e Bases da Educação Nacional (nº 9.394/96) e o cumprimento de sua respectiva carga horária de 90 horas é requisito obrigatório para a conclusão do curso. Dessa forma, esse componente curricular possibilita aos graduandos uma experiência com o futuro ambiente de trabalho, proporciona consequentemente os últimos passos na transformação de discente para docente.

De acordo com Pimenta e Lima (2012), o estágio supervisionado, enquanto componente curricular, embora não seja suficiente para preparar plenamente o licenciando para o exercício do magistério, constitui um espaço fundamental de reflexão sobre a profissão docente, permitindo a aproximação com a realidade escolar, com os alunos e com os desafios enfrentados pelos professores no cotidiano da educação básica.

É por meio do processo de estágio que o futuro docente chega a determinadas conclusões acerca do ensino de Biologia dentro do ambiente escolar, ao refletir sobre sua prática pedagógica. Por isso, o estagiário tem a oportunidade de entrar em campo e de colocar em prática todas as teorias aprendidas na sua formação. Essas conclusões envolvem uma compreensão mais profunda da importância da adaptação constante diante das demandas da sociedade e do avanço tecnológico. Além disso, o estagiário reconhece a necessidade de desenvolver habilidades socioemocionais em seus alunos, preparando-os para enfrentar desafios e promover a construção de um ambiente de aprendizado inclusivo e colaborativo.

Nesse contexto, Uliana (2009) ressalta que a vivência do estágio representa um dos maiores desafios para os futuros professores. Trata-se de um processo essencial para a construção da identidade e história profissional, no qual o estagiário passa a refletir criticamente sobre sua prática e vislumbrar sobre o papel que exercerá enquanto educador.

O Estágio Supervisionado III consiste em realizar planejamentos de aulas e exercer a docência compartilhada, com orientação e supervisão do professor/a titular da escola e da professora do Instituto, em turmas do Ensino Fundamental nas escolas de educação básica da rede pública. A regência tornou-se fundamental, pois, segundo Scalabrini e Molinari (2010), propiciou ao aluno de licenciatura a observação, pesquisa, planejamento, execução e avaliação de todos os diferentes tipos de atividades pedagógicas. Nesta etapa, entramos em contato com a sala de aula de fato, transferindo conhecimento aos alunos e desempenhando o papel de mediadores entre o saber e a realidade.

Portanto, esse trabalho teve como objetivo, relatar sobre as experiências e atividades desenvolvidos durante o período de estágio apresentando os métodos utilizados durante esse processo de vivência docente.

2 RELATO DE CASO/EXPERIÊNCIA

O Estágio Supervisionado III foi realizado no Centro de Ensino Barbosa de Godóis, localizado no município de São Luís–MA, em uma turma do 7º ano do Ensino Fundamental II, no turno vespertino, na disciplina de Ciências. A turma era composta por aproximadamente 40 alunos, com faixa etária entre 12 e 14 anos.

A carga horária do estágio foi de 90 horas, distribuídas entre observação, planejamento e regência compartilhada. Foram elaborados e aplicados planos de aula, contemplando conteúdos relacionados aos filos Artrópodes, Anelídeos, Moluscos e Equinodermos, abordando suas características morfofisiológicas, classificação, reprodução e importância ecológica.

Durante as aulas, foram utilizadas diferentes estratégias metodológicas, como aulas expositivas dialogadas, jogo lúdico quem sou eu?, construção de mapas mentais, atividades impressas e uso de recursos audiovisuais. Essas metodologias buscaram estimular a participação

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69904

ISSN: 2675-813X

dos alunos, valorizar seus conhecimentos prévios e promover uma aprendizagem mais dinâmica e significativa.

As atividades avaliativas ocorreram de forma contínua, considerando a participação dos alunos, o envolvimento nas atividades propostas e a realização de exercícios individuais e em grupo. A regência compartilhada permitiu a troca de experiências com a professora titular da turma, contribuindo para o aprimoramento do planejamento e da condução das aulas.

3 DISCUSSÃO

O Estágio Supervisionado III é uma etapa crucial na formação acadêmica. Diversos aspectos relevantes para a prática docente surgem, incluindo o planejamento de aulas, a adaptação do conteúdo para atender às necessidades do Ensino Fundamental e a análise tanto de como deve ser a sua postura como professora em sala de aula quanto das percepções dos alunos diante de situações que envolvem os conteúdos de Biologia. Durante as aulas é essencial refletir sobre o desenvolvimento do estágio, considerando a necessidade de implementar novas estratégias de aprendizagem específicas para o estudo da Biologia. Essa experiência proporciona ao estagiário a oportunidade de aprimorar suas habilidades pedagógicas, adaptar-se às peculiaridades do ensino de ciências e contribuir de maneira significativa para o processo de ensino-aprendizagem. O estágio, nesse contexto, se mostra como um espaço crucial para a reflexão constante e o aprimoramento contínuo do futuro professor.

Um dos maiores desafios para o estagiário se caracteriza pela difícil tarefa de tentar conter as conversas paralelas e as brincadeiras em sala de aula, tendo em vista o grande número de alunos que superlotam as salas de aulas, porém, no decorrer da regência, foi se desenvolvendo técnicas e habilidades que auxiliavam nessa tarefa. Além disso, alguns alunos que não demonstravam interesse pelo ensino da disciplina acabavam tirando a atenção dos demais causando assim alguns momentos de desconforto para a estagiária.

Para todas as atividades foram fornecidos os materiais para os alunos (Xerox das atividades), que eram realizadas sempre ao término das explanações dos conteúdos. As atividades eram pontuadas e, posteriormente, esses pontos eram adicionados à nota da prova. Em outras palavras, a prova valia oito pontos e a entrega das atividades valia dois pontos, totalizando dez pontos. Portanto, os alunos que não entregavam as atividades não obtinham pontuação adicional para ser acrescentada à nota de sua prova.

Durante as aulas foram utilizados vários recursos, descartando o livro didático como orientação da professora titular, foram trazidas imagens diversas, vídeos e aulas em *PowerPoint* e quadro branco, buscando atrair a atenção dos alunos e contribuir sobre a forma como os estudantes constroem os conhecimentos de Biologia. Ao refletir sobre o uso do quadro branco, observei que copiar no quadro tornou-se essencial para que os estudantes possam assimilar melhor o conteúdo, visto que, o livro didático era pouco utilizado já que o seu conteúdo era muito enxugado e os alunos precisavam de material para estudar para as provas.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69904

O jogo lúdico Quem sou eu? foi desenvolvido com a turma organizada em grupos, utilizando cartas confeccionadas no Canva, uma ferramenta gratuita de design gráfico online, e posteriormente impressas, sendo entregue um conjunto igual de cartas para cada grupo. As cartas são embaralhadas e, a cada rodada, um aluno lê em voz alta as pistas presentes na carta, que descrevem as características de um determinado animal pertencente aos moluscos, artrópodes ou anelídeos. Com base nessas informações, os alunos discutem entre si para identificar o animal correspondente. Ao final de cada rodada, a resposta é conferida, permitindo a correção e o reforço dos conteúdos trabalhados, tornando a atividade dinâmica, interativa e facilitadora do processo de aprendizagem. Além disso, é uma maneira divertida de revisar informações sobre os conteúdos de maneira prática.

Figura 1: Jogo lúdico Quem sou eu?

Os conteúdos abordados na turma do 7º ano do Ensino Fundamental não fogem da realidade dos alunos, visto que se trata de um tema familiar para eles, falando sobre os artrópodes, anelídeos, moluscos e equinodermos. Por isso, foram levadas para as aulas imagens, vídeos, atividades lúdicas, onde os alunos puderam agregar conhecimento e estimular sua imaginação. Os alunos trouxeram muitos exemplos e conhecimentos durante a aula, demonstrando sua percepção sobre os diferentes tipos de animais pertencentes aos filos supracitados e de como eles estão presentes em

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69904

ISSN: 2675-813X

seu cotidiano. Dessa forma, o professor é a ponte entre o aluno e o conhecimento, onde busca despertar o interesse de cada um, na busca pelos saberes (DAHER, 2017).

A professora titular orientou os estagiários para elaboração de uma prova mensal. As estagiárias do 7º ano desenvolveram um exame com sete questões de múltipla escolha e uma questão discursiva, totalizando oito perguntas. O conteúdo abordado foi artrópodes, anelídeos e moluscos. A prova tinha um valor total de oito pontos, e os alunos que completaram todas as atividades prévias ganhavam dois pontos adicionais, totalizando uma pontuação máxima de dez pontos. Para preparar os alunos, foram realizadas atividades de revisão, visando esclarecer dúvidas.

Apesar das expectativas geradas pela elaboração da prova, o resultado final foi desanimador, com muitos alunos obtendo notas muito baixas. Mesmo com o acréscimo de pontos provenientes das atividades, vários estudantes acabaram ficando em situação de recuperação, evidenciando que a média da escola, fixada em seis, não foi atingida por muitos. Este desafio destaca a necessidade de uma análise mais aprofundada sobre o método de avaliação e de reavaliar a eficácia das estratégias de preparação para as avaliações.

Através do estágio supervisionado III, foi possível o primeiro contato com a sala de aula, permitindo à estagiária perceber o que é ser professor. É muito difícil para os futuros docentes estabelecer a relação entre os conteúdos e ensinar de forma crítica e didática para o estudante. A formação docente acontece passo a passo teoricamente na faculdade, mas na prática o campo do estágio é essencial.

Além disso, conforme discutem Scalabrin e Molinari (2013), o estágio supervisionado é indispensável na formação docente, pois representa um processo essencial de aprendizagem para a formação de professores preparados para enfrentar os desafios da carreira docente.

4 CONCLUSÃO

O Estágio Supervisionado III proporcionou o desenvolvimento de atividades docentes, sabendo que é a hora em que atua em uma sala de aula, e que assumirá a responsabilidade e o papel do professor de Biologia, é o momento para pôr em prática as estratégias de ensino e aprendizagem, os quais foram estudados nas diferentes disciplinas ofertadas no curso de licenciatura.

Considero que essa vivência ultrapassou os limites da sala de aula, revelando-se de extrema importância. Afinal, ao assumir a responsabilidade pela condução de aulas sob a supervisão de um professor mais experiente, fui instigada a questionar a importância de uma reflexão mais aprofundada sobre a prática pedagógica. Ao analisar criticamente minhas próprias abordagens, pude discernir áreas específicas que necessitam de melhoria e desenvolver habilidades de comunicação e interação com os alunos, compreendendo suas necessidades individuais e adaptando as estratégias de ensino de acordo com as necessidades dos alunos.

Ao longo do estágio I, II e III, que abrangem o ensino de Biologia no ambiente escolar, o estagiário tem a oportunidade de adentrar no campo, atentando-se para realizar observações, análises e reflexões sobre a prática docente Biologia. Nesse sentido, tais experiências foram de suma importância para o meu crescimento profissional docente e ainda, um momento experimental em poder compartilhar conhecimentos com os alunos e o professor titular de turma de forma significativa.

REFERÊNCIAS

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69904

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº 9.394, 20 de dezembro de 1996.

DAHER, A. F. B. (2017). Aluno e Professor: Protagonistas do Processo de Aprendizagem. SEMED - Campo Grande/MS, 1–12. https://www.campogrande.ms.gov.br/semed/wpcontent/uploads/sites/5/2017/03/817alunoeprofessor.pdf.

PIMENTA, Selma Garrido e LIMA, Maria Socorro Lucena. **Estágio e Docência**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2004.

SCALABRIN, I. C.; MOLINARI, A. M. C. **A importância da prática do estágio supervisionado nas licenciaturas**. UNAR, v. 17, n. 1, 2013.

ULIANA, E. R. ESTÁGIO SUPERVISIONADO: UMA OPORTUNIDADE DE REFLEXÃO DAS PRÁTICAS NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS. **IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE, III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia**, 2009.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69904

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

PERCEPÇÃO AMBIENTAL NO ESPAÇO VIVIDO: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA OBSERVACIONAL

JOSILEIA DOS REIS DE LIMA

Introdução: A Educação Ambiental configura-se como um campo fundamental para a análise crítica das relações estabelecidas entre sociedade e natureza, especialmente em contextos locais, pois possibilita compreender de que maneira as práticas cotidianas interferem no equilíbrio ambiental e repercutem diretamente nas condições de vida da população, evidenciando a importância de práticas educativas voltadas à sensibilização e à conscientização socioambiental. **Objetivo:** Relatar observações realizadas pela pesquisadora em um território local, buscando refletir sobre os principais impactos ambientais decorrentes da ação humana e suas implicações para a qualidade ambiental e o bem-estar da população. **Relato de Experiência:** Trata-se de um estudo de natureza qualitativa e caráter descritivo, fundamentado em observações sistemáticas do cotidiano do povoado KM 17, localizado a aproximadamente 17km do município de Codó (MA). O território é atravessado pela BR-316 e pela MA-026, apresentando intenso fluxo de veículos, fator que influencia significativamente as dinâmicas ambientais locais. As análises consideraram aspectos visíveis da paisagem, bem como as interações humanas com o ambiente, possibilitando a identificação de impactos ambientais associados às atividades antrópicas. As observações realizadas evidenciaram a presença de impactos ambientais como poluição do ar relacionada ao tráfego intenso de veículos, poluição sonora, acúmulo de resíduos sólidos às margens das rodovias e alterações perceptíveis na qualidade ambiental do território. O levantamento desses elementos permitiu refletir sobre suas consequências para o ambiente e para a saúde da população, destacando a proximidade desses problemas com o cotidiano local e a necessidade de ações de Educação Ambiental voltadas à sensibilização socioambiental. **Conclusão:** Conclui-se que a observação do território como espaço de vivência constitui uma estratégia relevante para a Educação Ambiental, ao favorecer a compreensão crítica dos impactos ambientais e estimular reflexões sobre atitudes mais responsáveis em relação ao meio ambiente. A valorização do contexto local contribui para a construção de uma percepção mais consciente acerca das questões socioambientais, reforçando o papel da Educação Ambiental na promoção da sustentabilidade.

Palavras-chave: **AÇÃO ANTRÓPICA; QUALIDADE AMBIENTAL; SENSIBILIZAÇÃO SOCIOAMBIENTAL**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69931

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

ESTUDO DE COMPORTAMENTO E TÉCNICA DE ENRIQUECIMENTO E CONDICIONAMENTO DE ARARAS-CANINDÉ CATIVAS

LARA VENÂNCIO DE SOUZA; MARCOS VINÍCIUS RODRIGUES

Introdução: O bem-estar de animais silvestres em cativeiro, como zoológicos e centros de conservação, é essencial na Medicina Veterinária. Garantir condições adequadas de bem-estar envolve atender às necessidades físicas, psicológicas e comportamentais, permitindo que os animais expressem comportamentos naturais e reduzam o estresse. O Enriquecimento Ambiental e o Condicionamento Operante são ferramentas chave para promover estímulos físicos e cognitivos, melhorando a saúde e qualidade de vida dos animais. **Objetivo:** Aplicar técnicas de Enriquecimento Ambiental e Condicionamento Operante em Araras-canindé mantidas no Centro de Biodiversidade da Usipa (CEBUS) - MG, com a finalidade de promover o bem-estar físico e psicológico, evidenciando a relevância dessas práticas para o manejo e conservação da espécie. **Metodologia:** As observações comportamentais iniciaram-se em abril, por meio de observação direta, com registros em fichas, fotografias e vídeos. A coleta de dados para elaboração do etograma utilizou a técnica de amostragem de todas as ocorrências. Entre abril e dezembro, foram aplicados 42 enriquecimentos ambientais nas categorias física, cognitiva, sensorial e alimentar, além da realização de 43 sessões de condicionamento operante em níveis progressivos. Durante o treinamento, utilizaram-se os comandos “AQUI”, “FICA”, “VAI”, “ENTRA”, “SOBE”, “ASA” e “NÃO”, com reforço positivo por meio de amendoim associado ao som de um apito. As respostas comportamentais foram avaliadas qualitativamente antes, durante e após os estímulos. **Resultados:** O etograma inicial, realizado em abril durante 60 minutos de observação, evidenciou elevada ociosidade, movimentos de *pacing* na grade superior do recinto e comportamentos repetitivos, indicando possíveis sinais de estresse. Com a introdução progressiva dos enriquecimentos ambientais, observou-se aumento da exploração do ambiente e redução de estereotipias. O condicionamento operante possibilitou respostas consistentes aos comandos, sendo que, até dezembro, seis indivíduos passaram a voar até o bastão, dois responderam aos comandos no solo e um interagiu apenas com os enriquecimentos. Atualmente, é possível conduzir as aves voluntariamente à gaiola para contenção física, sem gerar estresse. **Conclusão:** O Enriquecimento Ambiental e o Condicionamento Operante demonstraram eficácia na promoção do bem-estar das Araras-canindé em cativeiro, reduzindo sinais de estresse, estimulando comportamentos naturais e facilitando o manejo, reforçando sua relevância para a conservação e qualidade de vida da espécie.

Palavras-chave: **ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL; CONDICIONAMENTO OPERANTE; ARARA-CANINDÉ**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69958

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

A EDUCAÇÃO AMBIENTAL COMO FERRAMENTA PARA A CONSERVAÇÃO DE TARTARUGAS MARINHAS: UMA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

MILENA SORAYA SANTOS LINS; ANTÔNIO VICENTE FERREIRA JÚNIOR

RESUMO

As tartarugas marinhas são animais que desempenham um papel ecológico essencial nos ecossistemas, tanto costeiros quanto oceânicos, mas encontram-se amplamente ameaçados por fatores antrópicos e ambientais, e isto reforça a necessidade de ações integradas de conservação. Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo analisar a importância da Educação Ambiental como ferramenta estratégica para a conservação das tartarugas marinhas no Brasil, buscando identificar as principais ameaças que afetam seu ciclo de vida, compreender como ações educativas contribuem para mitigação desses impactos e avaliar o papel dessas estratégias na promoção da corresponsabilidade socioambiental. Para tal, realizou-se uma revisão bibliográfica nas bases de dados: Scopus, SciELO, Periódicos CAPES e Google Acadêmico, utilizando combinações de descritores em português e inglês, selecionando estudos publicados entre 2015 e 2024 que abordam interações entre conservação de tartarugas marinhas, impactos antrópicos e práticas educativas ou de Educação Ambiental. Os resultados obtidos mostraram que as principais ameaças a esses animais incluem captura acidental, poluição marinha e costeira, ocupação desordenada do litoral, iluminação artificial, mudanças climáticas e destruição de habitats. A análise dos estudos e a discussão dos dados revela que a Educação Ambiental desempenha papel crucial no processo de conservação, tendo em vista que promove conscientização pública, o pensamento crítico, o engajamento comunitário e estimula comportamentos sustentáveis. Desse modo, destaca-se iniciativas como programas escolares, ações em museus, atividades comunitárias e projetos integrados, como o TAMAR. Tais estratégias mostram-se eficazes ao aproximar ciência e sociedade, convertendo conhecimentos biológicos em mudanças práticas de atitude que contribuam para a redução de impactos antrópicos. Foi possível concluir que a Educação Ambiental, quando contínua, contextualizada e participativa, constitui um elemento indispensável para a conservação das tartarugas marinhas, articulando com pesquisas científicas, monitoramentos e políticas públicas voltadas à proteção desses animais nos ecossistemas em que vivem.

Palavras-chave: Práticas Educativas; Biologia Marinha; Socioambientalidade.

1 INTRODUÇÃO

A megafauna marinha inclui numerosos grupos de espécies reconhecidos e que desempenham papéis fundamentais no funcionamento e na saúde dos ecossistemas marinhos, representando espécies sentinelas para a saúde dos oceanos, como as tartarugas marinhas (Martins *et al.*, 2025). Elas possuem uma longa história de importância ecológica, sociocultural e econômica significativa, atuando nos ecossistemas costeiros e oceânicos e contribuindo para a manutenção do equilíbrio ambiental. No Brasil, quatro das cinco espécies de tartarugas marinhas constam na Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção e todas as cinco espécies – Tartaruga-de- couro (*Dermochelys coriacea*), Tartaruga-cabeçuda

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69960

(*Caretta caretta*), Tartaruga-oliva (*Lepidochelys olivacea*), Tartaruga-de-pente (*Eretmochelys imbricata*) e Tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) – estão na Lista Vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza (Santos *et al.*, 2022).

Esses animais enfrentam muitas ameaças como, por exemplo, a captura acidental, que ocorre em muitas pescarias no Brasil, levando a uma alta mortalidade de fêmeas adultas em torno das áreas de nidificação (Bomfim *et al*., 2021). Além disso, todas as fases da vida das tartarugas marinhas são profundamente afetadas pela temperatura e a delicadeza do processo de nidificação requer temperaturas ideais para que o processo de reprodução funcione como deveria e os filhotes consigam sair do ninho (Randolph e Deale, 2025).

Contudo, os impactos humanos, somados às mudanças climáticas que afetam a temperatura da areia e o sucesso reprodutivo, comprometem a sobrevivência das espécies. Felizmente, as tartarugas marinhas têm ganhado, nas últimas décadas, importância adicional como um símbolo valioso para a conservação (Reis e Goldberg, 2017), atuando como espécies emblemáticas que mobilizam iniciativas de proteção, sensibilizam a sociedade e fortalecem políticas públicas voltadas à preservação dos ecossistemas costeiros e marinhos.

Os princípios da Educação Ambiental apresentam uma abordagem abrangente e integrada para promover a conscientização e a ação em relação ao meio ambiente, estabelecendo uma aplicação da prática da sua vertente crítica, de acordo com a Lei Nº 9.795/99, Art.4º (Brasil, 1999). Assim, por meio de ações educativas contínuas, diálogos participativos e atividades de sensibilização, promove mudanças de comportamento, fortalecendo o pensamento crítico e o engajamento coletivo. Nesse âmbito, a Educação Ambiental surge como uma ferramenta norteadora, atuando na esfera socioambiental e buscando conscientizar a população sobre a importância ecológica desses animais, os riscos que enfrentam e a responsabilidade humana em sua proteção.

Portanto, a escolha do tema deste trabalho justifica-se pela urgência em fortalecer ações que contribuam para a conservação das tartarugas marinhas, considerando o cenário atual, com crescentes ameaças humanas e ambientais que comprometem a sobrevivência desses animais. Por isso, diante de sua importância, torna-se indispensável compreender como práticas de Educação Ambiental podem ampliar a percepção pública sobre essa problemática e instigar mudanças de comportamento que visem proteger essas espécies oceânicas.

Assim, este estudo tem como objetivo analisar a importância da Educação Ambiental como ferramenta estratégica para a conservação das tartarugas marinhas no Brasil. Partindo desse propósito, elencamos como objetivos específicos: a) identificar as principais ameaças antrópicas que impactam o ciclo de vida das tartarugas marinhas; b) compreender de que maneira programas e ações de Educação Ambiental têm atuado na mitigação desses impactos; c) avaliar a relevância de estratégias educativas como mecanismos de engajamento, promoção do pensamento crítico e incentivo à corresponsabilidade socioambiental.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho constitui uma revisão bibliográfica realizada nas bases de dados Scopus, SciELO, Periódicos CAPES e Google Acadêmico, as quais foram selecionadas devido à ampla disponibilidade de estudos científicos nacionais e internacionais relacionados à conservação de tartarugas marinhas e à Educação Ambiental. Para as buscas, foram utilizadas combinações de palavras-chave em português e inglês, incluindo: *"tartaruga marinha", "Educação Ambiental", "conservação ambiental", "biologia marinha"*, e seus equivalentes *"sea turtle", "Environmental Education", "environmental conservation", "marine biology"*. Também, operadores booleanos foram aplicados, a fim de ampliar e refinar a busca, como: ("*tartaruga marinha*" *OR* "*sea turtle*") *AND* ("*Educação Ambiental*" *OR* "*Environmental Education*") *AND* (*conservação* OR *conservation*).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69960

A partir dessa busca, foram selecionados artigos publicados entre 2015 e 2024, buscando contemplar pesquisas recentes sobre o tema. Os critérios de inclusão abrangeram leitura dos títulos, resumos e, posteriormente, dos textos completos. Dessa forma, os estudos incluídos foram organizados e analisados de forma qualitativa. Dentre eles, incluíram-se artigos científicos, dissertações, teses e relatórios técnicos que discutissem a conservação de tartarugas marinhas, impactos antrópicos, práticas de Educação Ambiental e estudos de biologia marinha aplicados à proteção dessas espécies, excluindo-se trabalhos sem relação direta com o tema ou sem acesso ao texto completo. A síntese final apresenta uma visão integrada sobre como as ações educativas contribuem para a conservação das tartarugas marinhas no Brasil.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando os estudos selecionados após análise e pesquisa nas bases de dados, estes foram sistematizados e organizados por título, autor(es), ano de publicação e síntese do estudo, com suas principais contribuições (Tabela 1).

Tabela 1 – Principais estudos sobre Educação Ambiental e Conservação de Tartarugas Marinhas

TÍTULO	*AUTOR(ES)*	*ANO*	*SÍNTESE DO ESTUDO*
Estudos sobre a Biologia e Conservação das Tartarugas Marinhas	OLIVEIRA, L. S.; AOYAMA, P. M. M.	2015	Defendem que a Educação Ambiental é essencial para promover a consciência ecológica e a mudança de atitudes em favor da conservação marinha, incluindo as tartarugas.
Biologia, Ecologia e Conservação De Tartarugas Marinhas	REIS, E. C.; GOLDBERG, D. W.	2017	Consideram que a Educação Ambiental é fundamental para promover a conscientização pública e reduzir ameaças humanas às tartarugas marinhas.
A Educação Ambiental e a Preservação das Tartarugas Marinhas	REIS *et al.*	2018	Apontam que a Educação Ambiental é uma ferramenta essencial para fomentar a adoção de práticas que preservem as tartarugas marinhas, formando valores e atitudes sustentáveis.
Educação Ambiental no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, SP, Brasil): um panorama sobre os programas educativos e sua relação com a Unidade de Conservação	ARAÚJO-BISSA, C. H; OLIVEIRA, H. T.	2019	Destacam a importância de integrar Educação Ambiental com a gestão de Unidades de Conservação para fortalecer a conscientização e engajamento social em iniciativas de proteção de espécies ameaçadas, como as tartarugas marinhas.
Sea Turtle Conservation: Priorities for Environmental Education Efforts	SWINDALL *et al.*	2020	Defendem que a Educação Ambiental deve corrigir lacunas de conhecimento e promover mudanças de comportamento para reduzir impactos humanos sobre tartarugas marinhas.
Long-term monitoring of marine turtle nests in northeastern Brazil	BOMFIM *et al.*	2021	Analisam padrões reprodutivos e ameaças ambientais e antrópicas a ninhos de tartarugas marinhas.
A Importância Ecológica da Conservação das Tartarugas Marinhas	CARVALHO *et al.*	2021	Ressaltam que a conservação das tartarugas marinhas é fundamental para manter o equilíbrio ecológico dos ecossistemas marinhos e que sua proteção ajuda a preservar a saúde dos oceanos.
Identificação de Áreas Críticas para Tartarugas Marinhas e sua Relação com Unidades de Conservação no Brasil	SANTOS *et al.*	2022	Defendem que a conservação de tartarugas marinhas deve integrar a proteção de áreas críticas e a gestão baseada em evidências, apoiada por ações de Educação Ambiental.
Educação Ambiental em Museus: atuando para a Conservação de Tartarugas Marinhas	GAVILAN *et al.*	2022	Entendem que a Educação Ambiental, quando lúdica e interativa, é fundamental para sensibilizar e engajar a sociedade na conservação das tartarugas marinhas.
Conservação das Tartarugas Marinhas no Nordeste Brasileiro. Ações Integradas de Educação Ambiental e Inclusão Social – Fundação Projeto Tamar	ROCHA *et al.*	2022	Apresentam a Educação Ambiental como fundamento central da conservação, destacando seu papel na mudança de atitudes e na conscientização sobre as ameaças às tartarugas marinhas.
Educação Ambiental e Sustentabilidade para Conservação e Preservação das	NASCIMENTO, D. P.	2023	Mostra que ações de Educação Ambiental escolar aumentam a consciência sobre sustentabilidade e conservação das tartarugas marinhas, evidenciando a

Tartarugas Marinhas no Município de Touros/RN			necessidade desse processo interdisciplinar e participativo.
Educação Ambiental voltada à Conservação das Tartarugas Marinhas no município de Maxaranguape, RN no contexto do Ensino de Biologia	CÂMARA, R. C. R.	2024	Expõe que atividades de Educação Ambiental no contexto do Ensino de Biologia aumentam a conscientização e compreensão dos estudantes sobre a conservação das tartarugas marinhas.

Fonte: Autores, 2025.

De acordo com Carvalho *et al.* (2021), as principais ameaças às tartarugas marinhas no Brasil são a ocupação irregular do litoral, o abate de fêmeas e coleta de ovos para alimentação, trânsito de embarcações, iluminação artificial em áreas de desovas, captura ou pesca acidental, criação de animais domésticos nas áreas de desova, poluição marinha e extração mineral em praias. Nesse contexto, Reis e Goldberg (2017) abordam que as tartarugas marinhas enfrentam múltiplas pressões antrópicas que comprometem sua sobrevivência em todas as fases do ciclo de vida; incluindo a ingestão de resíduos sólidos, principalmente plásticos e microplásticos, que impacta a saúde e a cadeia alimentar desses animais.

Bomfim *et al.* (2021) apresenta uma análise de longo prazo sobre a nidificação de tartarugas marinhas na Bacia Potiguar (localizada ao longo da costa do Rio Grande do Norte e extremo-leste do Ceará). Foram identificadas diferenças importantes entre as espécies quanto ao tamanho das ninhadas, período de incubação, proporção de ovos inviáveis e taxas de eclosão. Os autores documentam pressões antrópicas significativas, incluindo o tráfego de veículos, a presença humana nas praias, acúmulo de resíduos sólidos e roubo de ovos. Esses resultados reforçam a urgência da implementação de medidas de gestão e de proteção das áreas de desova, bem como estratégias que mitiguem impactos humanos sobre essas espécies.

Nesse sentido, é válido o que aponta Reis *et al.* (2018), quando expõe que a Educação Ambiental é uma das maneiras de instigar a percepção crítica dos indivíduos acerca dessas ameaças e estimular conscientização, para que atuem de maneira mais sustentável; nesse caso, visando a proteção as tartarugas marinhas. Por isso, a Educação Ambiental é um instrumento imprescindível nesse processo de conservação, envolvendo mais que a simples transmissão de informações sobre esses animais, levando à mudança de pensamento e a tomada de atitudes que favorecem sua proteção (Nascimento, 2023).

O estudo de Araújo-Bissa e Oliveira (2019), intitulado "Educação Ambiental no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, SP, Brasil): um panorama sobre os programas educativos e sua relação com a Unidade de Conservação" realizou uma investigação, acerca de como as atividades de Educação Ambiental são elaboradas e implementadas por instituições que recebem visitantes no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (PEFI), levando em consideração as diretrizes do plano de manejo da Unidade de Conservação. Esse estudo expõe que ações de Educação Ambiental, quando não estão alinhadas a um planejamento integrado e ao contexto ecológico da área, perdem eficácia. Assim, evidencia a importância de práticas educativas continuadas, contextualizadas e participativas.

Um estudo realizado pelo ICMBio (Santos *et al.*, 2022), ao identificar áreas críticas de uso das tartarugas marinhas e sua relação com Unidades de Conservação, fornece informações fundamentais para orientar práticas educativas baseadas em evidências científicas, dialogando com a Educação Ambiental. Através da telemetria por satélite, realizou-se um mapeamento dos deslocamentos pós-desova de tartarugas marinhas de diversas espécies, identificando zonas de alimentação, trânsito e descanso no ambiente marinho. Evidenciando que muitas regiões intensamente utilizadas não estão oficialmente protegidas, o ICMBio reforça a necessidade do debate público e incentivo a práticas alinhadas aos princípios da Educação Ambiental Crítica.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69960

Conforme Oliveira e Ayoama (2015), a partir de um estudo de abordagem qualitativa, baseada em pesquisa bibliográfica, o ambiente marinho é intensamente afetado pelas atividades humanas, especialmente em decorrência da poluição, da destruição de habitats, da exploração desordenada e, ainda, do descarte inadequado de resíduos. A partir disso, os autores destacam que compreender a Biologia e a Ecologia dos organismos marinhos é necessário para orientar ações de manejo e estratégias de conservação eficientes e reforça que iniciativas de Educação Ambiental desempenham papel central na mudança de percepção e comportamento da sociedade, contribuindo para a proteção dos ecossistemas costeiros e oceânicos.

Swindall *et al.* (2020), apresenta em seu estudo uma análise detalhada sobre as principais lacunas de conhecimento do público em relação às tartarugas marinhas e as implicações dessas lacunas para ações de Educação Ambiental voltadas à conservação. Os autores avaliaram o nível de entendimento da população sobre aspectos ecológicos essenciais e sobre os impactos humanos que afetam as tartarugas marinhas, analisando também a frequência com que a comunidade local adota comportamentos responsáveis. Dos resultados obtidos, concluíram que esse tipo de comportamento é adotado de forma irregular, o que reforça a necessidade de estratégias educativas direcionadas.

Um projeto que faz aplicação da Educação Ambiental de forma clara e íntegra é o Projeto TAMAR, um programa brasileiro de conservação criado no ano de 1980, atualmente coordenado pelo ICMBio em parceria com a Fundação Brasileira para a Conservação da Natureza, com atuação em diversas regiões costeiras do país. O projeto tem como missão proteger as espécies de tartarugas marinhas que ocorrem no litoral brasileiro e promover a conservação dos ecossistemas marinhos e costeiros através de ações integradas que envolvem especialmente a Educação Ambiental (Rocha *et al.* 2022).

Suas atividades educativas em escolas, campanhas de sensibilização, oficinas, trilhas interpretativas e projetos de engajamento comunitário educativas visam estimular a mudança de atitudes e comportamentos em relação ao meio ambiente, a fim de minimizar ou solucionar situações de crise ambiental. As iniciativas do Projeto Tamar envolvem desde abordagens lúdicas e dialogadas com visitantes e comunidades a programas formalizados de sensibilização e que articulam os saberes ecológicos com as práticas sociais locais, reforçando a Educação Ambiental no seu âmbito crítico e socioambiental (Gavilan *et al.*, 2022; Câmara, 2024).

Ademais, o estudo de Santana, Pessoa e Leite (2024) analisou o efeito de uma intervenção educativa com palestra e oficina prática sobre a compreensão de alunos do 5º ano do Ensino Fundamental acerca das tartarugas marinhas e das ameaças que elas enfrentam. Através de questionários aplicados antes e depois da intervenção, os autores verificaram que, o final, o conhecimento dos estudantes sobre aspectos que envolvem esses animais aumentou de modo significativo, indicando de forma clara que práticas de Educação Ambiental podem ampliar a consciência e o engajamento na conservação desses répteis.

Nesse âmbito, de acordo com os estudos analisados e reunidos na tabela, é evidente que todos reforçam de forma consistente que a Educação Ambiental é um elemento significativo para a conservação das tartarugas marinhas, pois atua tanto na formação de consciência ecológica quanto na promoção de mudanças de atitudes de diferentes públicos. Desde análises biológicas e ecológicas (Oliveira e Aoyama, 2015; Reis e Goldberg, 2017; Reis *et al.*, 2018) até avaliações de monitoramento de ninhos (Bomfim *et al.*, 2021), a Educação Ambiental complementa ações de pesquisa e manejo, integrando a socioambientalidade. Com isso, permite que comunidades, estudantes e visitantes de museus compreendam as ameaças antrópicas enfrentadas pelas tartarugas marinhas e a importância de práticas sustentáveis. Ainda, reforçam a essencialidade da integração de Educação Ambiental com Unidades de Conservação, segundo

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69960

Araújo-Bissa e Oliveira (2019) e Santos *et al.* (2022), evidenciando que políticas de proteção ambiental tornam-se mais efetivas acompanhadas de processos educativos sensibilizadores.

Além disso, os estudos indicam que as experiências de Educação Ambiental apresentadas em locais como museus, escolas e projetos comunitários (Gavilan *et al.*, 2022; Rocha *et al.*, 2022; Nascimento, 2023; Câmara, 2024) demonstram que estratégias lúdicas, interativas e participativas potencializam o aprendizado e o desenvolvimento do senso crítico. Dessa forma, mostra-se complementar, permitindo que os conhecimentos científicos sejam traduzidos em comportamentos que visem o cuidado para com as tartarugas marinhas e sua proteção. Portanto, a literatura evidencia que Educação Ambiental não é apenas um suporte, mas uma ferramenta estratégica para a promoção da sustentabilidade, da socioambientalidade e da conservação das tartarugas marinhas.

4 CONCLUSÃO

Diante do exposto, constata-se que as tartarugas marinhas são espécies relevantes ecologicamente e que apresentam características biológicas singulares, mas que tornam-se vulneráveis a alterações ambientais e pressões antrópicas. Isso reforça a necessidade de estratégias de conservação contínuas e integradas. A partir da análise realizada, fica evidente que a Educação Ambiental desempenha um importante papel na conservação das tartarugas marinhas no Brasil, pois atua de maneira integrada com programas de pesquisa, monitoramento e gestão de Unidades de Conservação, que protegem esses animais.

Logo, os estudos analisados demonstram que ações ambientais educativas são eficazes na sensibilização e engajamento de diferentes públicos, promovendo consciência ecológica, pensamento crítico e mudanças de comportamento voltadas à preservação dessas espécies ameaçadas. Em suma, a Educação Ambiental consolida-se não apenas como um instrumento de transmissão de conhecimento, mas como uma ferramenta estratégica que fortalece a corresponsabilidade socioambiental, ao integrar ciência, educação e práxis, contribuindo significativamente para a conservação das populações de tartarugas marinhas, bem como dos ecossistemas costeiros e marinhos em que vivem.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO-BISSA, C. H.; OLIVEIRA, H. T. Educação Ambiental no Parque Estadual das Fontes do Ipiranga (São Paulo, SP, Brasil): um panorama sobre os programas educativos e sua relação com a Unidade de Conservação. **Hoehnea**, São Paulo, v. 46, n. 4, 14p., 2019.

BOMFIM, A. C.; FARIAS, D. S. D.; SILVA, F. J. L.; ROSSI, S.; GAVILAN, S. A.; SANTANA, V. G. S.; PONTES, C. S. Long-term monitoring of marine turtle nests in northeastern Brazil. **Biota Neotropica**, v. 21, n. 3, p 1-13, 2021.

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.

CÂMARA, R. C. R. **Educação Ambiental voltada à Conservação das Tartarugas Marinhas no município de Maxaranguape,RN no Contexto do Ensino de Biologia**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, 115 f. 2024.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69960

CARVALHO, G. D.; FÓSSE, K. M.; SOUZA, M. M.; REIS, N. G. R. A Importância Ecológica da Conservação das Tartarugas Marinhas. In: **Congresso Brasileiro Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia**, 2., 2021, Diamantina. Anais II CoBICET. Diamantina: [Evento online], 2021.

GAVILAN, S. A.; BOMFIM, A. C.; SAMPAIO, C. L. S.; FARIAS, D. S. D.; SANTOS, E. M.; SILVA, F. J. L.; MOURA, G. J. B.; CORREIA, J. M. S.; MASCARENHAS, R.; SANTOS, R. G. **Educação Ambiental para Conservação de Tartarugas Marinhas no Nordeste do Brasil**. Mossoró-RN: Edições UERN, 2022.

MARTINS, S.; MARCO, A.; CLARKE, L. J. Conservation and ecotourism increase natural capital asset value: an economic assessment of sea turtles on Boa Vista Island, Cabo Verde. **Ocean & Coastal Management**, v. 270, 107863, 2025.

NASCIMENTO, D. P. **Educação Ambiental e Sustentabilidade para Conservação e Preservação das Tartarugas Marinhas no município de Touros/RN**. Dissertação (Pós-graduação em Uso Sustentável de Recursos Naturais) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Mossoró, 105 f. 2023.

OLIVEIRA, L. S.; AOYAMA, P. M. M. Estudos sobre a Biologia e Conservação das Tartarugas Marinhas. In: **Congresso de Iniciação Científica** (CIC): Fundação Instituto Oswaldo Cruz, 2015.

RANDOLPH, Y.; DEALE, C. S. Sea Turtle Conservation and Tourism: A Case Study in North Carolina. **Journal of Hospitality & Tourism Cases: An International Case Journal**, v. 13, n. 3, p. 149-158, 2024.

REIS, E. C.; GOLDBERG, D. W. **Biologia, ecologia e conservação de tartarugas marinhas**. Projeto Tamar; Instituto Chico Mendes De Conservação Da Biodiversidade (ICMBio). Brasília: ICMBio, 2017.

REIS, J. A. et al. **A Educação Ambiental e a Preservação das Tartarugas Marinhas**. Academiaedu [Plataforma digital], 24p. 2018.

SANTANA, M. T.; PESSOA, M. M.; LEITE, Y. F. M. M. Desafios e Estratégias Educativas para a Conservação das Tartarugas Marinhas. **REVASF**, Petrolina-Pernambuco/Brasil, v. 14, n. 35, p. 01-25, 2024.

SANTOS, J. A.; COLMAN, L. P.; SANTOS, A. J. B.; BELLINI, C.; PIZETTA, G. T.; WEBER, M. I.; OLIVEIRA, F. L. C.; RAMOS, R. M. A.; SANTOS, E. A. P. Identificação de Áreas Críticas para Tartarugas Marinhas e sua Relação com Unidades de Conservação no Brasil. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). **Biodiversidade Brasileira**, v. 12, n. 4, p. 1-24, 2022.

SWINDALL, J. E.; OBER H. K.; LAMONT, M. M.; CARTHY, R. R. **Sea Turtle Conservation: Priorities for Environmental Education Efforts**. University of Florida, 4p., 2020.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/69960

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

ENRIQUECIMENTO AMBIENTAL E CONDICIONAMENTO OPERANTE EM ONÇAS CATIVAS: UMA BREVE REVISÃO

AMANDA CATHARINA DE CAMARGO

Introdução: O ambiente de cativeiro pode ser estressante para animais selvagens, devido ao espaço limitado de forrageio e a interação constante com seres humanos. Nesse contexto, estratégias de enriquecimento ambiental surgem como forma de melhorar o bem-estar físico e psicológico de animais cativos, a partir de adaptações no seu ambiente e na forma de interação intra e interespecífica. O condicionamento operante, ou reforço positivo, é uma técnica que permite treinar os animais para executarem comportamentos em procedimentos de rotina de forma menos estressante. **Objetivo:** Evidenciar os achados científicos referentes ao enriquecimento ambiental e reforço positivo aplicados a grandes felinos silvestres em cativeiro. **Metodologia:** Foi conduzida busca na base de dados Scielo, utilizando os descritores "environmental enrichment", filtrando pela coleção "Brasil". Foram lidos os títulos e resumo dos artigos principais e, em seguida, a elegibilidade dos manuscritos foi avaliada através da leitura dos textos na íntegra, selecionando um em língua inglesa (2021) e outro em língua portuguesa (2018). **Resultados:** Um dos estudos aplicou o enriquecimento ambiental nos recintos de onças-pardas, incluindo caixas de papelão com pedaços de carne, a confecção de uma bola de cipó e a dispersão de erva doce e canela nos cantos do ambiente, e posterior elaboração de etograma. Esse enriquecimento diário demonstrou-se mais efetivo, pois causou variabilidade de comportamentos entre machos e fêmeas. O outro estudo utilizou o reforço positivo para condicionar o comportamento das onças-pintadas, através da oferta de pedaços de carne e utilização de ferramentas como o click e o target. Após isso, foi analisado o aumento do nível de cortisol na saliva, o que pode indicar a aprendizagem dos animais do novo condicionamento. **Conclusão:** As pesquisas mostraram que o enriquecimento ambiental e o condicionamento operante indicam uma correlação positiva entre as atividades e o bem-estar animal, através da observação comportamental e análise de esteroides.

Palavras-chave: **REFORÇO POSITIVO; COMPORTAMENTO ANIMAL; FELINOS SILVESTRES**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70010

DA TEORIA À PRÁTICA: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA SOBRE GRUPOS SANGUÍNEOS NO ENSINO DE BIOLOGIA

ALISSON DE OLIVEIRA CAMPOS; MAYRA KEVELYN CORREA DA SILVA; MARCELO AUGUSTO FILARDI

RESUMO

Este relato de experiência foi elaborado durante o planejamento e o desenvolvimento de uma aula prática sobre grupos sanguíneos, integrando o uso de um Laboratório de Biologia, experimentação, aulas práticas e a abordagem da aprendizagem baseada em investigação no ensino de Biologia. A experiência foi realizada no âmbito do programa Bolsa Institucional de Iniciação à Docência (PIBID), com a participação de dois alunos do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista (IFMG-SJE). As atividades ocorreram com turmas do 3º ano do Ensino Médio de uma escola urbana federal. O estudo baseia-se em referências teóricas que discutem as contribuições das práticas experimentais e do Laboratório de Ciências/Biologia para o ensino de Biologia, bem como os desafios estruturais e institucionais enfrentados ao longo desse processo. Além disso, delineia os princípios da educação baseada em investigação e como ela pode ser implementada como estratégia metodológica para promover a construção ativa do conhecimento. A metodologia foi baseada em atividades realizadas em 2 horas/aula teórico-práticas divididas em três momentos: 1) aula expositiva dialogada (30 min); 2) tipagem sanguínea com sangue real (20 min); 3) tipagem sanguínea com sangue *fake* (50 min). Os resultados apontam que os alunos compreenderam o processo de identificação sanguínea, com engajamento e participação da turma. Diante dos aspectos positivos, eficácia da metodologia aplicada e do interesse dos discentes, este relato de experiência resultou na iniciativa da elaboração de uma Sequência Didática completa e estruturada, visando ajudar e motivar a replicação por outros educadores do ensino médio.

Palavras-Chave: Genética; Laboratório de Biologia; PIBID.

1 INTRODUÇÃO

O desafio de implementar abordagens investigativas, conforme promovido pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) na área de Ciências da Natureza, é considerável no ensino de Biologia em escolas públicas, onde a superação do modelo conteudista está diretamente ligada à formação dos educadores (BRASIL, 2018). Nesse cenário, as Metodologias Ativas, especialmente o Ensino por Investigação, desempenham um papel fundamental, pois colocam o estudante como protagonista do aprendizado, alinhando-se ao objetivo curricular de desenvolver a capacidade de formular perguntas, analisar dados e tomar decisões éticas e responsáveis (PICÃO *et al*., 2025).

O estudo da Genética e dos tipos sanguíneos no Ensino Médio se apresenta como uma excelente oportunidade para implementar as metodologias ativas. Esse tema não apenas

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70012

possibilita a aplicação prática de conceitos complexos como a hereditariedade, mas também possui significativa relevância social, como no caso da doação e transfusão de sangue, atendendo à Competência Geral 2 da BNCC (BRASIL, 2018). Para preparar os futuros educadores a adotar essas práticas, o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) torna-se essencial, oferecendo aos licenciandos uma experiência supervisionada e crucial para sua formação, permitindo que dominem as metodologias ativas e elaborem estratégias que promovam a alfabetização científica. Nesse mesmo horizonte de formação acadêmica, a importância do ensino em programas como o PIBID reside na oportunidade de promover abordagens e argumentos que, segundo Campos (2023), representam modalidades de interação trabalhadas para o desenvolvimento da alfabetização científica em sala de aula.

Inseridos nesse contexto, temas com forte relevância social, como a doação de sangue, configuram-se como oportunidades valiosas para engajar os estudantes. Além de despertarem interesse, temas como os dos grupos sanguíneos humanos possibilitam aprofundar conceitos, sobretudo quando articulados a práticas de investigação experimental que tornam o aprendizado mais significativo. A partir dessa perspectiva, o tema dos grupos sanguíneos é especialmente relevante para alunos do terceiro ano do Ensino Médio. Esse conteúdo não só é socialmente relevante, como também permite a contextualização e a aplicação de conceitos biológicos complexos no cotidiano, aproximando a Biologia da prática e da formação cidadã (RESENDE, 2025). A integração de temas socialmente relevantes, práticas de pesquisa e o uso estruturado da Biologia molecular criam um ambiente propício para a promoção de experiências de aprendizagem significativas.

Diante dos benefícios potenciais do Ensino por Investigação e das aulas práticas experimentais para o ensino de Biologia somados ao contexto do Laboratório de Ciências/Biologia do Instituto Federal de Minas Gerais *Campus* São João Evangelista (IFMG-SJE) e à relevância da temática para o terceiro ano do ensino médio, surge a seguinte questão norteadora: **Como a temática dos grupos sanguíneos pode ser abordada de forma contextualizada e como atividade investigativa, por meio de práticas no Laboratório de Ciências e Biologia, visando ao desenvolvimento da alfabetização científica dos estudantes do ensino médio em atividades pedagógicas ativas?**

Assim, o objetivo deste trabalho consiste em descrever um relato de experiência adquirido durante o planejamento e o desenvolvimento de uma Sequência Didática envolvendo uma aula prática investigativa sobre grupos sanguíneos, utilizando o Laboratório de Ciências e Biologia como espaço formativo para promover a alfabetização científica. Além disso, propõe-se uma Sequência Didática elaborada para contribuir com o processo de ensino e aprendizagem metodologicamente ativo em genética.

2 RELATO DE EXPERIÊNCIA

O presente trabalho caracteriza-se como um relato de experiência construído por dois estudantes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista (IFMG-SJE), atuantes como bolsistas do PIBID . O objetivo é apresentar vivências e reflexões decorrentes da aplicação de uma atividade prática de cunho investigativo voltada à compreensão dos fenômenos relacionados aos sistemas sanguíneos ABO e Rh em turmas do terceiro ano do ensino médio e técnico, contendo em média, 35 alunos cada turma.

A experiência relatada focou no planejamento e aplicação de uma aula prática investigativa sobre Tipagem Sanguínea (Sistema ABO e Fator Rh) desenvolvida no primeiro bimestre de 2025, no IFMG-SJE. A aula prática investigativa foi planejada com base nos pressupostos do Ensino por Investigação e estruturada a partir de uma simulação da tipagem sanguínea, contemplando os processos de aglutinação característicos dos sistemas ABO e Rh.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70012

A atividade teórico-prática foi realizada em 2 horas/aula (totalizando 100 min) no Laboratório de Biologia da escola. O experimento foi realizado utilizando materiais como tubos de ensaio, pipetas, suportes, lâminas, sangue real, soluções de simulação de sangue e soro (anti-A, anti-B e anti-RH), como disposto a seguir (**Tabela 1**).

Tabela 1 – Momentos teórico-práticos conduzidos com alunos do 3º ano do Ensino Médio com a temática sobre grupos sanguíneos.

MOMENTOS	TEMPO	ATIVIDADES E AÇÕES
Momento 1 *Aula expositiva dialogada*	*30 min*	O momento inicial buscou contextualizar o tema da genética dos grupos sanguíneos e sua relevância social (doação e transfusão de sangue). Foram apresentados os conceitos fundamentais do Sistema ABO e Fator Rh, abordando a diferença entre antígenos (aglutinogênios) presentes nas hemácias e anticorpos (aglutininas) presentes no plasma, além da correspondência entre grupos sanguíneos e seus respectivos genótipos e alelos. A compatibilidade sanguínea em transfusões foi introduzida, destacando a importância da tipagem para evitar reações de aglutinação. No Laboratório, os alunos foram instruídos a formar grupos ou duplas, dinâmica alinhada às recomendações de Leite e Costa (2023), promovendo o trabalho em equipe, a comunicação entre os alunos e a autonomia intelectual.
Momento 2 *Tipagem sanguínea com sangue real*	*20 min*	O segundo momento consistiu em uma demonstração prática realizada pelos bolsistas, com o objetivo de visualizar a reação de aglutinação em amostra sanguínea real doada por um dos licenciandos bolsistas e conforme as diretrizes éticas. A observação da aglutinação ou sua ausência em contato com os soros anti-A, anti-B e anti-Rh serviu como evidência direta da presença ou ausência dos antígenos correspondentes, estabelecendo a base empírica para a etapa seguinte. Os alunos foram orientados a identificar os tipos sanguíneos observados e a analisar a compatibilidade entre eles.
Momento 3 *Tipagem sanguínea com sangue fake*	*50 min*	Fase central da investigação prática, em que os alunos atuaram como protagonistas do aprendizado. A atividade utilizou materiais alternativos de baixo custo como leite com corante vermelho para simular o sangue, vinagre para simular o reagente que causa aglutinação (Anti-A, Anti-B ou Anti-Rh), e água para simular a ausência de reação.

Inspirada em (Santana *et al*., 2023), a proposta buscou articular os aspectos éticos e práticos da experimentação biológica, usando materiais alternativos para garantir segurança e acessibilidade. Cada grupo recebeu um roteiro e foram orientados a registrar todas as etapas da atividade, essencial no Ensino por Investigação, pois auxilia na organização de ideias e na consolidação do conhecimento (MELLO; GONÇALVES, 2020). Assim, seguindo o método do roteiro, os grupos de alunos: i) Escolheram e separaram três tipos sanguíneos para serem simulados; ii) Identificaram as amostras na lâmina (A, B e Rh); iii) Adicionaram vinagre ou água ao leite, conforme o tipo sanguíneo a ser simulado e o reagente; iv) Observaram e registraram se o leite talhou (aglutinação) ou permaneceu homogêneo (sem reação).

O principal objetivo desta fase era permitir aos alunos realizar a simulação e, posteriormente, usar a tabela de compatibilidade para responder às questões investigativas: identificar quais amostras simuladas (amostras reais e com sangue *fake)* poderiam doar sangue entre si e justificar essa doação com base na compatibilidade entre antígenos e anticorpos do sistema ABO.

Ao término da atividade prática, cada equipe analisou as reações nas lâminas, procedendo ao registro dos dados na ficha de protocolo. Posteriormente, os discentes foram

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70012

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

solicitados a elaborar um relatório técnico-científico com valor avaliativo, abordando a metodologia utilizada e a discussão dos resultados experimentais. Este documento serviu também como instrumento de revisão e consolidação do conteúdo para as avaliações subsequentes (**Figura 1**).

Figura 1 - Aula prática sobre tipagem sanguínea utilizando amostra real e sangue 'fake' com alunos do 3o ano do Ensino Médio. Fonte: elaborado pelos autores.

A notável relevância e o engajamento observados nos estudantes confirmaram a eficácia do planejamento e da metodologia investigativa aplicada. Diante disso, surgiu a necessidade de transformar este relato em uma Sequência Didática (SD) completa e estruturada. Esta SD não apenas formalizará e sistematizará os momentos de investigação e as estratégias bem-sucedidas (como o uso de sangue real e *fake*), mas também servirá como um produto educacional de alto valor. Sua elaboração é fundamental para facilitar a replicação desta abordagem investigativa por outros educadores, promovendo ativamente as metodologias ativas no ensino de Biologia e contribuindo de forma duradoura para a formação científica de mais turmas de Ensino Médio.

3 DISCUSSÃO

A Biologia é uma ciência básica que, embora complexa, deve ser abordada de forma a despertar o interesse e a motivação dos alunos, ambos essenciais para uma aprendizagem eficaz. O interesse dos alunos está diretamente relacionado à forma como a disciplina é apresentada. É imprescindível estabelecer conexões com o cotidiano para tornar a Biologia mais acessível e permitir o desenvolvimento da alfabetização científica que envolve a capacidade de relacionar a ciência à vida em sociedade e suas implicações além disso, ela é fundamental para o desenvolvimento de uma educação científica crítica (ARAÚJO *et al*., 2022).

Antes da etapa prática, foi apresentado o tema no quadro e solicitado que os grupos discutissem suas hipóteses antes de iniciar o experimento. Os bolsistas estiveram sempre atentos a cada grupo para confirmar o entendimento, esclarecer dúvidas e reforçar a importância do registro, visto que Leite e Costa (2023) enfatizam o papel fundamental da problematização na iniciação do processo investigativo.

Evitou-se fornecer instruções diretas, optando por perguntas orientadoras para trabalhar a autonomia dos alunos. Durante o experimento, os grupos participaram de discussões e debateram possíveis reações. Este envolvimento fortalece o potencial das aulas baseadas em pesquisa para promover a interação, o engajamento e o destaque dos alunos em comparação com as aulas tradicionais (GUIMARÃES *et al.*, 2025).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70012

A experiência relatada demonstra o sucesso da integração entre a teoria do conteúdo de Genética e a prática. A participação dos alunos foi expressiva e, na maioria das turmas, comprovando que a metodologia ativa é mais eficaz que a abordagem meramente conteudista. Antes da aula, os alunos tinham dúvidas comuns como "*Qual é o doador universal?*", mas, após a simulação, os comentários era: "*Incrível como uma transfusão de sangue pode ser tão crucial para o receptor!*", indicando um entendimento concreto do assunto. Houve alguns outros comentários como: "*Quando fazemos o teste ABO na lâmina, por que o sangue 'empelota' ou aglutina?" "O que faz o nosso sangue reagir só com alguns soros (Anti-A ou Anti-B) e não com todos eles?"* Uma aluna fez o seguinte comentário: "*Minha mãe é O negativo e meu pai é A positivo. Quando minha mãe estava grávida de mim (eu sou A positivo), ela precisou tomar uma injeção de imunoglobulina anti-D. Eu achava que o negativo era só 'ausência' de algo. Por que o sangue da minha mãe 'atacaria' o meu por causa desse fator?"*.

A realização da atividade teórico-prática de tipagem sanguínea, aplicada a três turmas do Ensino Médio, embora tenha alcançado seu objetivo principal de engajamento, revelou dificuldades operacionais e pedagógicas relacionadas à adaptação didática em um ambiente de laboratório. A estruturação, que foi desde a base teórica até a aplicação prática (utilizando sangue real e, posteriormente, um modelo econômico), resultou em um aumento significativo na motivação e no interesse de muitos alunos. No entanto, houve diferença na receptividade entre os grupos, em que alguns mostraram menos entusiasmo além de conversas paralelas excessivas, destaca a complexidade da gestão da diversidade em sala de aula, afetando a consistência no aproveitamento.

O desafio logístico mais pertinente foi o tempo disponível para o ensino: o tempo de 2 h/aula designadas foram insuficientes para permitir que todos os grupos explorassem completamente os conceitos da técnica e concluíssem a fase prática no nível de profundidade desejado, indicando que a carga horária deve ser ampliada em uma próxima edição. Embora a execução metodológica tenha seguido o planejamento inicial, a pressa resultou em um ritmo acelerado, prejudicando a possibilidade de um debate reflexivo mais profundo sobre os resultados. Não houve queixas formais dos alunos, mas a demanda por mais tempo para a prática e a dificuldade em gerenciar a dispersão mostram questões críticas que precisam ser ajustadas para aprimorar a experiência de aprendizado.

A atividade prática e teórica de tipagem sanguínea, realizada em três turmas do Ensino Médio, provou ser uma ferramenta educativa muito eficaz para facilitar o entendimento em Imunologia e Genética. O envolvimento dos alunos foi claramente maior durante a parte prática, em que puderam aplicar os conceitos de aglutinação, além da identificação de antígenos e anticorpos, discutidos anteriormente na teoria, a observações diretas. A observação do procedimento utilizando sangue verdadeiro e, em seguida, um modelo alternativo (leite, corante, vinagre e água) revelou um aprendizado acelerado. Esse modelo acessível não só possibilitou a repetição segura do teste de tipagem, mas também atuou como uma ferramenta cognitiva importante, permitindo que os alunos vissem o fenômeno da aglutinação sem enfrentar a complexidade biológica imediata, reforçando a eficácia da abordagem de múltiplos níveis de abstração no ensino de Biologia. A precisão nas análises e a habilidade dos alunos de relacionar os resultados práticos com as teorias da hereditariedade dos grupos sanguíneos (sistema ABO e Rh) demonstraram a eficácia da metodologia aplicada.

Com a intenção de contribuir com o processo de ensino e aprendizagem ativo envolvendo a temática genética dos grupos sanguíneos, elaborou-se uma Sequência Didática passível de ser aplicada aos alunos do Ensino Médio (**Tabela 2**).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70012

Tabela 2 – Sequência Didática com a temática genética sobre os grupos sanguíneos passível de ser aplicada aos alunos do Ensino Médio.

SEQUÊNCIA DIDÁTICO-PEDAGÓGICA				
Tema:	Grupos Sanguíneos			
Público:	3º Ano Ensino Médio			
Problema-tização:	No ensino de Genética e, em particular, sobre Grupos Sanguíneos (Sistemas ABO e Rh), que possui grande importância social em situações de doação e transfusão de sangue, a abordagem é comummente realizada de forma teórica, sem que os alunos possam vivenciar a prática da investigação científica. Diante disso, há um desafio de converter esse conteúdo em uma experiência de Aprendizagem Baseada em Investigação, utilizando o Laboratório de Ciências/Biologia como um espaço de aprendizado. Superar esse modelo tradicional e incentivar o Ensino por Investigação é crucial para promover a autonomia intelectual e a formação cidadã dos alunos.			
Objetivos Gerais:	Promover a alfabetização científica e a autonomia intelectual dos estudantes do Ensino Médio, através da aplicação do Ensino por Investigação em um Laboratório de Biologia, para que sejam capazes de compreender e aplicar ativamente os princípios genéticos e as técnicas da tipagem dos Grupos Sanguíneos (Sistemas ABO e Rh), solucionando situações-problema de compatibilidade e articulando o conhecimento biológico com a sua relevância social na saúde e na doação de sangue.			
CONTEÚDOS E MÉTODOS				
MOMENTOS PEDAGÓGICOS	**TEMPO**	**OBJETIVOS ESPECÍFICOS**	**CONTEÚDOS**	**DINÂMICAS**
Momento 1 Introdução ao tema e contextualiza-ção	50 min	Contextualizar o tema de genética dos grupos sanguíneos e sua relevância social (doação e transfusão de sangue)	(Antígenos/Aglutinogênios nas hemácias e Anticorpos/Aglutininas no plasma). Correspondência entre grupos sanguíneos, genótipos e alelos. Compatibilidade sanguínea em transfusões.	Aula Expositiva Dialogada. Os alunos devem ser instruídos a formar grupos no laboratório, visando o trabalho em equipe e a comunicação.
Momento 2 Demonstra-ção prática de tipagem sanguínea	50 min	Visualizar a reação de aglutinação em amostras reais. Estabelecer a base empírica para a compreensão da presença/ausência de antígenos. Identificar os tipos sanguíneos e analisar as reacções	Sistema ABO e Fator Rh. Reação Antígeno-Anticorpo (Aglutinação). Análise da compatibilidade entre os diferentes grupos sanguíneos	Demonstração prática realizada, utilizando sangue real e soros anti-A, anti-B e anti-Rh. Os alunos observam a reação (+ ou -) para determinar o tipo sanguíneo e discutem a compatibilidade.
Momento 3: Investigação prática: Simulação de tipagem sanguínea (Sangue *fake*)	50 min	Permitir que os alunos atuem como protagonistas realizando a simulação. Articular os aspectos éticos e práticos da experimentação biológica. Usar a tabela de compatibilidade para responder a questões investigativas sobre doação e justificar com base na compatibilidade antígeno-anticorpo.	Experimentação Investigativa de baixo custo para Tipagem Sanguínea (Sistema ABO e Fator Rh). Análise da Tabela de Compatibilidade sanguínea. Relação entre Antígenos e Anticorpos (talhar/aglutinação e não talhar/ausência de reação). Metodologia Científica: Formulação de hipóteses, registro de protocolo, análise de resultados.	Simulação com materiais de baixo custo (leite com corante, vinagre e água para simular aglutinação/sem reação). Registrar etapas na ficha de pesquisa (protocolo). Discussão de hipóteses antes do experimento. Mediação por meio de perguntas orientadoras.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70012

4 CONCLUSÃO

A vivência prático-pedagógica aqui relatada foi abrangente e relevante na formação acadêmica e profissional. O processo de planejar e executar uma aula que combina teoria rigorosa com prática laboratorial fortaleceu habilidades em didática e comunicação científica. A demanda por desenvolver um modelo experimental econômico e alternativo incentivou o pensamento crítico e a habilidade de criar soluções educacionais diante de recursos limitados, uma competência cada vez mais valorizada em ambientes de pesquisa e ensino.

A atividade prática e teórica de tipagem de sangue, que utilizou tanto amostras reais quanto uma simulação *fake* revelou-se favorável para a compreensão mais abrangente dos conceitos de aglutinação e dos sistemas ABO/Rh. Contudo, notou-se que a gestão do tempo foi um fator limitante, evitando que todos os grupos pudessem explorar totalmente a simulação e a análise dos resultados. Assim, para futuras aulas sobre esse tema, será essencial reconfigurar a distribuição do tempo, para assegurar que o ritmo da atividade não prejudique a total assimilação do conteúdo pelos alunos.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. P. M.; CORTE, V. B.; GENOVESE, C. L. C. R. Alfabetização científica e popularização da ciência: contribuições e desafios à valorização da educação científica. **Quaestio - Revista de Estudos em Educação**, Sorocaba, SP, v. 24, p. e022044, 2022.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC):** Educação é a Base. Brasília: MEC, 2018.

CAMPOS, A. F. **Alfabetização científica no ensino de ciências e biologia no Brasil**: uma revisão bibliográfica 2017-2021. 2023. 104 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências, Ambiente e Sociedade) – Faculdade de Formação de Professores, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2023.

GUIMARÃES, G. C. M.; SALVADOR, J. S. P.; COSTA, R. D.; LIMA, R. A. A importância das aulas experimentais no ensino de Biologia: relato de experiência. **Revista Sustinere**, v. 13, p. 92-107, 2025.

LEITE, C. J. S. N.; COSTA, O. A. Aulas práticas no ensino de Biologia: uma análise no portal BDTD. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, p. 1329-1342, 2023.

MELLO, P F. T. C.; GONÇALVES, P. R. Grupos sanguíneos a partir da aprendizagem baseada em problemas: elaboração e avaliação de uma proposta didática investigativa. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 6, p. 918-936, 2020.

PICÃO, F. F.; DOS SANTOS FRANDJI, R.; UCHÔA, E. A.; MARTINELLI, L. C.; FERREIRA, M. D. F. S. A atuação docente na mediação do conhecimento: competências formativas, estratégias metodológicas e práticas humanizadoras na educação contemporânea. **Revista Missioneira**, v. 27, n. 3, p. 205-215, 2025.

RESENDE, E. L. **Sequência didática para o ensino médio**: explorando os grupos sanguíneos através de métodos investigativos e jogos. 2025. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2025.

SANTANA, A. J. S.; MOTA, M. D. A.; SOLINO, A. P. Atividade prática investigativa sobre os Grupos Sanguíneos: uma simulação da tipagem sanguínea. **Diversitas Journal**, Santana do Ipanema, v. 8, n. 1, p. 238-251, 2023.

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

DESENVOLVIMENTO DO JOGO DIDÁTICO "ORBIS" COMO FERRAMENTA LÚDICA E FACILITADORA PARA O ENSINO DE ENTOMOLOGIA: DA COMPLEXIDADE À COMPREENSÃO

AMANDA TEIXEIRA DE OLIVEIRA, FELIPE SILVA DE SOUZA, CARLOS DANIEL DE LIMA CORREA, INGRID LARISSA TRINDADE DA COSTA, LUCAS GABRIEL BARROS DA COSTA E LUIZ CARLOS SANTANA DA SILVA

RESUMO

Introdução: O projeto apresenta o desenvolvimento e a avaliação do jogo didático "ORBIS", criado como ferramenta lúdica para o ensino de entomologia. A proposta surge diante das dificuldades enfrentadas no ensino tradicional de Ciências, especialmente em conteúdos abstratos como a zoologia de invertebrados. **Objetivo:** O presente projeto tem como objetivo avaliar o jogo didático "ORBIS" como recurso pedagógico no ensino de entomologia, analisando seu potencial lúdico e sua aplicação como ferramenta facilitadora no processo de aprendizagem. **Metodologia:** O jogo foi elaborado e ilustrado no Canva, confeccionado em papel vergê e testado em diferentes grupos de estudantes, que participaram de partidas experimentais e responderam a questionários avaliativos. **Resultados:** Os resultados indicaram que o jogo "ORBIS" constitui uma ferramenta didática viável e eficaz para o ensino de entomologia. Sua primeira versão apresentou excelente clareza das informações e boa aplicabilidade didática, resultados que se mantiveram iguais ou superiores na segunda versão, aprimorada com base nas sugestões coletadas durante os testes. **Conclusão:** Conclui-se que o uso do jogo contribui para tornar o ensino de Zoologia mais dinâmico, participativo e significativo, reforçando o potencial dos jogos educativos como recurso metodológico no processo de ensino-aprendizagem

Palavras-chave: Biologia de insetos; Educação e metodologias ativas; Jogo de cartas

1 INTRODUÇÃO

Dentre todas as espécies de animais, o grupo dos insetos tem a maior diversidade. Conhecemos quase um milhão de espécies de insetos. Mas, cientistas acreditam que existam algo entre 2,5 e 10 milhões de espécies. Ou seja, não conhecemos nem metade delas, talvez muito menos (Delecave, 2020).

Os insetos são muito importantes para o planeta, apesar de pequenos. Adubam a terra, tornando-a fértil. Muitos têm papel fundamental para a reprodução de vegetais. No entanto, alguns também são considerados pragas, pois podem destruir plantações. Outros podem transmitir doenças para humanos e outros animais, como: dengue, chikungunya, chagas, babesiose, leishmaniose, entre outras.

Tais fatos tornam o ensino muito importante, e ao mesmo tempo, complexo, o que pode representar um entrave quando o aluno é submetido a um método tradicional de ensino.

Nesse contexto, a gamificação surge como estratégia pedagógica capaz de estimular o interesse e ajudar na memorização do conteúdo pelo aluno.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70054

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Trabalhar com o conceito de gamificação na educação é saber recontextualizar para esse tempo a apropriação dos "[...] elementos dos jogos aplicados em contextos, produtos e serviços necessariamente não focados em jogos, mas com a intenção de promover a motivação e o comportamento do indivíduo" (Figueiredo, Paz e Junqueira, 2015).

Propõe-se, com essa concepção, articular ações e pensamentos a partir das dinâmicas, mecânicas e sistemáticas de games e do ato de jogar, geralmente em experiências que se dão "fora do game". Reforçando a definição, pode-se dizer que a gamificação refere-se ao uso de mecanismos e dinâmicas de jogos para a resolução de problemas e para a motivação e o engajamento de um determinado público em uma atividade ou tarefa (Vianna *et al,* 2013).

Assim, o presente trabalho apresenta e analisa o jogo "Orbis" como recurso didático inovador voltado ao ensino de entomologia, buscando compreender seu potencial como ferramenta lúdica e facilitadora da aprendizagem.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa aplicada que teve como objetivo o planejamento, o desenvolvimento e a análise de um jogo de cartas educativo, com mecânica inspirada em jogos modernos, criado nas dependências do Programa de Educação Tutorial da Faculdade de Biologia da Universidade Federal do Pará (PET-Biologia / UFPA).

Inicialmente, as regras do jogo foram elaboradas a partir das ideias de um dos membros do grupo PET-Biologia. Durante o processo de organização e estruturação, a inteligência artificial desempenhou um papel fundamental, auxiliando na definição das dinâmicas e no equilíbrio das mecânicas de jogo. O design das cartas foi desenvolvido utilizando o aplicativo Canva. Para a confecção física do protótipo, optou-se por materiais de fácil acesso e baixo custo, como papel vergê 180g, tesoura e impressão gráfica (Figura 1).

Figura 1. Materiais e produção e jogo impresso.

O objetivo principal do jogo é formar cinco combinações, compostas por pares de cartas, sendo cada par constituído por uma carta de inseto e uma carta complementar. O primeiro jogador a completar as cinco combinações é declarado vencedor.

O baralho é composto por seis tipos de cartas: insetos, ação, alimentação, características corporais, desenvolvimento e curiosidade. As quatro últimas categorias correspondem às cartas complementares às cartas de insetos. As cartas de ação tornam a partida mais dinâmica, permitindo interações estratégicas, como ganhar combinações de outros jogadores ou dificultar suas jogadas. Além disso, essas cartas estimulam a memorização e a fixação do conteúdo, uma vez que exigem que o jogador conheça bem as combinações. Um exemplo é a carta que solicita que o jogador descreva corretamente o conteúdo da carta complementar de determinado inseto; caso erre, deve entregar a combinação ao oponente. Essa mecânica incentiva o estudo e o aprendizado ativo sobre os insetos representados. (Figura 2).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70054

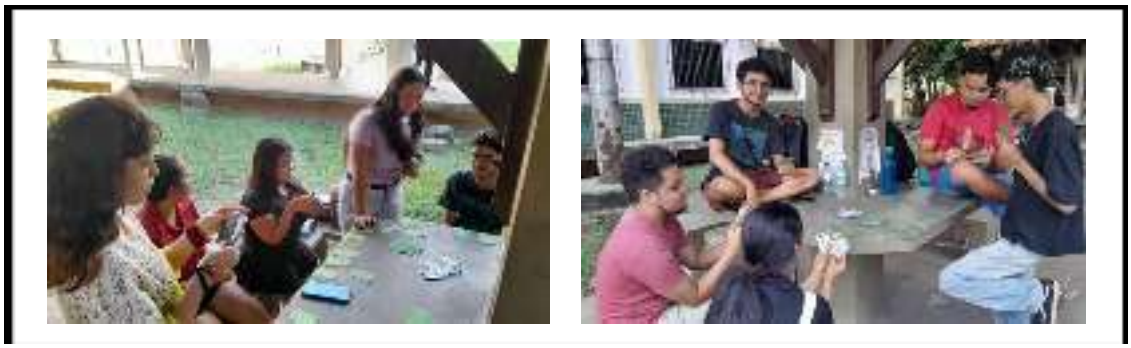


Figura 2. Cartas que exemplificam combinações.

O jogo recebeu um novo nome, “Orbis”, em Latim é uma expressão para “mundo”, pois foi pensado na possibilidade de novas versões com temas variados.

Através de questionários, obtiveram-se respostas e observações dos participantes que permitiram identificar pontos de melhoria e ajustar o design, as regras e a acessibilidade do jogo.

Entre os principais comentários, destacou-se a semelhança entre as cores das cartas, o que dificultava a formação das combinações, pois haviam paletas de cores muito próximas. Como solução, foi adotado um sistema de numeração, atribuindo a cada inseto e suas respectivas cartas complementares um número de identificação.

Outra sugestão recorrente foi a autodescrição mais clara das cartas de ação. Cada uma delas passou, então, a conter um texto autoexplicativo, com o título da ação destacado e explicações complementares em fonte menor. Essa alteração tornou as jogadas mais intuitivas, reduzindo dúvidas durante as partidas (Figura 3).

Figura 3. Design da primeira e a versão atual do jogo demonstrando as principais mudanças.

Também foi identificada uma limitação relacionada à quantidade de cartas. A versão inicial contava com apenas nove espécies de insetos, cada uma acompanhada por quatro cartas complementares. Após algumas partidas, os jogadores já haviam memorizado as informações, o que reduzia a longevidade e o desafio do jogo. Embora o aprendizado tenha sido satisfatório, percebeu-se a necessidade de ampliar o conteúdo para manter o interesse. Assim, foram adicionadas 11 novas espécies de insetos e cinco novos tipos de cartas complementares, correspondentes às categorias: habitat, comportamento, relação ecológica, defesa e taxonomia/ordem.

Outro aspecto avaliado foi a duração das partidas. Em média, cada rodada tinha duração aproximada de 1 hora e 10 minutos, devido ao tempo necessário para formar as combinações e realizar as jogadas. Esse fator gerava certo cansaço e impaciência entre os

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70054

participantes. Como solução, o número de cartas na mão de cada jogador foi ampliado para oito, o que pareceu reduzir o tempo total das partidas e tornou o jogo mais dinâmico.

Grande parte dessas melhorias resultou das sugestões dos jogadores e das colaborações dos integrantes do Grupo PET-Biologia da UFPA, reforçando o caráter participativo e interativo do desenvolvimento do jogo.

A aplicação experimental consistiu em diversas partidas, sendo dividida em três grupos: com estudantes de graduação jogando a 1° versão (16), os mesmo jogadores jogando a versão final (13) e também com o público geral jogando a versão final (12), totalizando 278 participantes ao todo. Para a análise qualitativa, foi elaborado um questionário com sete perguntas utilizando a ferramenta do google forms, e os jogadores foram convocados a responder o formulário online após a participação na atividade.

Para a análise dos dados, foram reunidas as informações coletadas dos participantes utilizando o excel, comparando as avaliações entre a 1° versão do jogo e a atual, sendo retiradas as análises disponibilizadas pelo próprio google forms.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A 1° versão do jogo “Orbis” foi testada com 16 estudantes de graduação, todos pertencentes ao curso de Ciências Biológicas: bacharelado e Licenciatura. O objetivo foi entender se o jogo ajudava didaticamente a aprender sobre entomologia e se sua jogabilidade era lúdica e de fácil compreensão.

Ranqueados em percepções de 1 a 5, sendo 1 considerando “muito ruim” e 5 considerado “excelente”, o jogo foi avaliado por estes grupos de pessoas. Seguem abaixo as perguntas repassadas através do questionário já mencionado:

Tabela 1. Perguntas contidas nos questionários aplicados

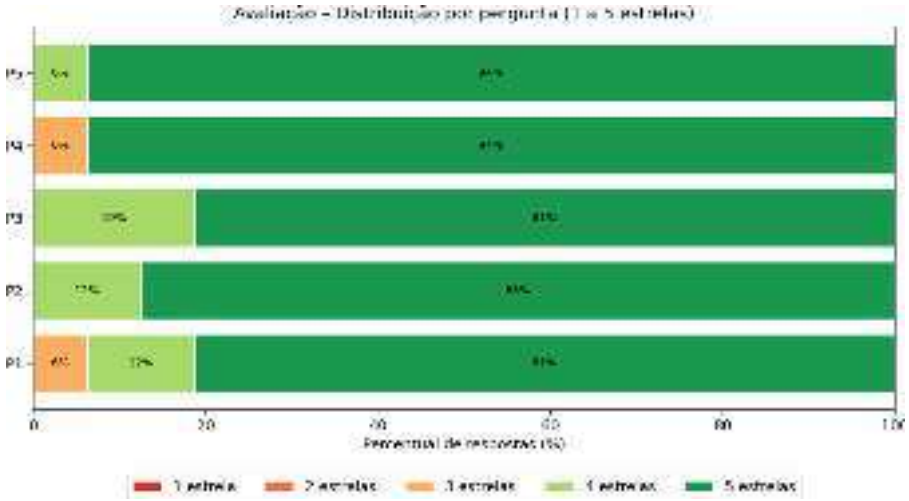
P1	As informações sobre os insetos apresentadas no jogo foram claras para você?
P2	O conteúdo do jogo foi fácil de entender?
P3	As espécies escolhidas no jogo representaram bem a variedade e a importância dos insetos?
P4	O jogo despertou sua curiosidade para aprender mais sobre insetos?
P5	O jogo ajudou você a lembrar e explicar características, alimentação e curiosidades sobre os insetos?
P6	O que você aprendeu de mais interessante sobre os insetos jogando “Desvendando os Insetos”?
P7	Que sugestões você daria para melhorar o jogo e torná-lo ainda mais educativo e divertido?

Na primeira versão, 81,3% dos participantes avaliaram como excelente a clareza das informações contidas nas cartas (P1), e 88% consideraram excelente a facilidade de entendimento do conteúdo do jogo (P2).

Quanto à didática, 94% consideraram o jogo “excelente” em despertar curiosidade sobre o assunto (P4) e lembrar do conteúdo (P5), mostrando que o jogo foi eficaz na promoção do aprendizado de entomologia.

Gráfico 1. Avaliações por pergunta (escala 1 a 5) da primeira versão.

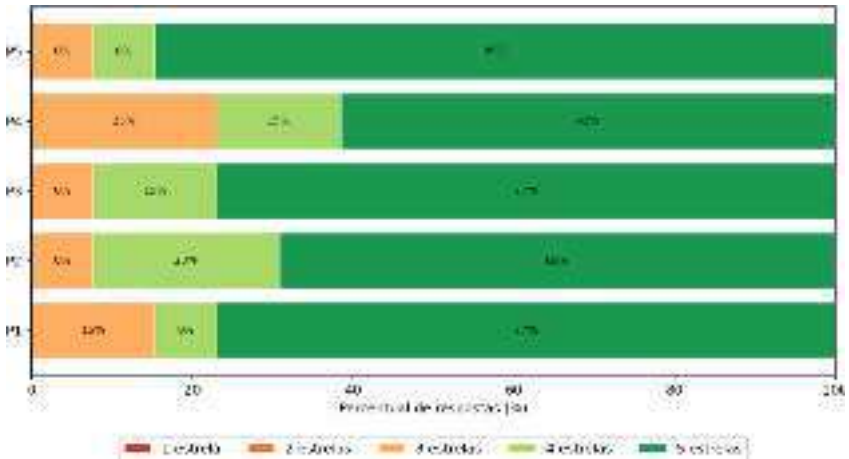
DOI: 10.51189/iv-bioesb/70054



Em relação a variedade e importância dos insetos representados, 81% consideraram excelente, e 19% consideram “bom”. Essa variedade de informações também foi bastante citada nas respostas discursivas (P6 e P7), onde destacaram descobrir novas informações que desconheciam, mesmo por quem já tinha conhecimento prévio, percebendo novos detalhes e revisão de conceitos, o que indica que o jogo atuou tanto na fixação quanto na expansão do conhecimento.

Na versão final do jogo participaram 13 jogadores, das quais sendo 77% dos participantes avaliaram como “excelente” a clareza das informações apresentadas nas cartas (P1), enquanto 69% consideraram “excelente” a facilidade de entendimento do conteúdo (P2). Em relação ao aspecto didático, 62% dos jogadores classificaram o jogo como “excelente” em despertar curiosidade sobre o tema (P4) e 85% em ajudar na memorização dos conteúdos (P5). Os resultados obtidos indicam que o jogo se mostrou eficaz tanto na promoção do aprendizado em entomologia quanto na oferta de uma experiência lúdica e envolvente. Contudo, observa-se uma redução nos escores atribuídos pelos participantes, o que pode ser explicado pela maior familiaridade com o jogo e pelo conhecimento prévio adquirido ao longo das partidas. Essa proximidade pode ter contribuído para que os jogadores adotassem uma postura mais criteriosa na hora de avaliar o jogo, aspecto considerado positivo, pois reflete um aumento na confiança dos alunos ao mesmo tempo em que fornece contribuições relevantes para aprimoramento do jogo.

Gráfico 2. Avaliações por pergunta (escala 1 a 5) da versão final.



DOI: 10.51189/iv-bioesb/70054

Posteriormente, foi decidido ampliar os testes para o público geral, isto é, para aqueles que não haviam jogado a 1° versão e nem faziam parte do curso de Ciências Biológicas da UFPA, sendo adicionada novas perguntas, como indica a tabela 4:

Tabela 2. Perguntas contidas nos questionários aplicados ao público geral

P1	As informações sobre os insetos apresentadas no jogo foram claras para você?
P2	O conteúdo do jogo foi fácil de entender?
P3*	Como você avalia a facilidade de entendimento da jogabilidade e das regras?
P4	As espécies escolhidas no jogo representaram bem a variedade e a importância dos insetos?
P5	O jogo despertou sua curiosidade para aprender mais sobre insetos?
P6	O jogo ajudou você a lembrar e explicar características, alimentação e curiosidades sobre os insetos?
P7*	Em sua opinião, o jogo foi capaz de unir diversão e aprendizado ao mesmo tempo?
P8	O que você aprendeu de mais interessante sobre os insetos jogando “Desvendando os Insetos”?
P9	Que sugestões você daria para melhorar o jogo e torná-lo ainda mais educativo e divertido?

* perguntas adicionadas

Os resultados coletados do público geral mostraram uma boa recepção ao jogo com a maioria das respostas sendo positivas, mantendo médias similares em relação aos estudantes de graduação em biologia, divergindo sobretudo em relação ao jogo ajudar a lembrar e explicar as informações sobre insetos (P6), com 58% considerando o jogo “excelente”, podendo ser explicado pela falta de conhecimento prévio sobre o assunto pelo público geral, o que pode tornar as informações um pouco mais difíceis de serem assimiladas. Além disso, a facilidade de entendimento da jogabilidade e das regras ficou com a menor média (P3), porém oscilou entre “bom” (25%), “muito bom”(58%) e “excelente”(17%), mantendo um retorno positivo sobre o jogo.

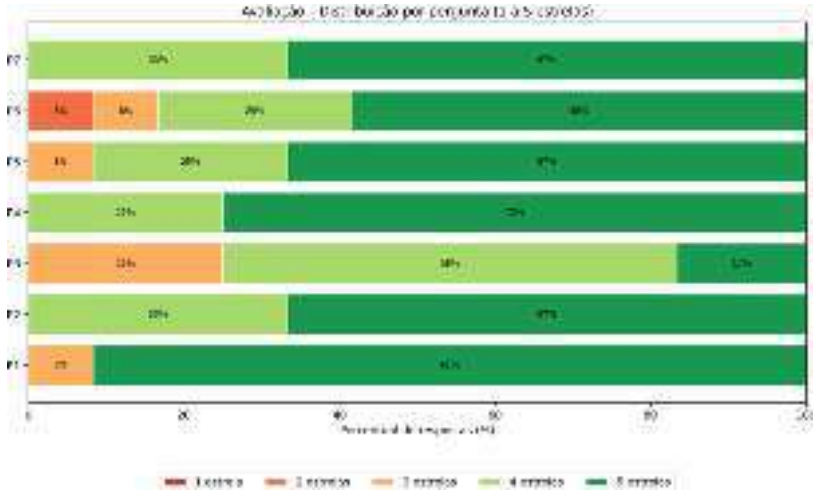


Gráfico 3. Média das avaliações por pergunta do público geral

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que o uso do jogo didático "ORBIS" contribui para tornar o ensino de Entomologia mais dinâmico, participativo e significativo, reforçando o potencial dos jogos educativos como recurso metodológico no processo de ensino-aprendizagem. Este estudo reforça a abordagem lúdica como facilitadora no processo de assimilação de conceitos

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70054

complexos, especialmente para grupos tão biodiversos como é o caso dos insetos, se mostrando uma ferramenta eficiente em contraposição aos métodos tradicionais de ensino. Os resultados da avaliação indicaram que o jogo “ORBIS” constitui uma ferramenta didática viável e eficaz para o ensino de entomologia.

A primeira versão do jogo foi considerada excelente por 81,3% dos participantes em relação à clareza das informações e por 87% na facilidade de entendimento do conteúdo. Além disso, 93,8% consideraram o jogo "excelente" em despertar curiosidade sobre o assunto (P4) e ajudar a lembrar do conteúdo (P5). Embora os resultados da segunda versão apresentassem médias ligeiramente menores, ela manteve a eficácia, com 76,9% classificando a clareza das informações como "excelente" (P1) e 84,6% classificando-o como "excelente" em ajudar na memorização dos conteúdos (P5). As melhorias implementadas, baseadas nas sugestões dos jogadores e nas contribuições dos integrantes do Grupo PET-Biologia da UFPA, resultaram em um aprimoramento significativo do design e das regras do jogo. Esse avanço ficou evidente nas respostas e observações dos participantes, já que, durante as partidas, as sugestões de ajustes foram mínimas. A maioria dos comentários passou a se concentrar em novas ideias para cartas de ação, enquanto os demais aspectos do jogo foram amplamente aceitos e aprovados como melhorias efetivas.

5 REFERÊNCIAS

DELECAVE, B. **Insetos e a biodiversidade.** Invivo - Veja o vivo, Museu da Vida/Fiocruz. 2020.

DOCILE, T. N.; ANDRADE, P**.** Ensino de ciências: proposta do jogo didático Super Trunfo Diversidade de Insetos como ferramenta facilitadora da aprendizagem. Acta Biomedica Brasiliensia, v. 11, n. 1, p. 21–24, 2020.

GULLAN, P. J.; CRANSTON, P. S. The insects: an outline of entomology. 4 ed. **Oxford: Willey Blackwell**, 2010.

LOPES, B. S.; SILVA, N.A. Entomologia na escola: o que os estudantes pensam sobre os insetos e como utilizá-los como recurso didático? **Revista Eletrônica de Educação**, v.14, 1-20, e3300078, jan./dec. 2020.

MOURA, J. G. A.; MARINHO, H. L. V.; CARDOSO, V. A. Entomologia lúdica: como um jogo de cartas pode aumentar o interesse dos estudantes pelo estudo dos insetos. In: **Congresso Nacional De Educação – CONEDU**, 9., 2023, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Realize Editora, 2023.

MACHADO, E. F.; MIQUELIN, A. F. O jogo “Inseto Go” e a gamificação em ensino de biologia: estratégias para a aprendizagem dos estudantes. In: **Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências – ENPEC**, 14., 2023, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Realize Editora, 2023.

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

DESAFIOS DA RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA NO CONTEXTO DA SAÚDE ÚNICA: REVISÃO DE LITERATURA

ALICE CAROLINE DA SILVA ROCHA; BRUNA SAMARA ALVES-RIBEIRO; ZARA MARIANA DE ASSIS-SILVA; LIZANDRA FERNANDES DA SILVA; DOUGHLAS REGALIN

Introdução: As interações entre humanos, animais e o ambiente, bem como aos processos de poluição, globalização e deteriorização dos ecossistemas, contribuem para o surgimento de novo patógenos e disseminação da resistência antimicrobiana (RAM). **Objetivo:** O objetivo deste trabalho é realizar uma revisão bibliográfica sobre a RAM no contexto da Saúde Única. **Metodologia:** Foram utilizados indexadores como PubMed e Scielo para a seleção de artigos no período de 2015 - 2022. **Resultados:** A transmissão direta de genes de resistência a antibióticos (ARGs) do microbioma animal para o humano por meio de produtos alimentícios representa uma preocupação no contexto da Saúde Única. Foram identificadas bactérias resistentes à antibióticos em aves (*Salmonella*), bezerros (*Escherichia coli* resistente a cefalosporinas), suínos (*Escherichia coli* resistente a carbapenêmicos) e frutos do mar (*Pseudomonas*, *Stenotrophomonas* e *Myroides* resistentes a carbapenêmicos). Outro fator é a poluição do ambiente, por exemplo, com metais pesados que co-seleciona resistência a antibióticos e metais através da resistência cruzada. Estações de tratamento de esgoto e mais recentemente, estações de tratamento de águas residuais têm sido apontados como depósitos de RAM. Um dos mecanismos apontados, foi a transmissão de genes de resistência a antibióticos (ARGs) por meio de elementos genéticos móveis (EGMs), levando a segregação de categorias ARGs entre plasmídeos e fagos. Entre as ferramentas computacionais mais efetivas para analisar dados metagenômicos, como os ARGs, incluindo sua localização em EGM, apresenta-se o Pathofact. Utilizando-o, há a possibilidade de rastrear as origens e disseminação da RAM de um reservatório para o outro. Quando se trata de novas estratégias para o controle da tolerância a antibióticos e RAM, regular vias metabólicas específicas através do aproveitamento de metabólitos como aminoácidos e nucleotídeos, pode restaurar a letalidade dos antibióticos. Além disso, o uso de agentes quelantes de ferro e metais competidores como o gálio, diminuem a biodisponibilidade do ferro e limitam a sua absorção, acarretado na inibição do crescimento bacteriano. **Conclusão:** A RAM é um desafio que engloba a Saúde Única e requer novas ferramentas e estratégias para análise e inibição da disseminação de patógenos.

Palavras-chave: **ANTIBIÓTICOS; GENES; MICROBIOMA**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70056

ISSN: 2675-813X

PERÍCIA CRIMINAL COMO PRÁTICA PEDAGÓGICA NA FEIRA DO CONHECIMENTO: UM RELATO DE EXPERIÊNCIA NO PIBID

ANA CRISTINA DO NASCIMENTO; PATRÍCIA BORGES SILVA; MARCELO AUGUSTO FILARDI

RESUMO

Este relato envolve a temática de Perícia Criminal trabalhada na Feira do Conhecimento realizada em uma Escola Estadual de São João Evangelista (MG). A proposta foi apresentada no dia do evento com uma turma do 1º ano do Ensino Médio em Tempo Integral (EMTI), tendo como objetivo levar aos estudantes conhecimentos sobre como a perícia atua na vida real e, ao mesmo tempo, despertar sua atenção para a importância da ciência em contextos práticos. As atividades propostas dialogaram diretamente com os conteúdos trabalhados no livro didático e nas aulas de biologia, especialmente aqueles relacionados à genética e às reações químicas, o que permitiu aos alunos estabelecer relações entre a teoria estudada em sala e sua aplicação em situações reais. Para isso, foram desenvolvidos experimentos lúdicos e investigativos, como *Tipagem Sanguínea Simulada, "Sangue do diabo", Bilhete invisível* e *Tinta invisível.* As atividades contaram com a mediação das pibidianas, que elaboraram roteiros e acompanharam os alunos em todas as etapas, o que resultou em elevado engajamento, curiosidade e interação dos discentes. Inicialmente, os discentes demonstraram apreensão e ansiedade em relação à exposição oral de seus trabalhos. No entanto**,** o fato de a atividade ter sido realizada em dois turnos promoveu uma notória adaptação, sendo visível que, no segundo turno, os alunos estavam mais seguros e confiantes. A escolha dos temas foi fundamental para que o aprendizado se consolidasse especialmente nos conteúdos sobre bioluminescência e genética, que já haviam sido abordados em sala. Além disso, o projeto conquistou a medalha de destaque na Feira de Matemática, organizada pelo IFMG-SJE. Conclui-se que a atividade contribuiu tanto para a formação dos discentes envolvidos quanto para a prática docente das pibidianas.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Metodologias ativas. Ensino Médio Integral.

1 INTRODUÇÃO

A Feira do Conhecimento constitui um espaço privilegiado para a socialização de saberes e para a construção do conhecimento científico dentro da escola. Sabe-se que o processo educacional passa, a cada dia, por transformações e desafios, e as escolas funcionam como um reflexo da sociedade em menor escala, oferecendo aos alunos oportunidades de experimentar diferentes situações sociais e desenvolver competências para a vida. Nesse contexto, feiras como a do Conhecimento permitem aos estudantes vivenciar a ciência de forma prática e engajadora, fortalecendo seu protagonismo e a capacidade de investigação (CRUZ, 2024).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70057

ISSN: 2675-813X

Na Escola Estadual Josefina Pimenta, localizada no município de São Evangelista (MG), a proposta foi organizada de forma participativa com a turma do 1º ano do Ensino Médio em Tempo Integral (EMTI) e, em comum acordo com os alunos, o tema definido foi *Perícia Criminal*. A escolha surgiu pelo interesse e curiosidade dos estudantes, ao destacar que práticas investigativas em Ciências despertam grande interesse entre os jovens por sua relação com a mídia, a investigação científica e a solução de problemas.

Como reconhecimento da qualidade das atividades desenvolvidas e o impacto dos trabalhos, a iniciativa conquistou a Medalha de Destaque na Feira de Matemática, evento regional realizado pelo Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* São João Evangelista (IFMG-SJE), reforçando o potencial das metodologias ativas e das práticas interdisciplinares no contexto escolar.

O objetivo deste trabalho é relatar a experiência de desenvolvimento e execução da atividade de perícia criminal na Feira do Conhecimento, destacando as metodologias utilizadas, os resultados obtidos e as contribuições para a prática docente.

2 RELATO DE EXPERIÊNCIA

A atividade foi desenvolvida no âmbito do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), vinculado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal de Minas Gerais (IFMG), fortalecendo a formação inicial de professores na escola pública. A experiência ocorreu na Escola Estadual Josefina Pimenta, localizada no município de São João Evangelista (MG), durante a Feira do Conhecimento, evento anual que envolve todas as séries e disciplinas da escola, com a participação da comunidade local.

Os trabalhos foram planejados e conduzidos por duas licenciandas do Curso de Ciências Biológicas do IFMG, com uma 1º ano do Ensino Médio em Tempo Integral (EMTI) composta por 15 alunos. O tema *Perícia Criminal* foi escolhido pelos próprios estudantes, a partir de pesquisas realizadas em fontes disponíveis na *internet*, que despertaram interesse pelo assunto. A escolha do tema ocorreu devido à identificação de similaridades entre o tema e os conteúdos trabalhados em sala de aula, especialmente aqueles relacionados à Genética e à Bioluminescência.

Os encontros para o planejamento e organização aconteceram presencialmente na própria escola, ao longo de 8 horas/aula regulares de Biologia da professora regente da turma. Durante esses momentos, que ocorreram em dois encontros semanais, foram realizados estudos, discussões e ensaios das práticas, os quais foram complementados por orientações fora do horário de aulas, através de encontros remotos, contribuindo para o domínio dos conteúdos e para maior segurança e clareza das explicações a serem apresentadas pelos estudantes.

Um roteiro norteador foi elaborado, analisado e validado juntamente com a professora regente da Escola e continha orientações detalhadas sobre objetivos, materiais e procedimentos, garantindo o alinhamento da proposta. No decorrer da feira, as licenciandas acompanharam todo o processo, oferecendo suporte na execução das etapas, esclarecendo dúvidas e garantindo que os alunos pudessem compreender a relação entre os experimentos e a aplicação da ciência em contextos de investigação criminal.

Os estudantes foram organizados espontaneamente em quatro grupos, com autonomia para definição dos responsáveis pela apresentação das atividades e pela produção da ornamentação dos estandes. Ao longo de três semanas, também houve preparação para adequação da linguagem científica ao nível de compreensão dos estudantes, tornando o conteúdo acessível e atrativo a eles e ao público visitante.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70057

Os grupos responsáveis por cada experimento temático tinham um tempo total de 10 minutos para realizar a apresentação, tempo que foi dividido entre os integrantes para contemplar uma breve explicação teórica e a demonstração prática, garantindo a organização e a rotatividade do público visitante durante a Feira do Conhecimento.

O público visitante do evento incluiu alunos do Ensino Fundamental I e II, estudantes do Ensino Médio e também a comunidade local, que teve acesso às atividades ao longo do dia. O evento aconteceu em dois turnos, manhã e tarde. A montagem dos estandes ocorreu no dia anterior ao evento, com ajustes finais concluídos na manhã da feira, com a chegada antecipada dos estudantes ao local.

A avaliação da atividade correspondeu a um total de 15 pontos bimestrais para todos os alunos envolvidos na disciplina de Biologia e 5 pontos nas demais disciplinas, considerando o engajamento, a organização e o domínio dos conteúdos apresentados.

Durante as apresentações, os grupos atuaram de forma simultânea, o que impossibilitou que os estudantes acompanhassem os outros estandes da Feira, porém, no turno da tarde, o encerramento do estande sobre a *Perícia Criminal* foi antecipado, possibilitando que os estudantes circulassem entre as apresentações organizadas em outros estandes.

Para favorecer a participação ativa de todos , os estudantes foram organizados em quatro grupos, sendo que cada grupo ficou responsável por conduzir um dos experimentos propostos:

I) *Tipagem Sanguínea Simulada*

No experimento de tipagem sanguínea simulada, que representou uma técnica básica de identificação de indivíduos utilizada em investigações criminais, foram mobilizados conteúdos trabalhados em sala de aula relacionados à Genética e à Bioquímica, especialmente o sistema sanguíneo ABO. Os estudantes utilizaram: 4 lâminas; tubos de coleta de sangue; água e corante alimentício. O procedimento envolvia simular a coleta de "sangue" (água) e adicionar diferentes cores de corante (representando os reagentes Anti-A e Anti-B), demonstrando, de forma ilustrativa, as reações de aglutinação do sistema ABO e sua aplicação na identificação de indivíduos.

II) *"Sangue do Diabo"*

O experimento do "sangue do diabo", apresentado na feira como uma simulação da revelação de vestígios químicos invisíveis em cenas de crime, retomam conteúdos como reações químicas e indicadores ácido-base. Para a realização da atividade, foram utilizados: 1 colher de sopa de fenolftaleína; 50 ml de etanol; inicialmente incolor, que, ao receber uma solução básica: Hidróxido de amônio (amônia) 5 ml, apresentou uma mudança de coloração para tons de rosa, chamando a atenção do público.

III) *Bilhete Invisível*

Já no "bilhete invisível", o experimento representou técnicas de comunicação e ocultação de informações associadas ao contexto investigativo, possibilitando a retomada de conteúdos trabalhados em sala relacionados a reações químicas e oxidação. Para a realização da atividade foram utilizados: folha sulfite branca; suco de limão; açafrão; água; pincel. Os alunos escreveram mensagens no papel branco utilizando suco de limão, que, após a secagem, tornaram-se invisíveis a olho nu. Em seguida, com o auxílio de um pincel, foi aplicado açafrão diluído em água sobre a superfície do papel, o que possibilitou a revelação da escrita. O fenômeno foi explicado a partir da reação do ácido presente no limão com o corante natural do açafrão, evidenciando a mensagem

IV) *Tinta Invisível*

O experimento da tinta invisível representou técnicas de identificação de vestígios ocultos, possibilitando a retomada de conteúdos trabalhados em sala relacionados à interação da luz com determinadas substâncias. Para a realização da atividade foram

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70057

utilizados: água; o miolo de uma caneta marca-texto amarela; copo; lanterna. Inicialmente, o miolo da caneta foi retirado e mergulhado em água, formando uma solução com tinta fluorescente. Durante a montagem do estande, a solução foi respingada propositalmente sobre a mesa, simulando a presença de vestígios invisíveis. Quando os visitantes se aproximavam, as luzes do ambiente eram apagadas e, em seguida, a lanterna era acesa, permitindo a visualização dos respingos fluorescentes sobre a superfície. A atividade possibilitou demonstrar, como vestígios que não são perceptíveis a olho nu podem ser revelados com o uso de fontes de luz.

Dessa forma, a metodologia adotada buscou integrar momentos de experimentação prática, mediação pedagógica e reflexão científica, promovendo um espaço de aprendizagem colaborativa e significativa tanto para os alunos do ensino médio quanto para as licenciandas em sua formação docente.

3 DISCUSSÃO

A proposta foi organizada e estruturada em etapas que contemplaram a problematização do tema Perícia Criminal, a pesquisa orientada, o planejamento dos experimentos e o que se esperava dos resultados.

Durante o desenvolvimento das atividades na Feira do Conhecimento da Escola Estadual, constatou-se elevado interesse e engajamento por parte dos alunos do 1º ano EMTI. Desde os primeiros contatos com os temas propostos, os estudantes demonstraram curiosidade e disposição em participar das etapas, seguindo com atenção o roteiro disponibilizado e interagindo ativamente com as licenciandas mediadoras.

Foi notória a autonomia dos grupos. Ao definir um tema específico para cada uma das equipes, os alunos fizeram perguntas, discutiram entre si e até sugeriram variações, como a troca de experimentos iniciais, sugestões das práticas, o que vai ao encontro do que Silva e Sasseron (2021) descrevem como alfabetização científica: a capacidade de levantar hipóteses, testar ideias e relacionar a ciência ao cotidiano. No dia da Feira, observou-se que os estudantes apresentaram ansiedade inicial, especialmente nos primeiros contatos com os visitantes. No entanto, ao longo do evento, passaram a demonstrar maior segurança, postura adequada e interação fluida e mais espontânea com o público. Professores e visitantes que passaram pelo estande elogiaram a temática escolhida, a organização das atividades e a apresentação dos alunos.

Os estandes atraíram a atenção do público visitante durante todo o evento (**Figura 1**). Os experimentos relacionados à tipagem sanguínea simulada e ao chamado “sangue do diabo” foram os que mais despertaram entusiasmo, sobretudo por possibilitarem a associação entre práticas científicas e situações de investigação criminal. Muitos alunos fizeram perguntas sobre como as técnicas são aplicadas em perícias criminais reais, estabelecendo relações com programas de televisão, filmes e reportagens que abordam o tema, como: *“Esse teste dá para fazer direto na cena do crime?”, “O teste mostra de quem é o sangue ou somente o tipo?” e “É possível saber se o sangue é humano ou de animal?”.*

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70057

ISSN: 2675-813X

Figura 1 - Estandes temáticos na Feira do Conhecimento em uma Escola Estadual no município de São João Evangelista (MG). Fonte: os próprios autores.

O retorno recebido foi bastante positivo: professores e colegas de outras turmas elogiaram a criatividade e a relevância da proposta, destacando a capacidade de articular ciência em um contexto lúdico e envolvente. De modo geral, os estudantes conseguiram assimilar os conceitos apresentados e demonstraram compreensão sobre o papel da ciência em investigações criminais, o que pode ser observado em comentários como: *"Foi muito criativo, os experimentos foram interessantes e organizados"* e *"Gostei da forma que os alunos explicaram, deu pra entender bem"*.

Para as bolsistas licenciandas, a experiência também trouxe resultados significativos. O contato direto com os alunos e a necessidade de orientar cada etapa dos experimentos possibilitaram exercitar a mediação pedagógica, fortalecer habilidades comunicativas e aproximar nossa formação teórica das práticas docentes.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70057

Os resultados indicam que as práticas experimentais investigativas empregadas promoveram engajamento e protagonismo entre os alunos, confirmando o potencial das metodologias ativas no ensino de Biologia. De acordo com Cruz (2024), a metodologia por investigação valoriza o aluno como protagonista do processo de aprendizagem, enquanto o professor assume o papel de mediador que provoca e instiga o pensamento crítico.

Houve alguns desafios no dia do evento. A gestão do tempo foi um deles. Cada grupo queria explorar ao máximo o seu experimento, o que levava a extrapolar o tempo estipulado de 10 minutos; por ansiedade, os discentes, por vezes, atropelavam as falas, o que melhorou consideravelmente no segundo turno de apresentações, realizado no período da tarde. Outro ponto foi a necessidade de simplificar termos científicos mais complexos, como os usados na tipagem sanguínea. Mesmo assim, os resultados foram muito positivos, e a experiência reafirmou a importância de atividades investigativas na escola, como já defendem as Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2019), ao apontarem a pesquisa e a prática reflexiva como pilares da formação científica e docente.

Em resumo, a Feira reafirmou que aprender fazendo é muito mais envolvente, tanto para os alunos, que se sentiram investigadores por um dia, quanto para as bolsistas licenciandas, com a experiência acadêmica reflexiva, formativa e construtiva.

4 CONCLUSÃO

A experiência relatada evidencia que a utilização da perícia criminal como prática pedagógica na Feira do Conhecimento proporcionou um ambiente de aprendizagem significativo e colaborativo para os alunos do 1º ano do EMTl. Os experimentos lúdicos e investigativos possibilitaram aos estudantes vivenciar conceitos científicos, despertando curiosidade, autonomia e pensamento crítico, além de aproximá-los da ciência aplicada em contextos reais.

Além do impacto positivo nos discentes, a atividade contribuiu de maneira expressiva para a formação das bolsistas do PIBID, que puderam exercitar a mediação pedagógica, aprimorar habilidades comunicativas e articular conhecimentos teóricos com a prática docente. Os resultados reforçam o potencial das metodologias ativas no ensino de Ciências, destacando que experiências investigativas e experimentais tornam o aprendizado mais significativo e motivador.

Enquanto licenciandas, a participação na Feira do Conhecimento também possibilitou reflexões sobre a importância do planejamento, da escuta dos alunos e da flexibilidade didática, especialmente em situações que envolvem exposição pública e interação com a comunidade escolar. Caso houvesse a oportunidade de participar novamente do evento, considera-se que ajustes poderiam ser realizados, como a ampliação do tempo de ensaio com os estudantes, o refinamento das explicações conceituais de alguns experimentos para que ajustasse a explicação a depender do público. Ao longo do processo, foi possível exercitar a mediação pedagógica, aprimorar habilidades comunicativas, lidar com a ansiedade dos estudantes e com imprevistos. O que enriqueceu ainda mais com experiências o caminho para a docência.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70057

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Conselho Nacional de Educação**. Conselho Pleno. Resolução CNE/CP n. 2, de 20 de dezembro de 2019. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação Inicial de Professores para a Educação Básica e institui a Base Nacional Comum para a Formação Inicial de Professores da Educação Básica (BNC-Formação). Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 248, p. 235, 23 dez. 2019. Seção 1. Disponível em: https://portal.mec.gov.br/docman/dezembro-2019-pdf/135951-rcp002-19/file Acesso em: 05 ago. 2025.

CRUZ, E. K. T. O ensino de Ciências: o uso da metodologia por investigação. **Revista Educação Pública,** Rio de Janeiro, v. 24, nº 25, 16 de julho de 2024. Disponível em: https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/24/25/o-ensino-de-ciencias-o-uso-da-metodologia-por-investigacao Acesso em: 05 ago. 2025.

SILVA, M. B. E.; SASSERON, L. H. Alfabetização científica e domínios do conhecimento científico: proposições para uma perspectiva formativa comprometida com a transformação social. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 23, p. e34674, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/epec/a/ZKp7zd9dBXTdJ5F37KC4XZM/?format=html&lang=pt Acesso em: 05 ago. 2025.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70057

POTENCIAL TERAPÊUTICO DE PLANTAS MEDICINAIS E METABÓLITOS SECUNDÁRIOS: AVANÇOS EM FARMACOGNOSIA: UMA REVISÃO

ELANY ALLANA NUNES MACIEL

RESUMO

O uso de plantas medicinais e de seus metabólitos secundários constitui um campo estratégico da farmacognosia contemporânea, especialmente diante da crescente demanda por terapias eficazes, acessíveis e biologicamente sustentáveis. Este trabalho teve como objetivo analisar criticamente os avanços científicos relacionados ao potencial terapêutico de metabólitos secundários de origem vegetal, destacando suas aplicações farmacológicas e perspectivas para a pesquisa em saúde. A metodologia consistiu em uma revisão narrativa da literatura, com seleção de estudos científicos disponíveis em bases de dados de acesso público, priorizando artigos de revisão e pesquisas experimentais relevantes para a farmacognosia moderna. Os resultados demonstram que classes como alcaloides, flavonoides, terpenoides e compostos fenólicos apresentam ampla diversidade estrutural e expressiva atividade biológica, incluindo efeitos antimicrobianos, anti-inflamatórios, antioxidantes e antitumorais, comprovados em modelos *in vitro* e *in vivo*. Evidenciou-se ainda que fatores ambientais, genéticos e tecnológicos influenciam diretamente a biossíntese desses compostos, bem como que abordagens biotecnológicas e sistemas de cultivo *ex situ* ampliam a padronização e a produção sustentável de metabólitos bioativos. Conclui-se que os avanços em farmacognosia reforçam o papel das plantas medicinais como fontes promissoras de novos agentes terapêuticos, contribuindo para a inovação farmacêutica e para o desenvolvimento de estratégias integrativas em saúde, desde que associadas a critérios rigorosos de qualidade, segurança e validação científica. Adicionalmente, ressalta-se a relevância da integração entre saberes tradicionais, métodos analíticos modernos e políticas públicas, visando orientar o uso racional, ético e seguro de fitoterápicos na atenção básica, pesquisa translacional e saúde coletiva nacional e desenvolvimento científico aplicado contemporâneo humano animal.

Palavras-chave: Produtos naturais; Padronização fitoquímica; Inovação farmacêutica.

1 INTRODUÇÃO

O estudo de plantas medicinais e seus metabólitos secundários representa um campo estratégico da farmacognosia, envolvendo a identificação, isolamento e caracterização de compostos bioativos com potencial terapêutico. Historicamente, diversas culturas humanas têm utilizado plantas como fontes de tratamentos naturais, sendo que pesquisas recentes têm ampliado o conhecimento sobre os mecanismos moleculares de ação desses compostos, sua diversidade estrutural e suas aplicações farmacológicas. Avanços em técnicas analíticas e biotecnológicas permitiram o aprofundamento de estudos sobre alcaloides, flavonoides, terpenoides e compostos fenólicos, consolidando a relevância do tema no contexto da inovação farmacêutica e da medicina integrativa (Gobbo-Neto & Lopes, 2007; Reshi et al., 2023).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70099

Apesar do interesse crescente, ainda existem lacunas significativas quanto à padronização, eficácia e segurança do uso de fitoterápicos e metabólitos secundários. Estudos indicam que fatores ambientais, genéticos e tecnológicos influenciam a produção e a atividade biológica desses compostos, e que muitas evidências farmacológicas permanecem limitadas a modelos *in vitro* ou *in vivo* sem tradução clínica consolidada (Elshafie et al., 2023; El-Saadony et al., 2025). Além disso, a diversidade de espécies e a variabilidade na composição química geram desafios para a regulamentação, controle de qualidade e aplicação terapêutica segura, reforçando a necessidade de sínteses críticas da literatura (Jared Misonge et al., 2024).

A relevância científica desta revisão se fundamenta na potencialidade das plantas medicinais como fontes de novos agentes terapêuticos, capazes de contribuir para o enfrentamento de doenças infecciosas, inflamatórias e degenerativas. A análise sistemática dos avanços em farmacognosia, incluindo métodos de extração, caracterização química, avaliação biológica e produção biotecnológica de metabólitos secundários, fornece subsídios para práticas clínicas seguras, políticas públicas em saúde e estratégias de conservação de biodiversidade (Reshi et al., 2023; Elshafie et al., 2023). A literatura atual evidencia que revisões integrativas fortalecem o conhecimento científico e orientam futuras pesquisas experimentais e translacionais, garantindo aplicabilidade e impacto social.

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo geral analisar os avanços científicos sobre o potencial terapêutico de metabólitos secundários de plantas medicinais, com enfoque em sua caracterização química, atividades farmacológicas e estratégias de produção, oferecendo uma visão crítica e atualizada da farmacognosia contemporânea (Gobbo-Neto & Lopes, 2007; El-Saadony et al., 2025).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho caracteriza-se como uma revisão bibliográfica narrativa, elaborada com o propósito de analisar os avanços científicos sobre o potencial terapêutico de metabólitos secundários de plantas medicinais, com ênfase em sua caracterização química, atividades farmacológicas e estratégias de produção biotecnológica. A pesquisa foi conduzida no âmbito da síntese crítica da literatura científica, sem coleta de dados primários, respeitando os princípios de rigor metodológico aplicáveis a estudos de revisão integrativa e narrativa, garantindo fidelidade e confiabilidade na análise do conhecimento existente.

A construção do corpus teórico baseou-se na consulta a produções nacionais e internacionais indexadas em bases de dados consolidadas, incluindo PubMed, Scopus, Web of Science, SciELO, MDPI e Frontiers, além de literatura técnica complementar e documentos oficiais relacionados ao tema. O processo de seleção das referências seguiu critérios de inclusão, tais como: recorte temporal dos últimos 20 anos (2005-2025), disponibilidade de texto completo em acesso aberto, pertinência temática, alinhamento aos objetivos da revisão e qualidade metodológica. Foram excluídos materiais que apresentassem duplicidade, ausência de rigor metodológico, caráter opinativo, dados incompletos ou inconsistentes, ou que não contribuíssem diretamente para o tema da farmacognosia.

O levantamento bibliográfico foi estruturado por meio de descritores específicos, definidos a partir de termos amplamente empregados na área de farmacognosia, fitoquímica e biotecnologia de plantas medicinais, como “plantas medicinais”, “metabólitos secundários”, “alcaloides”, “flavonoides”, “terpenoides”, “compostos fenólicos,” “atividade farmacológica”, “antimicrobiano”, “antioxidante”, “anticancerígeno”, combinados por operadores booleanos *AND* (que exige que todos os termos apareçam), *OR* (que recupera resultados com qualquer um

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70099

dos termos) e *NOT* (que exclui termos específicos) para aprimorar sensibilidade e especificidade da busca.

A etapa de curadoria das referências, bem como a formatação do manuscrito, contou com suporte técnico da EUKARYA – um projeto multidisciplinar de pesquisa científica que auxiliou na verificação das fontes selecionadas, na confirmação dos respectivos DOIs e na adequação exigida pela comissão científica do evento.

Posteriormente, as publicações selecionadas foram submetidas a leitura analítica integral, seguida da extração sistemática das informações pertinentes, considerando variáveis como métodos empregados, atividades farmacológicas, aplicabilidade clínica, resultados obtidos, limitações metodológicas, relevância temática e potenciais lacunas de pesquisa. A síntese e interpretação dos achados foram conduzidas por meio de análise qualitativa, contemplando identificação de convergências, divergências, tendências emergentes e oportunidades de investigação futura, assegurando consistência interna e reprodutibilidade da revisão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudos sobre plantas medicinais e seus metabólitos secundários evidenciam ampla diversidade química e expressiva variedade de atividades farmacológicas. Alcaloides, flavonoides, terpenoides e compostos fenólicos destacam-se por suas propriedades antimicrobianas, anti-inflamatórias, antioxidantes e anticancerígenas, testadas em modelos *in vitro* e *in vivo* (Reshi et al., 2023; El-Saadony et al., 2025). A **Tabela 1** organiza espécies vegetais, classes de metabólitos, modelos experimentais e principais resultados, oferecendo panorama estruturado do conhecimento e facilitando a compreensão das tendências emergentes na farmacognosia.

Tabela 1 – Espécies vegetais, metabólitos secundários e atividades biológicas.

Espécie	Metabólito Principal	Modelo Experimental	Atividade Biológica
Catharanthus roseus	Alcaloides (vincristina, vinblastina)	*In vitro* e *in vivo*	Antitumoral, citotóxica e antimicrobiana
Ginkgo biloba	Flavonoides (quercetina, kaempferol)	*In vivo*	Antioxidante, neuroprotetora e anti-inflamatória
Artemisia annua	Terpenoides (artemisinina)	*In vitro*	Antimalárica, antitumoral e anti-inflamatória
Camellia sinensis	Compostos fenólicos (catequinas)	*In vitro* e *in vivo*	Antioxidante, antimicrobiana e cardioprotetora

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025. (Adaptado)

Os resultados podem ser agrupados em três eixos centrais: caracterização química e diversidade estrutural, avaliação de atividades farmacológicas e estratégias biotecnológicas de produção e padronização. Convergências destacam a eficácia de determinadas classes de compostos bioativos, enquanto divergências surgem quanto aos métodos de extração, técnicas de quantificação e modelos experimentais adotados (Elshafie et al., 2023; Jared Misonge et al., 2024). Essas variações reforçam a necessidade de protocolos padronizados para assegurar reprodutibilidade e consistência nos resultados.

As implicações estendem-se à prática farmacêutica, biotecnológica e à promoção da saúde. O conhecimento sobre composição química e atividade biológica dos metabólitos permite desenvolvimento de fitoterápicos mais eficazes, elaboração de novos fármacos e

implementação de estratégias de conservação de espécies vegetais de interesse terapêutico (Reshi et al., 2023). A **Tabela 2** sintetiza os benefícios, limitações, desafios e soluções potenciais, evidenciando aplicações práticas e conceituais que orientam pesquisa e políticas públicas.

Tabela 2 – Implicações científicas, aplicações e limitações.

Dimensão	Impacto / Aplicação	Limitação Observada	Soluções / Estratégias
Teórica	Expansão do conhecimento sobre biossíntese e diversidade química de metabólitos	Fragmentação de dados e falta de integração química-biológica	Integração interdisciplinar e bases de dados padronizadas
Aplicativa	Desenvolvimento de fitoterápicos, fármacos antitumorais e antimicrobianos	Protocolos de extração e dosagem heterogêneos	Padronização de protocolos experimentais e validação robusta
Social / Ambiental	Conservação de espécies vegetais e promoção da saúde integrativa	Pouca aplicação em políticas públicas e educação limitada	Capacitação profissional, regulamentação e incentivo à pesquisa
Tecnológica	Produção biotecnológica de metabólitos em sistemas *ex situ*	Limitações na escalabilidade e eficiência de produção	Desenvolvimento de biorreatores e otimização de culturas celulares

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025. (Adaptado)

Avanços significativos incluem o uso de técnicas espectroscópicas para caracterização química detalhada, integração de abordagens *in vitro* e *in vivo* para validação farmacológica e aplicação de métodos biotecnológicos para otimização da produção de compostos bioativos (El-Saadony et al., 2025). Modelos conceituais que correlacionam diversidade química à atividade biológica ampliam a compreensão do potencial terapêutico e consolidam a relevância estratégica da farmacognosia.

Entre as limitações, destacam-se a escassez de estudos clínicos, ausência de padronização de protocolos de extração, heterogeneidade de modelos experimentais e lacunas em dados toxicológicos e farmacocinéticos (Gobbo-Neto & Lopes, 2007; Elshafie et al., 2023). A **Tabela 3** apresenta direcionamentos para pesquisas futuras, incluindo desenvolvimento de metodologias padronizadas, expansão de estudos clínicos e integração de avaliações toxicológicas, garantindo avanço consistente e seguro no campo.

Tabela 3 – Limitações científicas e direcionamentos para pesquisas futuras.

Desafio / Limitação	Impacto	Recomendação	Potencial Aplicativo
Falta de padronização de protocolos	Difícil replicação e comparação entre estudos	Desenvolver protocolos padronizados de extração, purificação e avaliação biológica	Resultados consistentes e confiáveis
Escassez de estudos clínicos	Redução da aplicação terapêutica segura	Estudos clínicos randomizados e controlados	Uso seguro de fitoterápicos e fármacos
Heterogeneidade de modelos experimentais	Resultados inconsistentes e pouco comparáveis	Definir modelos experimentais robustos e replicáveis	Reprodutibilidade e confiabilidade científica
Falta de dados toxicológicos	Risco de segurança em aplicações humanas	Avaliações toxicológicas, farmacocinéticas e interações medicamentosas	Garantia de segurança e regulamentação

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025. (Adaptado)

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70099

Em síntese, plantas medicinais e seus metabólitos secundários apresentam potencial terapêutico significativo, com relevância farmacológica, biotecnológica e social. A combinação de informações químicas, biológicas e tecnológicas permite identificar tendências emergentes, lacunas e oportunidades de pesquisa, consolidando a farmacognosia como disciplina estratégica capaz de oferecer soluções inovadoras e sustentáveis para a saúde humana e animal (Reshi et al., 2023; El-Saadony et al., 2025).

4 CONCLUSÃO

Este estudo teve como objetivo analisar o potencial terapêutico de plantas medicinais e de seus metabólitos secundários, com ênfase nos avanços contemporâneos da farmacognosia. Os achados evidenciam padrões consistentes relacionados à relevância biológica de classes químicas como alcaloides, flavonoides, terpenoides e compostos fenólicos, amplamente associados a atividades antimicrobianas, anti-inflamatórias, antioxidantes, antitumorais e neuroprotetoras. Tais efeitos foram predominantemente demonstrados em modelos *in vitro* e *in vivo*, reforçando a expressiva diversidade estrutural e funcional dos metabólitos vegetais como base para o desenvolvimento de agentes terapêuticos inovadores.

A integração das evidências permitiu ampliar a compreensão acerca da influência de fatores ambientais, genéticos e tecnológicos sobre a biossíntese e a eficácia desses compostos, bem como sobre o papel estratégico de abordagens analíticas avançadas e de métodos biotecnológicos na padronização e produção sustentável de metabólitos bioativos. Esses elementos consolidam a importância das plantas medicinais como recursos promissores para a inovação farmacêutica, para a ampliação do uso racional de fitoterápicos e para a incorporação de práticas terapêuticas baseadas em evidências científicas.

Entretanto, identificaram-se limitações relevantes, incluindo heterogeneidade metodológica, escassez de estudos clínicos robustos, lacunas conceituais e insuficiência de dados toxicológicos e farmacocinéticos, fatores que restringem a transposição segura dos resultados para a aplicação clínica. Diante disso, recomenda-se que investigações futuras priorizem a padronização de protocolos experimentais, o desenvolvimento de ensaios clínicos controlados, a avaliação sistemática de segurança e a integração entre conhecimento tradicional e ciência experimental. Tais diretrizes poderão ampliar a reprodutibilidade, a aplicabilidade e a validação científica dos metabólitos secundários de origem vegetal, fortalecendo sua contribuição para a saúde e o desenvolvimento científico.

REFERÊNCIAS

EL-SAADONY, M. T.; et al. Medicinal plants: bioactive compounds, biological activities, combating multidrug-resistant microorganisms, and human health benefits – a comprehensive review. **Frontiers in Immunology**, v. 16, 1491777, 2025. DOI: 10.3389/fimmu.2025.1491777. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/immunology/articles/10.3389/fimmu.2025.1491777/full

ELSHAFIE, H. S.; CAMELE, I.; MOHAMED, A. A. A comprehensive review on the biological, agricultural and pharmaceutical properties of secondary metabolites based-plant origin. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, n. 4, p. 3266, 2023. DOI: 10.3390/ijms24043266. Disponível em: https://www.mdpi.com/1422-0067/24/4/3266

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, v. 30, n. 2, p. 374-381, 2007. DOI: 10.1590/S0100-40422007000200026. Disponível em: https://www.scielo.br/j/qn/a/gn5mhqcFHSbXXgTKNLJTS9t/?lang=pt

JARED MISONDE, O. et al. Ethnomedicinal uses, phytochemistry, and pharmacology of the genus *Sarcophyte*: a review. **Frontiers in Pharmacology**, v. 14, 1301672, 2024. DOI: 10.3389/fphar.2023.1301672. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/pharmacology/articles/10.3389/fphar.2023.1301672/full

RESHI, Z. A. et al. From nature to lab: a review of secondary metabolite biosynthetic pathways, environmental influences, and *in vitro* approaches. **Metabolites**, v. 13, n. 8, 895, 2023. DOI: 10.3390/metabo13080895. Disponível em: https://www.mdpi.com/2218-1989/13/8/895

TEOH, E. S. **Secondary metabolites of plants**. In: Medicinal Orchids of Asia. Springer, p. 59-73, 2016. DOI: 10.1007/978-3-319-24274-3_5. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-24274-3_5

ISSN: 2675-813X

MECANISMOS MOLECULARES DA MODULAÇÃO DE CÉLULAS DENDRÍTICAS POR FLAVONOIDES EM VIAS DE SINALIZAÇÃO INTRACELULAR

RENATA RODRIGUES SENA NOGUEIRA

RESUMO

As células dendríticas (DCs) são células apresentadoras de antígenos (APCs) profissionais que desempenham papel central na regulação de respostas imunes, atuando na interface entre a imunidade inata e adaptativa. O reconhecimento de padrões moleculares por essas células desencadeia um processo de maturação caracterizado pelo aumento da expressão de moléculas de MHC-II (complexo principal de histocompatibilidade de classe II) e coestimuladores como CD80 e CD86. Flavonoides, compostos polifenólicos de origem vegetal, têm demonstrado potencial imunomodulador ao interferir em cascatas de sinalização intracelular fundamentais. Este estudo consistiu em uma revisão bibliográfica narrativa com o objetivo de analisar os efeitos de diferentes classes de flavonoides na modulação das vias NF-κB (Fator Nuclear kappa B), MAPK (proteína quinase ativada por mitógeno) e JAK/STAT (proteínas tirosinas quinases da família Janus e as proteínas transdutoras de sinal e ativadoras da transcrição) em DCs. Foram consultadas as bases de dados *PubMed*, *Google Scholar* e *SciELO*, com a seleção de artigos publicados entre 2007 e 2025. A análise da literatura indicou que os flavonoides exercem um papel inibitório sobre a maturação das DCs ao interceptar a sinalização intracelular logo após o estímulo antigênico. Observou-se que o bloqueio das vias NF-κB e MAPK impede a translocação de fatores de transcrição para o núcleo, resultando em uma redução drástica da expressão de CD80 e CD86, o que limita a capacidade das DCs de ativarem plenamente os linfócitos T. Adicionalmente, a inibição da via JAK/STAT compromete a resposta a citocinas como o IFN-γ (interferon- γ), favorecendo o desenvolvimento de um fenótipo tolerogênico e a diferenciação de células T reguladoras (Tregs). Em modelos experimentais de patologias respiratórias, como a asma, a administração de flavonoides, a exemplo da sakuranetina, demonstrou eficácia na redução do infiltrado inflamatório pulmonar e na reversão de processos de remodelamento tecidual. Tais evidências indicam que a ação multialvo dos flavonoides sobre os eixos de sinalização inato e adaptativo posiciona esses fitoquímicos como candidatos promissores para estratégias imunoterapêuticas. No entanto, a otimização de sua biodisponibilidade através de sistemas de entrega, como nanocarreadores, permanece como um desafio central para a aplicação clínica futura.

Palavras-chave: Imunomodulação; fitoquímicos; transdução de sinal.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70449

1 INTRODUÇÃO

As células dendríticas (DCs) são células apresentadoras de antígenos profissionais que conectam a imunidade inata à adaptativa, sendo fundamentais para o controle de respostas inflamatórias e tolerogênicas (Steinman; Banchereau, 2007). Originadas majoritariamente de precursores mieloides na medula óssea, as DCs distribuem-se estrategicamente em tecidos periféricos e órgãos linfoides, exercendo um papel contínuo de vigilância imunológica (Abbas *et al*., 2011). O processo de transição do estado imaturo para o maduro é desencadeado pelo reconhecimento de padrões moleculares associados a patógenos (PAMPs) via receptores de reconhecimento de padrão, como os receptores do tipo Toll (TLRs). Essa sinalização culmina na maturação celular, expressa pelo aumento compensatório de moléculas de MHC-II e coestimuladores (CD80 e CD86), capacitando as DCs a direcionar a diferenciação de linfócitos T CD4+ (*T helper*) e CD8+ (T citotóxicos) e a modular o equilíbrio entre respostas inflamatórias e a tolerância imunológica (Abbas *et al*., 2011; Murphy, 2014).

As principais vias de sinalização envolvidas na ativação de DCs incluem NF-κB, MAPK (ERK, p38, JNK) e JAK/STAT. A via NF-κB promove a transcrição de genes pró-inflamatórios (IL-1, IL-6, IL-12, TNF-α), sendo essencial para a maturação de DCs (Mao; Zhao; Sun, 2025). As MAPKs regulam a produção de mediadores inflamatórios e a expressão gênica relacionada à resposta imune (Arthur; Ley, 2013). A via JAK/STAT determina o perfil funcional das DCs, controlando mecanismos que estimulam ou suprimem a resposta imune (De Haas *et al*., 2019).

Em determinadas condições, as DCs podem se transformar em DCs tolerogênicas (DCtol), que induzem a tolerância imunológica ao suprimir células T efetoras e induzir células T regulatórias (Treg) (Ness; Lin; Gordon, 2021). As Tregs restringem as respostas imunes e previnem respostas autoimunes (Murphy, 2014).

Flavonoides são compostos polifenólicos amplamente distribuídos no reino vegetal, classificados em subclasses como flavonas, flavonóis, flavanonas, isoflavonas, antocianidinas e flavanóis, cada qual com características estruturais e propriedades biológicas distintas (Moudgil; Venkatesha, 2022). Estudos recentes demonstraram que flavonoides suprimem a ativação de NF-κB e MAPK em macrófagos estimulados por LPS (lipopolissacarídeo), reduzindo a expressão de TNF-α (fator de necrose tumoral α), IL-6 (interleucina 6) e espécies reativas de oxigênio (Zhong *et al*., 2022). O kaempferol inibiu a via JAK/STAT em modelo de psoríase, demonstrando potencial terapêutico em doenças autoimunes (Li *et al*., 2023). Especificamente em DCs, polimetoxiflavonas e isoflavonas aumentaram a expressão de MHC-II e CD80/CD86 *in vitro*, demonstrando capacidade de modular a maturação de DCs (Tanaka *et al*., 2024).

A sakuranetina, uma flavanona natural, demonstrou inibir as vias ERK1/2, JNK, p38 e STAT3 em modelo murino de asma, reduzindo citocinas Th2 e Th17 (Santana *et al*., 2019). Em modelo de osteoartrite, inibiu a via PI3K/AKT/NF-κB (Deng *et al*., 2024), e em modelo de psoríase, modulou a inflamação relacionada à IL-17A (Chen *et al*., 2025). A quercetina, um flavonol amplamente estudado, demonstrou efeitos anti-inflamatórios através da inibição de NF-κB e MAPK em diversos modelos celulares. O kaempferol apresentou capacidade de modular a via JAK/STAT, com potencial aplicação em doenças inflamatórias (Li *et al*., 2023).

Apesar do crescente número de estudos sobre os efeitos imunomoduladores de flavonoides, a literatura permanece fragmentada, com estudos isolados investigando compostos específicos em diferentes modelos experimentais. Não existe uma síntese abrangente que integre o conhecimento sobre como diferentes classes de flavonoides modulam especificamente DCs, suas vias de sinalização e funções efetoras. Esta lacuna dificulta a compreensão das relações estrutura-atividade e limita o desenvolvimento racional de imunomoduladores naturais baseados em flavonoides.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70449

Diante desse contexto, este estudo tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica narrativa da literatura científica sobre os efeitos modulatórios de flavonoides nas principais vias de sinalização intracelular de DCs, estabelecendo relações estrutura-atividade, identificando mecanismos moleculares comuns e avaliando o potencial terapêutico desses compostos no tratamento de doenças autoimunes e inflamatórias crônicas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa caracteriza-se como uma revisão bibliográfica narrativa, de caráter exploratório e qualitativo. A busca de dados foi realizada por meio de levantamento bibliográfico nas bases de dados *PubMed*, *Google Scholar* e *SciELO*, utilizando-se os descritores em saúde (DeCS/MeSH): "Dendritic Cells", "Flavonoids", "NF-kappa B", "MAP Kinase Signaling System" e "JAK-STAT Signaling Pathway". Foram incluídos artigos originais e de revisão publicados entre 2007 e 2025, nos idiomas português e inglês. O critério de seleção baseou-se na análise de estudos que investigaram os mecanismos moleculares de interação entre flavonoides e os marcadores de maturação das DCs, com ênfase no bloqueio de cascatas de sinalização intracelular e na modulação do perfil secretor de citocinas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da literatura científica revela que os flavonoides exercem um papel modulador fundamental sobre as DCs, agindo como potentes inibidores da sua maturação. Evidências consistentes indicam que esses compostos fenólicos interceptam a sinalização intracelular logo após o reconhecimento de antígenos, bloqueando a ativação das vias NF-κB e MAPK. Este bloqueio impede a translocação de fatores de transcrição para o núcleo da célula, o que resulta na redução drástica da expressão de moléculas de MHC-II e de proteínas coestimuladoras essenciais, como CD80 e CD86. Sem esses marcadores na superfície, as DCs perdem sua capacidade de ativar linfócitos T de forma plena, permanecendo em um estado imaturo ou semi-maduro (Zhong *et al*., 2022; Tanaka *et al*., 2024).

Adicionalmente, a interferência na via JAK/STAT surge como um mecanismo determinante para a manutenção do fenótipo tolerogênico das DCs induzido por flavonoides. Enquanto as vias MAPK e NF-κB estão mais ligadas ao estímulo inicial, a via JAK/STAT é responsável por mediar a resposta da célula às citocinas do microambiente. A inibição desta cascata pelos fitoquímicos compromete a sinalização de citocinas como o IFN-γ, resultando em uma menor produção de IL-12 (interleucina 12) e TNF-α. Esse silenciamento bioquímico redireciona a resposta imune, favorecendo a diferenciação de células T reguladoras (Tregs) em detrimento de perfis pró-inflamatórios (Steinman; Banchereau, 2007).

No contexto das patologias respiratórias, como a asma, a modulação dessas vias por flavonoides, como a sakuranetina, apresenta resultados clínicos promissores em modelos experimentais. A literatura (Toledo *et al*., 2013) demonstra que essa administração é capaz de mitigar a inflamação exacerbada das vias aéreas ao controlar a hiperatividade das APCs. Observou-se que o tratamento não apenas reduz o infiltrado inflamatório pulmonar, mas também reverte processos de remodelamento tecidual, uma vez que a menor ativação das DCs impede a cascata de eventos que leva à fibrose e hipertrofia do músculo liso bronquial.

Por fim, a discussão dos dados ressalta que a eficácia dos flavonoides como agentes imunoterápicos está intrinsecamente ligada à sua estrutura química, que permite uma ação multialvo nas cascatas de sinalização. Diferente de fármacos imunossupressores convencionais que muitas vezes possuem alvos únicos, os flavonoides oferecem uma abordagem sistêmica modulando a interface entre a imunidade inata e a adaptativa. Ao controlar a maturação das DCs (componente inato), esses compostos impedem a ativação exacerbada de linfócitos T

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70449

(componente adaptativo), promovendo uma resposta imunológica mais equilibrada e menos autorreativa. Entretanto, a variabilidade na biodisponibilidade e na estabilidade metabólica desses compostos ainda é apontada pela literatura como o principal desafio para a padronização de protocolos clínicos, sugerindo que o desenvolvimento de sistemas de entrega de fármacos (como nanocarreadores) pode ser o próximo passo para otimizar esses resultados *in vivo*.

4 CONCLUSÃO

A presente revisão de literatura permite concluir que os flavonoides exercem um papel imunomodulador significativo sobre as DCs, atuando como agentes capazes de mitigar a resposta inflamatória exacerbada. As evidências científicas compiladas demonstram que a interrupção das vias de sinalização MAPK, NF-κB e JAK/STAT, aliada à redução da expressão de moléculas coestimuladoras (CD80 e CD86) e de MHC-II, posiciona esses compostos fenólicos como candidatos promissores para o desenvolvimento de novas estratégias terapêuticas em imunoterapia e no tratamento de patologias de base inflamatória, como a asma. Contudo, ressalta-se a necessidade de novos estudos focados na biodisponibilidade e na farmacocinética desses fitoquímicos, visando transpor os achados moleculares observados *in vitro* para aplicações clínicas seguras e eficazes.

REFERÊNCIAS

ABBAS, A. K.; LICHTMAN, A. H.; PILLAI, S. **Imunologia celular e molecular**. 7. ed. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2011.

ARTHUR, J. S. C.; LEY, S. C. Mitogen-activated protein kinases in innate immunity. **Nature Reviews Immunology**, v. 13, p. 679-692, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1038/nri3495. Acesso em: 24 de dezembro de 2025.

CHEN, Y.; CHENG, Y.; LIU, C.; WANG, W.; WANG, T.; LAI, C.; GUO, J. Sakuranetin modulates IL-17A-related inflammation and enhances skin barrier function in an imiquimod-induced psoriasis model. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 186, Artigo 118035, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.biopha.2025.118035. Acesso em: 27 de dezembro de 2025.

DE HAAS, N.; KONING, C.; DI BLASIO, S.; FLÓREZ-GRAU, G.; VRIES, J.M.; HATO, S.V. STAT Family Protein Expression and Phosphorylation State during moDC Development Is Altered by Platinum-Based Chemotherapeutics. **Journal of Immunology Research**, v. 2019, Artigo 7458238, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1155/2019/7458238. Acesso em: 24 de dezembro de 2025.

DENG, X.; QU, Y.; LI, M.; WU, C.; DAI, J.; WEI, K.; XU, H. Sakuranetin reduces inflammation and chondrocyte dysfunction in osteoarthritis by inhibiting the PI3K/AKT/NF-κB pathway. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 171. Artigo 116194, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.biopha.2024.116194. Acesso em: 27 de dezembro de 2025.

LI, Y.; CUI, H.; LI, S.; LI, X.; GUO, H.; NANDAKUMAR, S. K.; LI, Z. Kaempferol modulates IFN-γ induced JAK-STAT signaling pathway and ameliorates imiquimod-induced psoriasis-like skin lesions. **International Immunopharmacology**, v. 114, 2023. Artigo 109585. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.intimp.2022.109585. Acesso em: 27 de dezembro de 2025.

MAO, H.; ZHAO, X.; SUN, S. NF-κB in inflammation and cancer. **Cellular & Molecular Immunology**, v. 22, p. 811-839, 2025. Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41423-025-01310-w. Acesso em: 24 de dezembro de 2025.

MOUDGIL, K. D.; VENKATESHA, S.H.. The Anti-Inflammatory and Immunomodulatory Activities of Natural Products to Control Autoimmune Inflammation. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 24, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ijms24010095. Acesso em: 26 de dezembro de 2025.

MURPHY, K. **Imunobiologia de Janeway**. 8. ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2014.
NESS, S.; LIN, S.; GORDON, R. J. Regulatory Dendritic Cells, T Cell Tolerance, and Dendritic Cell Therapy for Immunologic Disease. **Frontiers in Immunology**, v. 12, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3389/fimmu.2021.633436. Acesso em: 26 de dezembro de 2025.

SANTANA, F. P.R.; SILVA, R. C.; GRECCO, S. S.; PINHEIRO, A. J. M. C. R.; CAPERUTO, L. C.; ARANTES-COSTA, F. M.; CLAUDIO, S. R.; YOSHIZAKI, K.; MACCHIONE, M.; RIBEIRO, D. A.; TIBÉRIO, I. F. L. C.; LIMA-NETO, L. G.; LAGO, J. H. G.; PRADO, C. M. Inhibition of MAPK and STAT3-SOCS3 by Sakuranetin Attenuated Chronic Allergic Airway Inflammation in Mice. **Mediators of Inflammation**, v. 2019, Artigo 1356356, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1155/2019/1356356. Acesso em: 27 de dezembro de 2025.

STEINMAN, R. M.; BANCHEREAU, J. Taking dendritic cells into medicine. ***Nature***, v. 449, p. 419-426, 2007. Disponível em: https://doi.org/10.1038/nature06175. Acesso em: 24 de dezembro de 2025.

TANAKA, Y.; NAKAMOTO, A.; OHASHI, H.; NAKAMOTO, M.; SAKAI, T. Flavonoids, nobiletin, heptamethoxyflavone, and genistein enhance antigen-presenting cell function in vitro. **Exploration of Immunology**, v. 4, n. 3, p. 144-158, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.37349/ei.2024.00144. Acesso em: 27 de dezembro de 2025.

TOLEDO, A. C.; SAKODA, C. P. P.; PERINI, A.; PINHEIRO, N. M.; MAGALHÃES, R. M.; GRECCO, S.; TIBÉRIO, I. F. L. C.; CÂMARA, N.O.; MARTINS, M. A.; LAGO, J. H. G.; PRADO, C. M. Flavonone treatment reverses airway inflammation and remodelling in an asthma murine model. **British Journal of Pharmacology**, v. 168, n. 7, p. 1736-1749, 2013. Disponível em: https://doi.org/10.1111/bph.12062. Acesso em: 27 de dezembro de 2025.

ZHONG, R.; MIAO, L.; ZHANG, H.; TAN, L.; ZHAO, Y.; TU, Y.; PRIETO, M. A.; SIMAL-GANDARA, J.; CHEN, L.; HE, C.; CAO, H. Anti-inflammatory activity of flavonols via inhibiting MAPK and NF-κB signaling pathways in RAW264.7 macrophages. **Current Research in Food Science**, v. 5, p. 1176-1184, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.07.007. Acesso em: 27 de dezembro de 2025.

ISSN: 2675-813X

DO INVISÍVEL AO TANGÍVEL: O USO DE MODELOS TRIDIMENSIONAIS E MULTIMÍDIA NA DESMISTIFICAÇÃO DA CITOGENÉTICA E MITOSE NO ENSINO FUNDAMENTAL

JOICE GONÇALVES SILVA

RESUMO

O ensino de Genética e Biologia Celular no Ensino Fundamental enfrenta desafios significativos devido à natureza microscópica e abstrata das estruturas abordadas, como o DNA, os cromossomos e a dinâmica da divisão celular. A dificuldade de visualização direta desses componentes frequentemente conduz à memorização mecânica, resultando em desinteresse discente e falhas na alfabetização científica de base. O presente trabalho tem como objetivo relatar uma experiência pedagógica fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa, utilizando a construção de modelos didáticos tridimensionais, confeccionados com materiais de baixo custo e massa de modelar, aliados a recursos multimídia como estratégias facilitadoras da aprendizagem. A intervenção foi realizada em uma escola de Ensino Fundamental, dividida em etapas de fundamentação teórica, modelagem prática e socialização, onde os estudantes criaram representações físicas da mitose e da compactação do DNA. A metodologia integrou o caráter lúdico à prática pedagógica, unindo o visual (multimídia) e o tátil (modelos) para possibilitar a abstração necessária à compreensão dos princípios genéticos. Os resultados obtidos indicam que a modelagem didática atua como uma eficaz "ponte cognitiva", permitindo a materialização de conceitos abstratos e superando a passividade das aulas expositivas. Observou-se uma evolução tangível no desempenho discente, evidenciada pela redução drástica de erros conceituais e pelo aumento significativo no engajamento e nas médias das avaliações comparativas. Conclui-se que a estratégia de aliar o concreto ao digital não apenas facilita a assimilação de processos complexos, mas democratiza o acesso ao conhecimento científico. A prática transformou o ambiente escolar em um espaço de investigação ativa, provando ser superior aos métodos tradicionais ao promover uma fixação duradoura do conteúdo e o desenvolvimento da autonomia intelectual necessária para o exercício pleno da cidadania.

Palavras-chave: Ensino de Genética; Modelos Didáticos; Mitose; Aprendizagem Significativa

1 INTRODUÇÃO

A Biologia Celular e a Genética constituem alicerces fundamentais para a compreensão dos fenômenos da vida, desde a hereditariedade até o funcionamento metabólico dos organismos. No entanto, no contexto escolar, esses conteúdos são frequentemente percebidos pelos estudantes como demasiadamente abstratos e desconectados de sua realidade tangível. A impossibilidade de visualizar a olho nu as estruturas celulares, como o DNA, os genes e os cromossomos, cria uma barreira cognitiva significativa. Conforme apontam Justina e Ferla (2006), conceitos como célula, mitose e meiose exigem um nível de abstração que o quadro-negro e as imagens estáticas dos livros didáticos muitas vezes não conseguem suprir, dificultando a assimilação dos processos fisiológicos.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70472

Essa dificuldade de visualização frequentemente conduz à adoção de estratégias de ensino tradicionais, baseadas na memorização excessiva de nomenclaturas. Sob a ótica da Teoria da Aprendizagem Significativa, essa abordagem favorece apenas a "aprendizagem mecânica", onde a nova informação é armazenada de forma arbitrária e literal, sem interagir com a estrutura cognitiva do aluno. Para que ocorra a aprendizagem significativa, é necessário que o novo conhecimento se ancore em conceitos relevantes já existentes na mente do aprendiz, denominados subsunçores (Moreira, 1985).

A compreensão desses temas é urgente, pois a alfabetização científica é um pré-requisito para o exercício da cidadania no século XXI. Braga, Ferreira e Gastal (2009) destacam que o entendimento dos processos de divisão celular atua como um conhecimento estruturante para a compreensão de temas como reprodução, diversidade e biotecnologia. Sem essa base, o estudante torna-se incapaz de posicionar-se criticamente frente a questões éticas e tecnológicas atuais, como transgênicos e terapias gênicas.

Diante desse cenário desafiador, o uso de modelos didáticos tridimensionais apresenta-se como uma estratégia eficaz para materializar o conhecimento abstrato. Moul e Silva (2017) reforçam que a modelização, especialmente quando envolve a construção ativa pelo aluno, facilita a compreensão de sistemas complexos e dinâmicos, permitindo visualizar a espacialidade e a movimentação das estruturas durante a mitose, por exemplo. Além disso, a diversificação metodológica, integrando atividades lúdicas e práticas, tem se mostrado capaz de elevar significativamente o rendimento escolar e o interesse discente.

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo relatar uma experiência pedagógica focada na construção de modelos celulares e citogenéticos de baixo custo, associada ao uso de recursos multimídia. A proposta visa superar a barreira da abstração, transformar a sala de aula em um ambiente de investigação ativa e promover a aprendizagem significativa dos conceitos de Citogenética e Divisão Celular.

2 RELATO DE CASO

A presente vivência pedagógica foi desenvolvida na Escola Estadual Amadeu Gonçalves Boaventura, localizada no município de Carmo do Paranaiba - MG, envolvendo 32 alunos do 9º ano do Ensino Fundamental, durante as aulas de Ciências. A intervenção surgiu a partir do diagnóstico de dificuldade da turma em visualizar a organização tridimensional da célula, a compactação do DNA e as etapas da divisão celular, temas essenciais para a transição para o Ensino Fundamental. A sequência didática foi estruturada em três momentos pedagógicos distintos, totalizando uma carga horária de 12 horas-aula, distribuídas ao longo de quatro semanas (considerando a frequência de três aulas semanais):

Sensibilização e Visualização (Multimídia): Nas primeiras aulas, buscou-se superar a limitação das imagens estáticas e bidimensionais dos livros didáticos. Foram utilizados recursos multimídia, com a projeção de vídeos e animações digitais que demonstravam a célula em funcionamento e a dinâmica dos cromossomos durante a divisão celular. Este momento serviu como um "organizador prévio", preparando a estrutura cognitiva dos alunos para o conteúdo subsequente e permitindo que visualizassem o movimento das estruturas que seriam modeladas a seguir.

A Construção dos Modelos: Na segunda etapa, que ocupou a maior parte da carga horária, a turma foi dividida em grupos e desafiada a construir modelos tridimensionais. A atividade prática foi dividida em dois focos principais para cobrir a Citogenética e a Divisão Celular:

Estrutura do DNA e Cromossomos: Baseando-se na proposta de Justina e Ferla (2006), os alunos construíram modelos representando a compactação do DNA eucarioto. Foram utilizados materiais de baixo custo e recicláveis, como arames, isopor, miçangas e espirais de

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70472

caderno. O objetivo foi tangibilizar a diferença entre a cromatina (fio descondensado) e o cromossomo (fio condensado), permitindo aos alunos compreenderem fisicamente como uma longa fita de DNA cabe dentro do núcleo microscópico.

Divisão Celular (Mitose): Inspirado na metodologia descrita por Moul e Silva (2017), os grupos utilizaram massa de modelar de diferentes cores para representar as fases da mitose (prófase, metáfase, anáfase e telófase) sobre uma base de papel ou papelão. O uso da massa de modelar permitiu representar a membrana plasmática, a carioteca e, principalmente, a movimentação dos cromossomos e das fibras do fuso. Essa plasticidade facilitou a diferenciação visual entre cromátides-irmãs e cromossomos homólogos, além de permitir que os alunos simulassem o movimento de separação (disjunção) característico da anáfase.

Socialização e Análise A etapa final, realizada na última semana, consistiu na apresentação dos modelos produzidos. Cada grupo explicou a fisiologia das estruturas representadas, correlacionando o objeto físico com a teoria estudada e com os vídeos assistidos na primeira etapa. O papel do docente foi de mediador, instigando os alunos a justificarem suas escolhas de representação e corrigindo eventuais equívocos conceituais durante a exposição, consolidando assim o aprendizado através da verbalização e do debate entre pares.

3 DISCUSSÃO

A análise da experiência vivenciada na Escola Estadual Amadeu Gonçalves Boaventura revela que a utilização de modelos didáticos é uma estratégia eficaz para romper com a passividade no ensino de Ciências e Biologia. A primeira barreira superada foi a da abstração. Vinholi Júnior e Princival (2014) destacam que conteúdos de Biologia Celular exigem do estudante imaginação e abstração, e o uso de modelos tridimensionais facilita a assimilação desses conceitos ao tornar as estruturas manipuláveis e observáveis sob diferentes ângulos. Ao materializar o DNA e a divisão celular, permitiu-se que os alunos visualizassem o objeto de estudo, transformando a representação bidimensional do livro em uma estrutura concreta.

A superioridade do uso de modelos em relação à aula puramente expositiva, observada qualitativamente durante a intervenção em Buritizeiro, encontra forte respaldo quantitativo na literatura. A eficácia da modelagem com massa de modelar para o ensino de mitose é corroborada por Moul e Silva (2017), que em estudo experimental registraram que o grupo de alunos que utilizou essa metodologia obteve mais de 90% de acertos no pós-teste, demonstrando uma fixação de conceitos muito superior àqueles submetidos apenas a aulas teóricas. Da mesma forma, Cruz et al. (2015), evidencia que a diversificação metodológica eleva o rendimento escolar; em seu estudo, a média das turmas saltou de 5,6 para 8,3 após a inserção de práticas lúdicas. Esses dados externos validam a percepção de que a metodologia ativa aplicada em Carmo do Paranaíba gerou um engajamento e uma aprendizagem equivalentes aos sucessos relatados na literatura.

Outro ponto crucial foi a correção de concepções alternativas frequentes. Braga, Ferreira e Gastal (2009) apontam que é comum os estudantes confundirem a localização e a hierarquia entre gene, DNA e cromossomo, muitas vezes dissociando-os do núcleo celular. A construção do modelo de compactação do DNA, baseada em Justina e Ferla (2006), atuou diretamente nessa lacuna, permitindo aos discentes compreenderem fisicamente que o cromossomo nada mais é do que a molécula de DNA altamente condensada, e não uma estrutura independente.

Sob a ótica da Teoria da Aprendizagem Significativa, os modelos funcionaram como suportes para a ancoragem de ideias. Moreira (1985) afirma que o fator isolado que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe. Ao manipular a massa de modelar e os materiais recicláveis, o aluno resgata seus conhecimentos prévios (subsunçores) e os reestrutura ativamente. A atividade prática evitou a aprendizagem mecânica, pois exigiu que o aluno desse

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70472

significado ao material que estava manipulando para representar corretamente as fases da mitose, criando conexões substantivas e não arbitrárias na sua estrutura cognitiva.

4 CONCLUSÃO

A intervenção pedagógica realizada na Escola Estadual Amadeu Gonçalves Boaventura demonstrou que a inserção de modelos didáticos tridimensionais e recursos multimídia é uma alternativa viável e eficaz para o ensino de Citogenética e Biologia Celular. A prática confirmou que a materialização de estruturas microscópicas, como a compactação do DNA e a dinâmica da mitose, promove a transição do conhecimento abstrato para o concreto, facilitando a ancoragem de novos saberes na estrutura cognitiva dos estudantes, conforme preconiza a Teoria da Aprendizagem Significativa.

Os resultados qualitativos observados em sala de aula corroboram as evidências apontadas por Braga, Ferreira e Gastal (2009), que destacam que o uso de modelos melhora significativamente a qualidade da comunicação científica, permitindo que os alunos exponham suas dúvidas com mais clareza e argumentem sobre processos biológicos complexos. A manipulação dos materiais, desde a massa de modelar para representar a disjunção cromossômica até os materiais recicláveis para a estrutura do DNA, transformou a passividade característica das aulas expositivas em um engajamento ativo, onde o "fazer" tornou-se indissociável do "aprender".

Embora este relato se limite a uma análise qualitativa local, a percepção de melhora no desempenho dos alunos de Carmo do Paranaíba alinha-se aos dados quantitativos encontrados na literatura da área. A experiência reflete os achados de Moul e Silva (2017), que relataram índices de acerto superiores a 90% em avaliações pós-intervenção com modelos de mitose, e de Cruz et al. (2015), que registraram um aumento expressivo nas médias escolares (de 5,6 para 8,3) ao diversificar as estratégias de ensino de genética. Isso sugere que a metodologia aplicada possui um potencial replicável de sucesso acadêmico.

Conclui-se, portanto, que a modelagem didática de baixo custo não é apenas um recurso ilustrativo, mas uma ferramenta de inclusão e democratização do conhecimento. Ela permite que escolas públicas, mesmo com recursos limitados, ofereçam um ensino de ciências de alta qualidade, desenvolvendo nos alunos não apenas a memorização de termos, mas a alfabetização científica necessária para compreender a própria vida. Recomenda-se a continuidade dessas práticas, integrando o lúdico, o concreto e o tecnológico, para formar cidadãos críticos e intelectualmente autônomos.

REFERÊNCIAS

Artigo científico:

BRAGA, C. M. D. S.; FERREIRA, L. B. M.; GASTAL, M. L. A. O uso de modelos no ensino da divisão celular na perspectiva da aprendizagem significativa. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS (ENPEC), 7., 2009, Florianópolis. Anais [...].Florianópolis:ABRAPEC,2009

CRUZ, A. V. C. da et al. O ensino de Genética a partir de atividades lúdicas e práticas. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO (CONEDU), 2., 2015, Campina Grande. Anais [...]. Campina Grande: Realize Editora, 2015.

JUSTINA, L. A. D.; FERLA, M. R. A utilização de modelos didáticos no ensino de Genética: exemplo de representação de compactação do DNA eucarioto. Arquivos de Ciências da Saúde

da UNIPAR (Arq. Mudi), Maringá, v. 10, n. 2, p. 35-40, 2006.

MOREIRA, M. A. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. In: Ensino e aprendizagem: enfoques teóricos. São Paulo: Moraes, 1985. p. 61-73. (Monografias da Série Enfoques Teóricos, n. 10, Porto Alegre, 1995).

MOUL, R. A. T. M.; SILVA, F. C. L. A modelização em genética e biologia molecular: ensino de mitose com massa de modelar. Experiências em Ensino de Ciências, v. 12, n. 2, p. 118-128, 2017.

TEMP, D. S.; SANTOS, M. L. B. Desenvolvimento e uso de um modelo didático para facilitar a correlação genótipo-fenótipo. Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias (REIEC), v. 8, n. 2, p. 13-20, 2013.

VINHOLI JÚNIOR, A. J.; PRINCIVAL, G. C. Modelos didáticos e mapas conceituais: biologia celular e as interfaces com a informática em cursos técnicos do IFMS. Holos, Natal, v. 2, p. 110-122, 2014.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70472

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

ATIVIDADE PRÁTICA EXPERIMENTAL NO ENSINO DE CIÊNCIAS: RELATO DE EXPERIÊNCIA A PARTIR DO ESTÁGIO SUPERVISIONADO

JOSILEIA DOS REIS DE LIMA

RESUMO

Este trabalho apresenta um relato de experiência sobre a utilização de atividades experimentais no ensino de ciências, desenvolvida com estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental II, em uma escola pública da zona rural do município de Codó, Maranhão. Fundamentado em estudos que destacam a relevância da experimentação como estratégia pedagógica para a promoção de aprendizagens significativas, o estudo parte da compreensão de que as aulas práticas possibilitam a articulação entre teoria e prática, favorecendo o desenvolvimento do pensamento crítico, da autonomia e do engajamento dos alunos. O objetivo da atividade foi utilizar a experimentação como abordagem metodológica para explorar o tema "Misturas homogêneas e heterogêneas", estimulando a motivação dos estudantes e ampliando a compreensão dos conceitos científicos relacionados ao conteúdo. Metodologicamente, adotou-se a pesquisa-ação, caracterizada pelo envolvimento ativo do pesquisador e pela participação efetiva dos alunos no processo investigativo. A atividade foi organizada a partir de um plano de aula que contemplou sondagem de conhecimentos prévios, contextualização teórica e a realização de um experimento investigativo, no qual os alunos, organizados em grupos, realizaram misturas com materiais simples e classificaram-nas quanto ao tipo e ao número de fases. Os resultados evidenciaram que, embora os estudantes apresentassem dificuldades iniciais na condução dos experimentos, houve progressiva autonomia e compreensão do conteúdo ao longo da atividade, além de maior interesse e participação nas aulas. Conclui-se que as atividades experimentais se configuram como recursos pedagógicos relevantes para o ensino de ciências, mesmo em contextos com limitações estruturais, contribuindo para tornar o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico, significativo e próximo da realidade dos estudantes.

Palavras-chave: Experimentação; Aprendizagem significativa; Construção do conhecimento.

1. INTRODUÇÃO

As atividades experimentais podem ser consideradas estratégias didáticas singulares que contribuem para o ensino e a aprendizagem na sala de aula. Historicamente desde a década de 60, várias tentativas com relação à melhoria da qualidade do ensino de Ciências Naturais basearam-se nas atividades experimentais (Catelan; Rinald, 2018). Diante disso, a experimentação constitui parte essencial da vida escolar e do cotidiano, uma vez que atividades experimentais bem estruturadas têm como fundamento a resolução de problemas vinculados à realidade dos alunos, além de promoverem conflitos cognitivos entre os conhecimentos prévios dos aprendizes e os novos saberes a serem construídos (Madruga, 2015).

Nesse sentido, a justificativa deste trabalho fundamenta-se na necessidade de ampliar

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70489

práticas pedagógicas que favoreçam a compreensão dos conteúdos científicos por meio da experimentação, uma vez que a experimentação no ensino de ciências está alicerçada em diversas funções pedagógicas voltadas ao processo de ensino e aprendizagem, permitindo que o estudante atribua sentido ao mundo físico no qual está inserido. Assim, o trabalho experimental assume papel fundamental, pois possibilita a familiarização com os fenômenos naturais e a construção de entendimentos sobre eles (Luca, 2021).

No contexto do ensino experimental, o estudante é levado a interagir com diferentes instrumentos, realizar observações e medições para a obtenção de dados e desenvolver atividades experimentais que possibilitam o confronto de suas concepções iniciais, promovendo a ressignificação de conhecimentos por meio do diálogo e da interação entre os pares (Luca, 2021).

Nesta perspectiva, é importante considerar o papel das aulas práticas experimentais no ensino de ciências e como elas podem somar na aprendizagem dos estudantes. Com a realização de atividades experimentais, os alunos tem a oportunidade de vivenciar a prática, complementando assim os conhecimentos teóricos. Desta forma, o presente estudo, descreve ao estilo de um resumo expandido, uma atividade em que foi conduzida uma aula prática experimental sobre o tema "Misturas homogêneas e heterogêneas" com estudantes do 6º ano do ensino fundamental II.

A atividade teve como objetivo utilizar a experimentação como uma abordagem metodológica para explorar o tema proposto com os alunos. A prática, teve como foco, estimular a motivação dos estudantes para o aprendizado, promovendo o envolvimento com o conhecimento científico.

2. RELATO DE CASO/ EXPERIÊNCIA

Este trabalho, cuja origem decorre de uma proposta de atividade experimental realizada em sala de aula, adotou como abordagem metodológica a pesquisa-ação, a qual se caracteriza pelo envolvimento ativo do pesquisador no desenvolvimento das ações e pela participação efetiva dos sujeitos envolvidos no contexto investigado (Gil, 2002). A atividade prática foi desenvolvida com 28 alunos da turma do 6° ano do Ensino Fundamental II, em uma escola da rede pública de ensino localizada na zona rural da cidade de Codó, Maranhão, durante o período de estágio supervisionado do curso de Licenciatura em Ciências Naturais/Biologia.

Nesse contexto, para o desenvolvimento da ação pedagógica, elaborou-se um plano de aula tendo como conteúdo o tema "Misturas". Nesse material, foram contemplados os objetivos a serem alcançados, as habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos mediante a temática, a metodologia e a avaliação a ser aplicada para analisar a compreensão do que foi ensinado.

A partir desse planejamento, na execução do plano de aula, inicialmente realizou-se com os alunos uma sondagem didática, como forma de investigar seus conhecimentos prévios sobre o tema proposto. Em seguida, a temática foi contextualizada, esclarecendo o que são misturas, como se diferenciam, seus aspectos físicos, os métodos de separação e as implicações positivas e negativas no cotidiano. Associada a essa abordagem, foram criadas atividades que proporcionaram aos alunos uma melhor compreensão do conteúdo estudado.

Dentre essas atividades, destacou-se a realização de uma aula experimental sobre o conteúdo. O experimento investigativo oportunizou aos alunos reconhecer e diferenciar as misturas homogêneas das heterogêneas, bem como distinguir o número de fases presentes em cada uma delas.

Para viabilizar essa proposta, os alunos foram organizados em grupos, sendo que cada grupo recebeu um manual impresso contendo as orientações sobre o experimento a ser realizado, os objetivos da aula, os materiais necessários e o procedimento a ser seguido. Nesse manual, os alunos eram orientados a misturarem os seguintes materiais: Água e sal de cozinha; Água e óleo de soja; Água e vinagre; Água e álcool; Água e areia. Após a realização dessas

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70489

misturas, os alunos deveriam classificá-las em misturas homogêneas ou heterogêneas e apresentar o número de fases em cada uma das misturas realizadas.

Considerando a realidade da escola, devido à ausência de laboratório de ciências, os materiais foram adaptados para serem empregados dentro da sala de aula. Dessa forma, os alunos puderam manusear os materiais e realizar o experimento proposto. À medida que as misturas eram realizadas, os integrantes dos grupos registravam suas observações, considerando as estratégias que haviam desenvolvido.

Nesse sentido, a respeito da ausência de laboratório de ciências na escola, Madruga (2015), ressalta que o desenvolvimento do espírito investigativo nos alunos não está associado à existência de laboratórios modernos e equipamentos sofisticados. Pois, em diversas situações, a realização de experimentos simples, utilizando materiais acessíveis e espaços alternativos, podem conduzir o aluno a importantes descobertas no processo de aprendizagem.

Por fim, ao longo da realização da atividade, foram frequentemente levantadas questões relacionadas à quantidade de material a ser utilizada, à ordem de adição dos ingredientes e ao método adequado para classificar determinadas misturas, sempre levando em conta as estratégias elaboradas pelos grupos. Ao concluírem a atividade experimental, os alunos elaboraram um relatório a partir das observações realizadas durante a execução do experimento, sendo esses relatórios utilizados na análise e avaliação deste trabalho.

3. DISCUSSÃO

Os estudantes que participaram da aula prática experimental relataram que ainda não haviam vivenciado experiências desse tipo; até então, tinham acesso apenas aos conteúdos teóricos apresentados nos livros didáticos, trabalhados em sala de aula. No início da atividade, os alunos demonstraram dificuldades para conduzir os experimentos. Contudo, após receberem orientações e acompanhamento, conseguiram executá-los com grande eficiência. Os resultados obtidos evidenciaram o quanto o processo de ensino e aprendizagem na disciplina pode ser produtivo e prazeroso por meio de atividades experimentais, uma vez que a prática experimental se fundamenta na construção de conceitos, favorecida pela observação, ilustração e verificação dos fenômenos, a partir do manuseio dos materiais (Malheiro, 2016). Esse pressuposto reforça a relevância das atividades experimentais como estratégias pedagógicas capazes de tornar o aprendizado mais significativo.

Dessa forma, com base nas considerações de Silva (2019), por meio da experimentação, o educando consegue estabelecer o vínculo necessário entre teoria e aplicação, tornando a aprendizagem mais dinâmica do que em situações nas quais os conhecimentos são apenas reproduzidos em provas e/ou trabalhos. Além disso, essa abordagem favorece o desenvolvimento da autonomia, do pensamento crítico e da capacidade de resolução de problemas, uma vez que o aluno passa a participar ativamente do processo de construção do conhecimento, atribuindo sentido aos conteúdos estudados e relacionando-os com situações do seu cotidiano escolar e social.

Catelan e Rinald (2018) ressaltam ainda que as atividades de experimentação podem ser compreendidas como eventos educativos e devem integrar o processo de ensino-aprendizagem, pois, ao adotar essa abordagem metodológica, evidencia-se a relevância da articulação entre os conhecimentos conceituais e sua aplicação. Além disso, esse tipo de estratégia pedagógica contribui para tornar as aulas mais atrativas e significativas, estimulando a participação dos alunos, o trabalho colaborativo e a construção ativa do conhecimento, elementos essenciais para uma aprendizagem mais efetiva.

Após a realização da aula prática, percebeu-se que os alunos estavam mais abertos a participar das propostas pedagógicas sugeridas. A partir dos relatórios elaborados pelos estudantes, constatou-se que essa aceitação ocorreu, entre outros fatores, pela escassez de

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70489

experiências dessa natureza na disciplina. Esse resultado evidencia que a inserção de metodologias diferenciadas desperta maior interesse e envolvimento dos alunos, contribuindo para um ambiente de aprendizagem mais participativo e colaborativo.

Vanderley (2023) pondera que a utilização de atividades investigativas em sala de aula favorece maior engajamento dos alunos em seu processo de ensino-aprendizagem, promovendo a interação entre professor e estudante e tornando as aulas mais atrativas. Nesse sentido, tais estratégias possibilitam que o estudante assuma um papel mais ativo na construção do conhecimento, fortalecendo a motivação, a curiosidade científica e a compreensão dos conteúdos trabalhados.

Desse modo, conforme evidencia Silva (2022), ensinar ciências por meio de estratégias experimentais consiste em promover mudanças de atitude nos estudantes, que deixam de ser apenas ouvintes ou observadores de aulas expositivas e passam a refletir, pensar, questionar e argumentar, participando ativamente das discussões propostas pelo professor. A partir dessas narrativas, conclui-se que, no ensino de ciências, as ações experimentais configuram-se como recursos valiosos para o processo educativo.

Em síntese, a aula experimental demonstrou-se relevante por ampliar as possibilidades de aprendizagem, ao aproximar os conteúdos científicos da realidade dos estudantes e favorecer uma participação ativa no processo educativo. Entre as principais vantagens, destacam-se o aumento do interesse, do engajamento e da compreensão dos conceitos trabalhados, bem como o desenvolvimento de habilidades como autonomia, cooperação e pensamento crítico.

Contudo, algumas limitações também devem ser consideradas, como a restrição de recursos materiais, especialmente em contextos escolares sem laboratório, o que demanda do professor um planejamento adaptado a realidade do seu local de trabalho e dos seus alunos. Ainda assim, os resultados evidenciam que, mesmo diante desses desafios, as estratégias experimentais constituem uma alternativa pedagógica eficaz e enriquecedora para o ensino de ciências.

4. CONCLUSÃO

Face ao exposto, a realização de atividades práticas na escola tem se revelado uma abordagem importante para incentivar um aprendizado que emerge da colaboração na construção dos conceitos científicos. Apesar das limitações existentes, conseguimos perceber o progresso dos alunos e, por conseguinte, entender a relevância desse processo, gerando oportunidades para o ensino e a aprendizagem.

Na experiência vivenciada em sala de aula, percebemos que as atividades experimentais, por si só, não solucionam os desafios do ensino e da aprendizagem, mas representam uma oportunidade muito significativa, pois, os recursos utilizados tornarão mais fácil a aprendizagem do aluno e a compreensão dos conceitos abordados em aula.

Por essas razões, por meio da execução desta atividade prática, podemos afirmar que os objetivos da aula foram cumpridos: realizar experimentos com os diversos tipos de misturas, incentivar os alunos a questionar, problematizar e buscar soluções. Além disso, observou-se a importância das aulas práticas experimentais para o ensino de ciências, especialmente para a turma do 6° ano do ensino fundamental.

Embora a atividade tenha alcançado seus objetivos pedagógicos, algumas limitações foram identificadas durante sua realização, como a inexistência de um laboratório de ciências na escola, a necessidade de utilizar materiais alternativos, restringe a execução de experimentos mais elaborados. Soma-se a isso o desafio de acompanhar individualmente todos os alunos durante as etapas práticas.

Como encaminhamentos futuros, destaca-se a importância de ampliar a frequência de atividades experimentais ao longo do ano letivo, diversificar as propostas práticas e articular

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70489

essas experiências com momentos de reflexão teórica, favorecendo a compreensão dos conceitos científicos. Dessa forma, mesmo em contextos com recursos limitados, é possível fortalecer o ensino de ciências por meio de práticas investigativas significativas.

REFERÊNCIAS

CATELAN, S. S.; RINALDI, C. A atividade experimental no ensino de ciências naturais: contribuições e contrapontos. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 13, n. 1, p. 306-320, 2018.

GIL, A.C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

LUCA, A. G. D; DEL PINO, J. C. Experimentação no ensino de ciências: trajetórias de formação que constituem o fazer pedagógico. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 3, n. 2, p.486-498, 2021.

MADRUGA, Z. E. D.F; KLUG, D. A função da experimentação no ensino de ciências e matemática: uma análise das concepções de professores. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 3, 2015.

MALHEIRO, J. M. D. S. Atividades experimentais no ensino de ciências: limites e possibilidades. **Actio: docência em ciências**, Curitiba, v. 1, n. 1, p. 108-127, 2016.

SILVA, T. D. S. G. D. Ensino de ciências e experimentação nos anos iniciais: da teoria à prática. **Pró-Discente**, Vitória, v. 25, n. 1, p.41-53, 2019.

SILVA, S. R. D. **A alfabetização científica no ensino de ciências dos anos iniciais do ensino fundamental por meio da experimentação**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Licenciatura em Pedagogia) - Faculdade São Braz, Curitiba, 47f. 2022.

VANDERLEY, J. S. **O ensino de ciências nos anos iniciais e o livro didático: um olhar sobre as atividades práticas experimentais na perspectiva do ensino por investigação**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 170f. 2023.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70489

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE *Spondias mombin*

JOSÉ BRUNO DA SILVA AZEVEDO

RESUMO

Introdução: A cajazeira geralmente é encontrada nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Seus frutos são ricos em vitaminas A e C, destacando-se na exploração agroindustrial, sendo utilizados na produção de sucos, picolés, polpas, sorvetes, geleias, licores, néctares, dentre outros. No Nordeste do Brasil, os frutos da Cajazeira possuem grande valor comercial, sendo importante na renda de diversos agricultores e fruticultores da região. A propagação sexuada em espécies de plantas frutíferas do gênero *Spondias sp*. é um método com característica inconveniente, pois aumenta a variabilidade das progênies, além de apresentar baixa e lenta germinação em consequência da dormência. **Objetivos:** Este trabalho teve como objetivo avaliar a propagação assexuada em estacas de cajazeira com a utilização de enraizadores sintéticos. **Metodologia:** Essa pesquisa foi desenvolvida no sítio Saco do Girau, zona rural do município de Picuí-PB, conduzida no período da primavera, abrangendo os meses de setembro à novembro de 2024. Todas as estacas foram padronizadas no tamanho de 20 cm de comprimento. O experimento foi casualizado em quatro tipos de concentrações: T1 - Testemunha (Ausência de enraizadores); T2 - Ácido naftaleno acético a 0,4% (ANA); T3 - Ácido indolbutírico a 2% (AIB) e T4 - Ácido naftaleno acético a 1% (ANA) (IBA). **Resultados:** Nenhuma das 120 estacas enraizaram e também não houve formação de calos. O que afetou a formação de raízes adventícias, foram os fatores internos, tais como: condições fisiológicas da planta matriz, época de coleta das estacas, idade da planta mãe e o tipo da estaca. Também houve influência de fatores externos, como: temperatura, umidade do ar, substrato e ferimentos na base das estacas. **Conclusão:** A aplicação de hormônios sintéticos nas estacas de Cajazeira apresentou facilidade na emissão de brotações e crescimento de folhas, mas não propiciou a formação de calos e raízes adventícias.
Palavras-chave: Cajazeira; Estaquia; Enraizadores sintéticos.

1 INTRODUÇÃO

A Cajazeira é uma planta nativa do semiárido do nordeste brasileiro (VÉRAS *et al*., 2018), que pertence à família Anacardiaceae (SOUZA & LIMA, 2005). Geralmente é encontrada nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. Seus frutos são ricos em vitaminas A e C, destacando-se na exploração agroindustrial, sendo utilizados na produção de sucos, picolés, polpas, sorvetes, geleias, licores, néctares, dentre outros (REBOUÇAS, 2011). A madeira da sua árvore é bastante utilizada na produção de celulose (VÉRAS *et al*., 2018).

O gênero Spondias agrupa espécies populares do Brasil como a cajazeira (*S. mombin*), umbu-cajazeira (*Spondias sp*.), umbuzeiro (*S. tuberosa* Arr, Câm), siriguela (*S. purpurea L*.) e cajarana (*S. cytherea* Sonn). Distribuem geograficamente nos estados da Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco, Bahia, Ceará, Piauí, Maranhão, Sergipe e Alagoas (JÁCOME, 2023).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70568

Essa espécie distribui-se com maior ocorrência nos estados do semiárido do nordeste, mas também tem ocorrência em todos os estados da federação brasileira (JÁCOME, 2023). Sua árvore pode ser encontrada tanto na zona rural, quanto na zona urbana, principalmente em quintais, campos de pastagem, curral e em frente às residências, sendo bastante utilizada para arborização, sombra e abrigo de animais (MENDES, 2017).

A árvore da Cajazeira apresenta copa globular, achatada, possuindo altura entre 6 e 8 metros de diâmetro, conseguindo atingir cerca de 20 metros de altura. A Cajazeira é uma planta classificada como um híbrido natural do cruzamento com o umbuzeiro. Seu tronco é semi-ereto, possuindo casca rugosa, grossa e acinzentada (BASTOS *et al*., 2014).

No Nordeste os frutos da Cajazeira possuem grande valor comercial, sendo importante na renda de diversos agricultores e fruticultores da região. A propagação sexuada em espécies de plantas frutíferas do gênero *Spondias sp*. é um método com característica inconveniente, pois aumenta a variabilidade das progênies, além de apresentar baixa e lenta germinação em consequência da dormência (REBOUÇAS, 2011).

O ácido indolacético (AIA) é uma auxina natural que está presente nas plantas, mas outras substâncias, tais como o ácido indolbutírico (AIB) e o ácido naftaleno (ANA) também mostraram ser eficazes no enraizamento de estacas, pois são metabolizadas pela planta tão rapidamente quanto o AIA (MENDES, 2017).

A estaquia é um método de propagação vegetativa bastante utilizado para a multiplicação de espécies de plantas frutíferas perenes, transferindo a genética de plantas matrizes para as clonadas, proporcionando maior imaturidade e uniformidade fenotípica, trazendo plantas homogêneas (REBOUÇAS, 2011).

A propagação assexuada baseia-se na desdiferenciação de células somáticas a na totipotencialidade dos vegetais. Nesse tipo de propagação não acontece a fusão dos gametas, dessa forma, não sucede-se a recombinação gênica, concedendo a geração da planta mãe (REBOUÇAS, 2011). A propagação sexual de sementes de Cajazeira é bastante difícil devido ao alto índice de esterilidade do seu caroço (VIEIRA *et al*., 2020).

Nos últimos anos, houve um acréscimo por produtos processados de frutas tropicais, especialmente da cajazeira. Muitas agroindústrias de pequeno e médio porte de processamento de frutas, se instalaram na região Nordeste do Brasil, exigindo especialmente frutos com melhor qualidade (SOUZA & LIMA, 2005).

Muitos fruticultores despertaram a necessidade de desenvolver novos estudos e pesquisas tecnológicas sobre a cultura de mudas de qualidade que solucionem alguns problemas no cultivo da cajazeira, sendo necessário que a exploração frutícola seja economicamente rentável, pois a formação inicial da planta reflete toda a vida produtiva (TOSTA *et al.*, 2012).

As maiores taxas de estacas enraizadas podem diferenciar significativamente em função do tipo morfológico e época da coleta do material, das condições ambientais, da idade ontogenética e das condições fisiológicas da planta, do genótipo e de outros diversificados fatores (OLIVEIRA, 2012).

Esse trabalho teve como objetivo analisar e avaliar a aplicação de três tipos de hormônios sintéticos de enraizamento em estacas de Cajazeira.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido no Sítio Saco do Girau, zona rural do município de Picuí-PB, abrangendo apenas o período da primavera, tendo início no dia 12 de setembro de 2024 e concluindo no dia 30 de novembro de 2024.

Todas as estacas foram coletadas apenas na parte da manhã. Foram retiradas estacas das partes basais, apicais e medianas de duas plantas de Cajazeira que possuía cerca de 3 anos de idade, mostrando ter um ótimo desenvolvimento vegetativo, livre de pragas e doenças,

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70568

ISSN: 2675-813X

estando plantadas no mesmo local onde foi realizado esse experimento.

Todas as estacas foram padronizadas no tamanho de 20 cm de comprimento, onde também foram retiradas todas as folhas e com a tesoura de poda realizou-se o corte em bisel na extremidade apical e o corte reto na parte basal.

Umedeceu-se a base das estacas nas soluções em forma de pó, por um tempo de 10 segundos, depois colocou-se as estacas na bandeja de polipropileno, que conseguia manter a umidade e a temperatura das estacas.

O experimento foi casualizado em quatro tipos de concentrações: T1 - Testemunha (Ausência de enraizadores); T2 - Ácido naftaleno acético a 0,4% (ANA); T3 - Ácido indolbutírico a 2% (AIB) e T4 - Ácido naftaleno acético a 1% (ANA) (IBA) (figuras 1, 2, 3 e 4).

Figura 1 – Estacas do Tratamento 1.

Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 2 – Estacas do Tratamento 2.

Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 3 – Estacas do Tratamento 3.

Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 4 – Estacas do Tratamento 4.

Fonte: Autoria própria (2024).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70568

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

As plantações foram realizadas em sacolas plásticas, que abrangeu 30 estacas plantadas em cada tratamento, totalizando 120 estacas. Os sacos possuíam dimensões de 8 cm de diâmetro por 28 cm de altura. Cada saco de muda possuía uma estaca plantada. Utilizou-se como composição de substratos, 50% de areia do sítio deste estudo, misturado com 50% de esterco bovino (figura 5).

Figura 5 – Estacas de cajazeira plantadas em sacolas plásticas.

Fonte: Autoria própria (2024).

No local do experimento não existia sistema de irrigação com nebulização intermitente, sendo feito duas irrigações diárias, utilizando a água da cisterna do sítio, sendo a primeira sempre às 07:00 horas da manhã e a segunda às 17:00 horas da tarde.
Foi feita a avaliação do pegamento das estacas após 15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias, sendo retirado todas as estacas para fazer anotações, análises e registros fotográficos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de 15 dias após as plantações, houve um índice de 100% de nascimento de brotos em todas as estacas dos tratamentos estudados (figuras 6, 7, 8 e 9).

Figura 6 – Resultado das estacas do T1 após 15 dias.

Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 7 – Resultado das estacas do T2 após 15 dias.

Fonte: Autoria própria (2024).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70568

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Figura 8 – Resultado das estacas do T3 após 15 dias.

Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 9 – Resultado das estacas do T4 após 15 dias.

Fonte: Autoria própria (2024).

Durante os 90 dias de plantação, o resultado foi o mesmo para as 30 estacas plantadas nos tratamentos 1, 2 e 3, onde dez estacas permaneceram vivas, com a presença de brotos e folhas verdes e vinte estacas morreram e murcharam seus brotos e folhas. Já no tratamento 4, sete estacas permaneceram vivas, com a presença de brotos e folhas verdes e 23 estacas morreram e murcharam seus brotos e folhas (figuras 11, 12, 13 e 14).

Figura 11 – Resultado de algumas estacas do T1 após 90 dias.

Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 12 – Resultado de algumas estacas do T2 após 90 dias.

Fonte: Autoria própria (2024).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70568

ISSN: 2675-813X

Figura 13 – Resultado de algumas estacas do T3 após 90 dias.

Fonte: Autoria própria (2024).

Figura 14 – Resultado de algumas estacas do T4 após 90 dias.

Fonte: Autoria própria (2024).

No decorrer dos 90 dias da pesquisa, verificou-se que nenhuma das 120 estacas plantadas enraizaram e também não houve formação de calos.
No experimento não havia nebulização intermitente que controlasse a temperatura e a umidade do ar. Conforme OLIVEIRA (2012) a falta dessa técnica faz com que haja muita perda de água através da transpiração das estacas.

De acordo com REBOUÇAS (2011) o que não afeta a formação de raízes adventícias, são os fatores internos: condições fisiológicas da planta matriz, época de coleta das estacas, idade da planta mãe e o tipo da estaca, como também a influência de fatores externos, tais como: temperatura, umidade do ar, substrato e ferimentos na base das estacas.

A aplicação de hormônios sintéticos nas estacas de Cajazeira apresentou uma ótima facilidade na emissão de brotações e crescimento de folhas, mas não propiciou a formação de calos e raízes adventícias.

4 CONCLUSÃO

A aplicação de enraizadores sintéticos nas estacas de Cajazeira não foi satisfatória, apesar de ter conseguido afetar um ótimo percentual de estacas brotadas, obteve o resultado nulo de enraizamento em todas as estacas.

REFERÊNCIAS

BASTOS, Lucimário Pereira; DANTAS, Ana Cristina Vello Loyola; COSTA, Maria Angélica Pereira de Carvalho; BASTOS, Maria Josirene Souza Moreira; ALMEIDA, Vanessa de Oliveira. **PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE UMBU-CAJAZEIRA.** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 2508, 2014.

JÁCOME, João Maria Martins. **Relato técnico: implantação e manejo de matrizes de**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70568

umbu cajazeira (*Spondia sp*) *Macaíba-RN*. Orientação: Wiara de Assis Gomes. 2023. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agronômica) - Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, 2023.

MENDES, Nouglas Veloso Barbosa. **Propagação vegetativa de umbu-cajazeira.** 2017. 76 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza-CE, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/27815. Acesso em: 25 de Jan. 2025.

OLIVEIRA, Renato Teixeira de. **Estaquia e interenxertia em clones de cajazeira.** Orientação: José Tarciso Alves Costa. 2012. 49 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Fitotecnia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia, Fortaleza-CE, 2012.

REBOUÇAS, Kaliane de Oliveira. **Regeneração de tipos de estacas de caule de cajazeira tratadas com ácido indolbutírico.** Orientação: Márcio Cleber de Medeiros Corrêa. 2011. 66 f. Dissertação (mestrado), Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Fitotecnia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Fortaleza, 2011. Disponível em: http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/15615. Acesso em: 09 e Jul. 2025.

SOUZA, Francisco Xavier de; LIMA, Raimundo Nonato de. **Enraizamento de estacas de diferentes matrizes de cajazeira tratadas com ácido indolbutírico.** Revista Ciência Agronômica, v. 36, n. 2, maio - ago., 2005, p. 189 - 194.

TOSTA, Mauro da Silva; OLIVEIRA, Clériston Venâncio Franklin de; FREITAS, Rômulo Magno Oliveira de; PORTO, Vânia Christina Nascimento; NOGUEIRA, Narjara Walessa; TOSTA, Priscilla de Aquino Freire. **Ácido indolbutírico na propagação vegetativa de cajaraneira (*Spondias* sp.).** Semina: Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, Londrina-PR, v. 33, n. 1, p. 2727-2740, 2012.

VÉRAS, Mário L. M.; ANDRADE, Raimundo; FIGUEREDO, Lucimara F. de; ARAUJO, Vandeilson L.; FILHO, José S. de Melo; MENDONÇA, Rejane M. N.; PEREIRA, Walter Esfrain. **Uso de reguladores vegetais na propagação via estaquia de umbu-cajazeira.** Revista de Ciências Agrárias, 2018, 41(3): 740-748.

VIEIRA, Antonio Robério; ALVES, Ricardo Elesbão; SOUZA, Francisco Xavier de; BATISTA, Marcos Antônio Vieira; BATISTA, Iltânia Maria Vieira. **Enraizamento de estacas de caule de umbu–cajazeira tratadas com ácido indolbutírico.** Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, Curitiba, v. 3, n. 4, p. 4134-4145, out./dez. 2020.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70568

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE ANACARDIUM OCCIDENTALE L., ARTOCARPUS HETEROPHYLLUS LAM., MANGIFERA INDICA L., ANNONA SQUAMOSA L., TALISIA ESCULENTA (CAMBESS.) RADLK., SPONDIAS TUBEROSA ARRUDA E SCHINUS TEREBINTHIFOLIUS

JOSÉ BRUNO DA SILVA AZEVEDO

Introdução: A propagação vegetativa por estaquia vem se tornando uma significativa preferência propícia na produção de mudas de vários tipos de espécies de plantas, assegurando uma boa qualidade genética, redução de tempo e baixa despesa de produção. Ainda existe escassez de trabalhos referentes à propagação vegetativa de muitas espécies, basicamente, em trabalhos associados ao crescimento e desenvolvimento em ecossistemas exclusivos, como na região semiárida do Nordeste. **Objetivo:** Este trabalho teve como objetivo analisar, verificar e apresentar informações sobre a influência da propagação assexuada em estacas de sete espécies de plantas do semiárido nordestino do estado da Paraíba, sobre diferentes métodos de aplicação e concentração de reguladores sintéticos. **Metodologia:** A pesquisa foi instalada e desenvolvida no Sítio Saco do Girau, zona rural do município de Picuí-PB, conduzida no período do inverno, abrangendo os meses de junho à setembro de 2024. O delineamento do experimento foi casualizado em um esquema de parcelas, sendo tratadas em quatro tipos de concentrações, sendo: T1 - Testemunha (Ausência de enraizadores); T2 - Ácido naftaleno acético a 0,4% (ANA); T3 - Ácido indolbutírico a 2% (AIB) e T4 - Ácido naftaleno acético a 1% (ANA) (IBA). **Resultados:** Em todas as sete espécies de plantas estudadas não houve percentual de enraizamento e nem a presença de calo na base das estacas. O período da coleta das estacas também reflete exatamente no enraizamento, visto que a movimentação cambial e o nível de endógeno de auxina nos galhos se alteram em função da estação do ano. Em algumas espécies qualquer período do ano consegue ser propício para a retirada das estacas, porém, para outras espécies de plantas, o melhor período é no momento em que as plantas atingem um crescimento ativo. **Conclusões:** A aplicação de hormônios sintéticos influenciou negativamente na viabilidade do enraizamento de estacas das espécies de plantas estudadas. Todos os tratamentos não mostraram ser eficientes para a porcentagem de enraizamento, obtendo resultado nulo. O substrato de areia misturado com o esterco bovino não influenciou no enraizamento e na sobrevivência das estacas.

Palavras-chave: **ESPÉCIES; PLANTAS; REGULADORES SINTÉTICOS**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70591

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

BIOCURATIVOS DE CELULOSE BACTERIANA PRODUZIDO PELA CONVERSÃO BIOTECNOLÓGICA DO MELAÇO DA CANA-DE-AÇÚCAR

LAYLA CARVALHO MAHNKE; MURIELLY MAXIMO ARCOVERDE; JOSE LAMARTINE DE ANDRADE AGUIAR

Introdução: O curativo ideal deve prover um ambiente úmido, amplo aspecto antimicrobiano, ter baixa toxidade, ação rápida, não provocar irritação e ser efetivo mesmo na presença de grande quantidade de exsudato. Pesquisas destacam a produção e aplicação de novos biomateriais e produtos naturais de baixo custo, acelerando o processo de cicatrização e minimizando o desconforto do paciente. **Objetivo**: Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi produzir curativos de celulose bacteriana (CB) sintetizada pela cepa nativa de *Gluconacetobacter hansenii* a partir do melaço de cana-de-açúcar. **Metodologia**: O mosto de cana-de-açúcar foi preparado, esterilizado e resfriado. Adicionaram-se 200 mL de suspensão celular do microrganismo ao mosto, incubando por 15 dias a 28 °C para produção da CB. A matriz formada foi coletada, cortada, lavada com água purificada e clarificada em hipoclorito de sódio 0,3% por 24 h. Depois, lavou-se em água deionizada, homogeneizou-se a celulose para produzir o hidrogel, que foi espalhado para formação de filmes e após seco, perfurados. **Resultados:** Os curativos de CB foram produzidos seguindo a padronização e as boas práticas de fabricação de produtos para saude conforme RDC 665/2022 Anvisa. Os curativos de CB apresentaram resistência mecânica, grau de permeabilidade ao vapor d'água, intumescimento e espessura adequada para serem utilizados como curativos. Tais aspectos possibilitam a sua aplicação para diversos usos nas áreas de bioquímica e medicina. Existe uma variedade de produtos constituídos por componentes sintéticos, com aplicações similares ao curativo de CB. Porém, seus produtos têm custo elevado inviabilizando a aquisição por clientes de baixa renda e por prestadores de saúde, inclusive o Sistema Único de Saúde (SUS). **Conclusão:** O curativo de CB apresentam uma ótima oportunidade de negócio por agregar vantagens frente aos produtos que são comercializados para o tratamento curativo.

Palavras-chave: **GLUCONACETOBACTER HANSENI; MOSTO; NANOFIBRAS**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70965

BIOMARCADORES EMERGENTES NO DIAGNÓSTICO PRECOCE DE DOENÇAS SISTÊMICAS EM PEQUENOS ANIMAIS

CAROLINE DE OLIVEIRA ALENCAR; EMILLY MARTINS BARBOZA; VIVIANE FERREIRA MATOS; VITÓRIA APARECIDA LIMA DOS SANTOS; TARCÍLIA GOMES DOS SANTOS; ANA CAROLINA CORRÊA BONATES MENEZES; ANA LUÍZA AUGUSTO ITACARAMBY

RESUMO

Doenças sistêmicas em pequenos animais frequentemente evoluem de forma subclínica, dificultando diagnósticos precoces e comprometendo a efetividade das intervenções terapêuticas. Biomarcadores emergentes, incluindo indicadores moleculares, proteicos e metabólicos, têm se mostrado promissores para identificar alterações fisiológicas em estágios iniciais, permitindo a antecipação de diagnósticos e a adoção de estratégias preventivas. Este trabalho teve como objetivo examinar os principais biomarcadores aplicáveis ao diagnóstico precoce de doenças renais, pancreáticas, neurocognitivas e inflamatórias em cães e gatos, destacando suas aplicações clínicas, vantagens, limitações e perspectivas futuras. Foi conduzida uma revisão bibliográfica integrativa, considerando estudos publicados nas últimas décadas, com seleção baseada em relevância temática, qualidade metodológica e acesso integral aos textos. A análise identificou que biomarcadores renais, como a dimetilarginina simétrica e proteínas urinárias, oferecem detecção precoce de disfunção glomerular, enquanto microRNAs circulantes e proteínas de fase aguda possibilitam monitoramento de pancreatopatias, disfunção cognitiva e processos inflamatórios sistêmicos. A combinação de diferentes tipos de biomarcadores, associada a ferramentas analíticas avançadas, aumenta a sensibilidade diagnóstica, permite estratificação de risco individual e fortalece o manejo preventivo. No entanto, desafios como heterogeneidade metodológica, falta de padronização, custos elevados e escassez de estudos longitudinais ainda restringem a aplicação clínica ampla desses indicadores. As perspectivas futuras incluem validação multicêntrica, integração de tecnologias ômicas, desenvolvimento de análises preditivas e implementação de protocolos padronizados, visando ampliar a confiabilidade e reprodutibilidade dos resultados. Conclui-se que biomarcadores emergentes constituem ferramentas estratégicas capazes de transformar a prática clínica em medicina veterinária, permitindo intervenções precoces, monitoramento individualizado e aprimoramento de práticas preventivas, abrindo caminhos sólidos para pesquisas futuras e consolidando a aplicação de abordagens inovadoras no diagnóstico de doenças sistêmicas em pequenos animais.

Palavras-chave: Sinalizadores de lesão tecidual; Biomonitoramento clínico; Biologia molecular veterinária.

1 INTRODUÇÃO

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70977

Doenças sistêmicas em pequenos animais frequentemente apresentam manifestações iniciais discretas, dificultando diagnósticos precoces e comprometendo prognósticos clínicos. Alterações subclínicas em órgãos como rins, pâncreas, coração e sistema nervoso central podem passar despercebidas até que sinais clínicos evidentes surjam, aumentando o risco de morbidade e mortalidade (Armstrong et al., 2024; Oliveira et al., 2020). Nesse contexto, biomarcadores emergentes surgem como ferramentas estratégicas para a identificação antecipada de processos fisiopatológicos, com potencial de melhorar significativamente a intervenção terapêutica.

A atenção recai sobre biomarcadores moleculares, proteicos e metabólicos capazes de detectar alterações subclínicas em doenças renais, pancreáticas, cardiovasculares e neurodegenerativas. Estudos recentes destacam microRNAs circulantes, peptídeos natriuréticos, proteínas de fase aguda e biomarcadores renais precoces como indicadores de alta sensibilidade e especificidade, embora lacunas metodológicas e falta de padronização ainda restrinjam sua aplicação clínica (Eman et al., 2025; Kim et al., 2024). A questão central reside em como integrar esses indicadores de forma confiável, ampliando a precisão diagnóstica e o monitoramento clínico em pequenos animais.

O emprego desses biomarcadores possibilita intervenções mais precoces, reduzindo complicações e promovendo manejo individualizado. Além disso, reforça o papel da medicina preventiva e da abordagem baseada em evidências, ao oferecer parâmetros objetivos para acompanhamento da progressão de doenças sistêmicas (Kongtasai et al., 2022; Pereira et al., 2025). A integração de diferentes tipos de biomarcadores, combinando molecular, proteômico e computacional, representa uma oportunidade inédita de aprimorar diagnósticos e otimizar estratégias terapêuticas na clínica veterinária.

O objetivo deste trabalho é fornecer uma visão abrangente e integrada dos biomarcadores emergentes aplicáveis ao diagnóstico precoce de doenças sistêmicas em cães e gatos, destacando suas aplicações clínicas, vantagens diagnósticas, limitações e perspectivas futuras. A investigação busca consolidar informações sobre tecnologias emergentes, tipos de biomarcadores e estratégias de implementação prática, oferecendo uma base sólida para aprimorar a abordagem preventiva e personalizada na medicina veterinária de pequenos animais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho caracteriza-se como uma revisão bibliográfica integrativa, conduzida com o objetivo de examinar criticamente os biomarcadores emergentes aplicáveis ao diagnóstico precoce de doenças sistêmicas em pequenos animais. A investigação priorizou a análise de estudos que abordassem biomarcadores renais, pancreáticos, neurocognitivos e inflamatórios, permitindo identificar aplicações clínicas, vantagens diagnósticas, limitações e perspectivas futuras. A abordagem adotada foi qualitativa e interpretativa, enfatizando a integração de evidências e a construção de uma síntese coerente e estruturada, sem a coleta de dados primários.

As informações foram obtidas em bases de dados científicas reconhecidas internacionalmente, incluindo PubMed, Scopus, Web of Science e SciELO, complementadas por teses, dissertações e literatura técnica relevante. Foram considerados estudos publicados em português e inglês, com acesso integral ao texto e relevância direta ao tema investigado. Estudos duplicados, artigos opinativos ou de baixa consistência metodológica foram excluídos. O período de análise foi definido para contemplar produções recentes, assegurando atualização e pertinência científica.

A busca foi estruturada com base em descritores controlados e palavras-chave específicas, relacionadas a biomarcadores, diagnóstico precoce e doenças sistêmicas em pequenos animais. Operadores booleanos (“AND”, “OR” e “NOT”) foram utilizados para

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70977

refinar os resultados, aumentando a sensibilidade e a especificidade da pesquisa. A seleção considerou títulos, resumos e texto completo, priorizando trabalhos com metodologia clara, população bem definida e resultados reproduzíveis.

Após a seleção, os textos foram lidos integralmente e extraídas informações relevantes, como tipo de biomarcador, método de detecção, espécie estudada, aplicação clínica, vantagens e limitações. As evidências foram organizadas por categorias temáticas, permitindo comparações sistemáticas e identificação de tendências, convergências, divergências e lacunas de conhecimento. A síntese final foi elaborada de forma integrada, assegurando consistência, clareza interpretativa e possibilidade de reprodutibilidade do procedimento por outros pesquisadores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os biomarcadores emergentes têm transformado a capacidade de diagnóstico precoce em pequenos animais, permitindo identificar alterações subclínicas antes da manifestação de sinais clínicos evidentes. Biomarcadores moleculares, proteicos e metabólicos vêm sendo aplicados para nefropatias, pancreatopatias e distúrbios neurodegenerativos, evidenciando avanços tecnológicos como análise proteômica, microRNAs circulantes e integração de dados com inteligência artificial (Eman et al., 2025; Pereira et al., 2025). A Tabela 1 apresenta as principais classes de biomarcadores emergentes, destacando amostras biológicas, aplicações clínicas e vantagens diagnósticas, fornecendo um panorama inicial do tema.

Tabela 1 – Principais classes de biomarcadores emergentes aplicados ao diagnóstico precoce em pequenos animais.

Classe de biomarcador	Amostra biológica	Aplicação clínica principal	Vantagens diagnósticas
Biomarcadores renais (SDMA, proteínas urinárias)	Soro e urina	Detecção precoce da doença renal crônica	Alta sensibilidade para alterações subclínicas
MicroRNAs circulantes	Plasma ou soro	Diagnóstico precoce de pancreatopatias	Estabilidade molecular e especificidade tecidual
Biomarcadores proteômicos urinários	Urina	Estratificação de estágios da DRC	Identificação de perfis moleculares distintos
Biomarcadores sanguíneos integrados à IA	Sangue periférico	Detecção de disfunção cognitiva canina	Elevada acurácia diagnóstica e predição precoce

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Entre os biomarcadores aplicados a doenças renais, a dimetilarginina simétrica (SDMA) e proteínas urinárias específicas apresentam sensibilidade elevada para detectar redução da taxa de filtração glomerular em estágios iniciais, permitindo intervenção clínica precoce (Oliveira et al., 2020; Kongtasai et al., 2022). Perfis proteômicos urinários possibilitam ainda diferenciar os estágios da doença renal crônica, contribuindo para estratificação de risco individual.

Em condições sistêmicas não renais, microRNAs circulantes e biomarcadores sanguíneos integrados a algoritmos de inteligência artificial têm demonstrado alto potencial diagnóstico, especialmente em pancreatopatias e disfunção cognitiva canina (Armstrong et al., 2024; Kim et al., 2024). Esses marcadores permitem detectar alterações subclínicas antes da manifestação clínica, favorecendo decisões terapêuticas antecipadas. A Tabela 2 sintetiza os biomarcadores aplicados a doenças renais, evidenciando sua utilidade clínica e contribuição diagnóstica, reforçando o papel preditivo desses indicadores.

Tabela 2 – Biomarcadores emergentes aplicados às doenças renais em cães e gatos.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70977

Biomarcador	Espécie	Utilidade clínica	Contribuição diagnóstica
Dimetilarginina simétrica (SDMA)	Cães e gatos	Avaliação da função renal	Detecção precoce da redução da TFG
Proteínas urinárias específicas	Cães	Estadiamento da DRC	Identificação de progressão da doença
Perfis proteômicos urinários	Cães	Avaliação molecular da DRC	Diferenciação entre estágios clínicos
Biomarcadores séricos alternativos	Gatos	Monitoramento da DRC	Complementação aos marcadores tradicionais

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

O uso combinado de múltiplos biomarcadores aumenta a acurácia diagnóstica e permite um monitoramento mais completo de processos inflamatórios, renais e neurodegenerativos. A integração entre biomarcadores moleculares, proteicos e computacionais reduz a dependência de exames convencionais, antecipando a identificação de alterações fisiopatológicas sutis e promovendo decisões terapêuticas mais precisas (Dornelas, 2024; Eman et al., 2025).

MicroRNAs circulantes, proteínas de fase aguda e biomarcadores sanguíneos têm se mostrado essenciais para a detecção precoce de pancreatopatias, disfunção cognitiva e doenças inflamatórias sistêmicas. Esses marcadores permitem avaliar respostas fisiopatológicas complexas e apoiar estratégias preventivas e terapêuticas individualizadas. A Tabela 3 organiza os principais biomarcadores emergentes em doenças sistêmicas não renais, relacionando condição clínica, biomarcador, método de detecção e potencial diagnóstico.

Tabela 3 – Biomarcadores emergentes em doenças sistêmicas não renais.

Condição sistêmica	Biomarcador	Método de detecção	Potencial diagnóstico
Pancreatite crônica canina	MicroRNAs circulantes	PCR quantitativa	Diagnóstico precoce e monitoramento
Disfunção cognitiva canina	Biomarcadores sanguíneos	Análise integrada com IA	Alta acurácia em fases iniciais
Doenças inflamatórias sistêmicas	Biomarcadores moleculares	Ensaios laboratoriais avançados	Identificação precoce de inflamação
Distúrbios metabólicos sistêmicos	Marcadores bioquímicos emergentes	Análises séricas específicas	Apoio ao diagnóstico diferencial

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Embora os biomarcadores emergentes apresentem vantagens claras, persistem desafios significativos, incluindo heterogeneidade metodológica entre estudos, variação nos critérios de seleção e padronização analítica insuficiente. Tais limitações podem restringir a reprodutibilidade e a comparação direta entre pesquisas (Pereira et al., 2025; Eman et al., 2025).

A superação das limitações exige estudos multicêntricos, validação em larga escala e integração de diferentes tipos de biomarcadores. A incorporação de tecnologias ômicas, aprendizado de máquina e análise preditiva oferece oportunidades promissoras para o diagnóstico precoce e monitoramento contínuo de pequenos animais. A Tabela 4 sintetiza os desafios atuais e direcionamentos estratégicos para aplicação clínica, facilitando a visualização das limitações e oportunidades.

Tabela 4 – Limitações identificadas e perspectivas futuras no uso de biomarcadores emergentes.

Aspecto	Limitação identificada	Impacto clínico	Perspectiva futura
Metodologia	Heterogeneidade entre estudos	Dificuldade de padronização	Protocolos multicêntricos
Amostragem	Tamanhos amostrais reduzidos	Limitação da validade externa	Estudos com maior robustez
Aplicabilidade	Alto custo e acesso restrito	Uso limitado na rotina clínica	Popularização tecnológica

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70977

Validação clínica	Escassez de estudos longitudinais	Incerteza prognóstica	Validações em larga escala

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Em síntese, a integração de biomarcadores emergentes proporciona avanços significativos no diagnóstico precoce de doenças sistêmicas, promovendo intervenções clínicas antecipadas e decisões terapêuticas mais precisas. A combinação de múltiplos marcadores, aliada a análises computacionais, fortalece o monitoramento contínuo e estabelece novos parâmetros para práticas preventivas e personalizadas na Medicina Veterinária de pequenos animais.

4 CONCLUSÃO

Os biomarcadores emergentes apresentam grande potencial para identificar alterações fisiológicas e metabólicas em estágios iniciais de doenças sistêmicas em pequenos animais. A utilização integrada de indicadores renais, pancreáticos, neurocognitivos e inflamatórios permite antecipar diagnósticos e orientar intervenções clínicas mais precisas, ampliando o controle sobre a evolução das condições de saúde.

O emprego desses biomarcadores possibilita a adoção de estratégias preventivas e individualizadas, favorecendo a gestão personalizada de cada paciente. Monitoramentos mais frequentes e a combinação de diferentes tipos de indicadores aumentam a confiabilidade das avaliações clínicas, proporcionando maior segurança na tomada de decisão e maior eficiência na aplicação de terapias.

Apesar das vantagens, ainda existem desafios que limitam a aplicação plena dos biomarcadores, como variabilidade nos resultados, custos de implementação e ausência de padronização entre diferentes laboratórios. A adaptação de protocolos consistentes e a ampliação do acesso a tecnologias emergentes são essenciais para que esses recursos se tornem viáveis na rotina clínica.

análises moleculares e desenvolver ferramentas preditivas que aumentem a precisão diagnóstica. O avanço nessas áreas permitirá consolidar práticas de prevenção, monitoramento contínuo e tratamento personalizado, fortalecendo a medicina preventiva e promovendo melhor qualidade de vida para pequenos animais.

REFERÊNCIAS

ARMSTRONG, S. K.; HUNTER, R. W.; OOSTHYUZEN, W.; PARYS, M.; GOW, A. G.; SCHMITZ, S. S.; DEAR, J. W.; MELLANBY, R. J. Candidate circulating microRNA biomarkers in dogs with chronic pancreatitis. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Hoboken, v. 38, n. 2, p. 995-1004. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jvim.17009. Acesso em: 05 jan. 2026.

DORNELAS, L. R. S. M. *Caracterização proteômica urinária de cães sadios e com diferentes estágios da doença renal crônica*. 2024. 110 f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Veterinária, 2024. Disponível em: https://locus.ufv.br/items/6d959ce1-cb51-4742-bce5-52544500c1a0. Acesso em: 05 jan. 2026.

EMAN, S.; DIN, R. M. U.; ZAFAR, M. H.; ZHANG, M.; WEN, X.; MA, J.; SALEH, A. A.; HUSIEN, H. M.; WANG, M.; GUO, X. Technologies in biomarker discovery for animal

diseases: mechanisms, classification, and diagnostic applications. **Animals**, Basel, v. 15, n. 21, art. 3132, 2025. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-2615/15/21/3132. Acesso em: 05 jan. 2026.

KIM, C. Y.; KIM, J.; YOON, S.; YI, I. J.; LEE, H.; SEO, S.; KIM, D. W.; KO, S.; KIM, S-A.; KWON, C.; YI, S. S. Advancing the early detection of canine cognitive dysfunction syndrome with machine learning-enhanced blood-based biomarkers. **Frontiers in Veterinary Science**, Lausanne, v. 11, art. 1390296, 2024. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2024.1390296/full. Acesso em: 05 jan. 2026.

KONGTASAI, T; PAEPE, D.; MEYER, E.; MORTIER, F.; MARYNISSEN, S.; STAMMELEER, L.; DEFAUW, P.; DAMINET, S. Renal biomarkers in cats: a review of the current status in chronic kidney disease. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Hoboken, v. 36, n. 2, p. 379-396. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jvim.16377. Acesso em: 05 jan. 2026.

OLIVEIRA, G. B. M. de; TEIXEIRA, K. C.; FRANCO, D. Q. de S.; VARZIM, F. L. S. B. Uso do biomarcador renal dimetilarginina simétrica no diagnóstico precoce da insuficiência renal crônica em cães e gatos. **Revista de Educação Continuada em Medicina Veterinária e Zootecnia do CRMV-SP**, São Paulo, v, 18, n. 3, p. 19-24, 2020. Disponível em: https://www.revistamvez-crmvsp.com.br/index.php/recmvz/article/view/38106. Acesso em: 05 jan. 2026.

PEREIRA, A. F.; BAPTISTA, C. J.; FAUSTINO-ROCHA, A.; OLIVEIRA, P. A.; COELHO, A. C. Renal biomarkers in companion animals – a review. **Animals**, Basel, v. 15, n. 6, art. 818. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-2615/15/6/818. Acesso em: 05 jan. 2026.

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

COMO O ASPECTO DO REBANHO LEITEIRO INFLUENCIA DIRETAMENTE NA QUALIDADE DO LEITE

DANIELLE PINHEIRO GOMES DO NASCIMENTO

Introdução: A produção de leite possui grande relevância socioeconômica e nutricional, sendo fundamental para a alimentação humana e para a cadeia agroindustrial. A qualidade do leite cru é determinada por fatores físicos, químicos, microbiológicos e sensoriais, os quais podem ser diretamente influenciados pelas condições do rebanho leiteiro. Aspectos como manejo, alimentação, sanidade, higiene da ordenha, armazenamento e transporte exercem papel decisivo na obtenção de um produto seguro e adequado ao consumo humano, além de impactarem o desempenho industrial e a saúde pública.**Objetivo:** O presente trabalho teve como objetivo analisar como os aspectos do rebanho leiteiro influenciam diretamente a qualidade do leite, identificando os principais fatores relacionados ao manejo, alimentação, saúde da glândula mamária e higiene da ordenha que interferem na composição e segurança do produto ao longo da cadeia leiteira. **Metodologia:** A metodologia adotada consistiu em uma pesquisa exploratória de caráter bibliográfico e documental. Foram consultadas publicações científicas, livros, normas técnicas e artigos indexados em bases de dados como SciELO e a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). O material coletado foi analisado de forma qualitativa, com organização temática e análise de conteúdo, permitindo a sistematização das informações relevantes para o desenvolvimento do estudo. **Resultados:** Os resultados demonstraram que a qualidade do leite é fortemente influenciada por fatores relacionados à alimentação dos animais, ao manejo nutricional, à sanidade do rebanho — especialmente no controle da mastite — e às práticas de higiene durante a ordenha. Verificou-se que falhas nesses aspectos podem ocasionar alterações na composição do leite, aumento da contagem bacteriana e de células somáticas, prejuízos ao sabor, redução da vida útil dos derivados lácteos e riscos à saúde pública. **Conclusão:** Conclui-se que a produção de leite de qualidade exige a adoção integrada de boas práticas de manejo, alimentação adequada, controle sanitário do rebanho e rigor nos procedimentos de higiene, armazenamento e transporte. A articulação entre produtores, técnicos e órgãos reguladores é essencial para garantir a rastreabilidade, a segurança do produto e a sustentabilidade da cadeia leiteira, assegurando um leite de qualidade ao consumidor final.

Palavras-chave: **QUALIDADE DO LEITE; REBANHO LEITEIRO; MANEJO SANITÁRIO**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/70999

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

TENDÊNCIAS EMERGENTES NAS ZOONOSES DE RELEVÂNCIA GLOBAL E SUAS IMPLICAÇÕES NO CONTROLE SANITÁRIO ANIMAL

VALÉRIA CRISTINA WERNER; TARCÍLIA GOMES DOS SANTOS; ANGÉLICA DOS SANTOS SILVA; LETÍCIA ARAÚJO DAMASCENO DIAS; REBECA AZEVEDO MOURA; LARA GABRIELLY SOARES E SILVA; ROSIANE ALMEIDA MINET MARSAIOLI

RESUMO

As zoonoses emergentes de relevância global representam um desafio crescente para a saúde animal e humana, demandando estratégias de vigilância e controle mais precisas e integradas. Essas doenças, muitas vezes subnotificadas ou diagnosticadas tardiamente, têm impactos diretos sobre a produção animal, a biodiversidade e a saúde pública. O presente trabalho teve como objetivo analisar tendências emergentes nas zoonoses de relevância global e suas implicações no controle sanitário animal, destacando avanços tecnológicos, fatores de risco e abordagens preventivas inovadoras. Para tanto, foi conduzida uma revisão bibliográfica integrativa, com seleção de estudos publicados em bases reconhecidas, considerando critérios de relevância, qualidade metodológica e acesso integral ao texto. A investigação identificou que ferramentas como sequenciamento genômico, modelagem preditiva, sensoriamento remoto e inteligência artificial vêm ampliando a capacidade de detecção precoce e monitoramento contínuo de patógenos zoonóticos. Além disso, estratégias intersetoriais e protocolos de vigilância coordenados têm se mostrado eficazes para reduzir a transmissão e apoiar decisões baseadas em evidências. Entretanto, limitações persistem, incluindo escassez de dados em regiões críticas, heterogeneidade metodológica entre estudos e dificuldades de padronização de protocolos. Observou-se que a integração de abordagens tecnológicas, epidemiológicas e ecológicas é essencial para fortalecer a prevenção e mitigar riscos emergentes. Conclui-se que o enfrentamento das zoonoses globais requer ação coordenada, investimento em tecnologias inovadoras e monitoramento contínuo, permitindo antecipar surtos, proteger a saúde animal e humana e orientar políticas de controle mais eficazes. Os achados reforçam a importância de redes colaborativas internacionais, protocolos padronizados e estratégias adaptadas a diferentes contextos, consolidando a base científica para intervenções sustentáveis e eficazes na área de saúde coletiva e controle sanitário animal.

Palavras-chave: Fatores de risco; Protocolos de abordagem intersetorial; Saúde coletiva.

1 INTRODUÇÃO

As zoonoses emergentes têm se configurado como desafios significativos para a saúde global, refletindo interações complexas entre humanos, animais e meio ambiente. A expansão de habitats urbanos, a intensificação da produção animal, as mudanças climáticas e o aumento do comércio e transporte internacional contribuem para a emergência e reemergência de doenças transmissíveis, com impactos econômicos, sociais e sanitários expressivos (Wikel, 2024; Zanella, 2024). Agentes infecciosos que antes apresentavam circulação restrita ou baixa

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71000

incidência têm apresentado adaptação a novos hospedeiros e ambientes, exigindo vigilância contínua e estratégias de controle mais integradas e inovadoras (Oliveira et al., 2025).

O crescente número de zoonoses emergentes e a complexidade de suas dinâmicas epidemiológicas evidenciam lacunas no conhecimento científico, especialmente no que se refere a padrões de transmissão, fatores de risco e eficácia de medidas preventivas. Apesar de esforços globais em vigilância e mitigação, áreas críticas permanecem pouco estudadas, incluindo a interconexão entre populações humanas, fauna silvestre e animais de produção, bem como os efeitos de alterações ambientais na propagação de patógenos (Noman et al., 2024; Souza, 2021). Essa lacuna limita a capacidade de prever surtos e de implementar intervenções sanitárias preventivas eficazes.

O reconhecimento dessas lacunas reforça a necessidade de abordagens interdisciplinares que integrem epidemiologia, medicina veterinária, biologia molecular e políticas públicas de saúde. A identificação de fatores de risco, a monitorização de espécies animais-chave e a implementação de protocolos de controle baseados em evidências constituem estratégias essenciais para reduzir a ocorrência e o impacto das zoonoses (Dong & Soong, 2021; Cutler et al., 2010). Compreender as tendências emergentes permite antecipar ameaças, fortalecer a tomada de decisão e orientar ações de saúde coletiva, promovendo controle sanitário mais eficiente e sustentável.

Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho é examinar as tendências emergentes nas zoonoses de relevância global e suas implicações para o controle sanitário animal, destacando os agentes prioritários, fatores de risco, estratégias de mitigação e lacunas existentes. A investigação busca consolidar informações sobre padrões de transmissão, impactos epidemiológicos e medidas preventivas aplicáveis, fornecendo subsídios científicos para aprimorar políticas de vigilância, protocolos de manejo e estratégias intersetoriais de prevenção em âmbito nacional e internacional.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho caracteriza-se como uma revisão bibliográfica integrativa, conduzida com o objetivo de examinar criticamente tendências emergentes em zoonoses de relevância global e suas implicações para o controle sanitário animal. A investigação focou agentes zoonóticos emergentes, fatores de risco, padrões de transmissão, medidas de prevenção e lacunas no conhecimento, permitindo mapear estratégias de manejo e vigilância aplicáveis em diferentes contextos. A abordagem adotada foi qualitativa e interpretativa, enfatizando a síntese de evidências e a construção de uma análise coerente e estruturada, sem a realização de coleta de dados primários.

As informações foram obtidas em bases científicas reconhecidas internacionalmente, incluindo SciELO, PubMed, Scopus e Web of Science, complementadas por documentos oficiais, diretrizes institucionais e literatura técnica relevante. Foram considerados artigos publicados em português e inglês, com acesso integral ao texto e relevância direta ao tema. Estudos duplicados, artigos opinativos, com metodologia não explícita ou baixa consistência científica foram excluídos. O período de análise foi definido para contemplar produções recentes, assegurando atualização e pertinência científica.

A busca foi estruturada utilizando descritores controlados e palavras-chave relacionadas a zoonoses emergentes, agentes infecciosos, fatores de risco, vigilância e controle sanitário animal, aplicando operadores booleanos (“AND”, “OR” e “NOT”) para aumentar a sensibilidade e especificidade. A seleção considerou títulos, resumos e textos completos, priorizando trabalhos com metodologia clara, população ou contexto bem definido e resultados reproduzíveis. Todas as etapas de busca e seleção foram registradas para garantir transparência e reprodutibilidade do procedimento.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71000

Após a seleção, os textos foram lidos integralmente e extraídas informações relevantes, como agente zoonótico, espécie acometida, região geográfica, fatores de risco identificados, estratégias de mitigação, tipo de estudo e principais achados. Os dados foram organizados em categorias temáticas para permitir comparações sistemáticas, identificar padrões, convergências, divergências e lacunas de conhecimento. A síntese final foi construída de forma integrada, assegurando consistência interpretativa e clareza analítica, oferecendo suporte sólido para futuras decisões de pesquisa e formulação de estratégias de controle sanitário animal.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O surgimento de zoonoses de relevância global tem se intensificado nas últimas décadas, impulsionado por fatores ambientais, expansão urbana, comércio internacional de animais e mudanças climáticas, favorecendo a adaptação e dispersão de patógenos emergentes (Wikel, 2024; Zanella, 2024). Vírus, bactérias e protozoários têm apresentado rápida disseminação, impactos econômicos e riscos à saúde pública, evidenciando a necessidade de estratégias de vigilância mais eficazes. A **Tabela 1** sintetiza as principais zoonoses emergentes, suas espécies-alvo, modos de transmissão e relevância global, oferecendo um panorama inicial do tema.

Tabela 1 – Principais zoonoses emergentes e características epidemiológicas.

Agente infeccioso	Espécie acometida	Modo de transmissão	Relevância global
SARS-CoV-2	Humanos, morcegos	Respiratória, zoonótica	Alta
Influenza aviária (H5N1)	Aves, suínos, humanos	Contato direto, aerossol	Alta
Salmonella spp.	Bovinos, aves, humanos	Fecal-oral	Moderada
Leptospira spp.	Animais domésticos, humanos	Contato com água/solo contaminado	Alta

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

A emergência de novos agentes está intimamente ligada a fatores de risco como manejo inadequado, comércio ilegal de animais, interações homem-fauna e alterações ambientais, que potencializam a propagação de doenças (Oliveira et al., 2025; Noman et al., 2024). Estratégias de vigilância integradas, protocolos de biossegurança e programas intersetoriais têm apresentado resultados positivos na detecção precoce e contenção de surtos (Souza, 2021; Dong & Soong, 2021).

A identificação e mapeamento de fatores de risco são fundamentais para priorizar intervenções e orientar políticas sanitárias. Diferenças regionais, espécies afetadas e modos de transmissão influenciam diretamente a efetividade de medidas preventivas e de controle, exigindo abordagens adaptadas a cada contexto epidemiológico (Cutler et al., 2010; Pereira et al., 2025). A **Tabela 2** apresenta os principais fatores de risco associados à emergência de zoonoses, evidenciando áreas críticas para intervenção e vigilância.

Tabela 2 – Fatores de risco associados à emergência de zoonoses.

Fator de risco	Espécie impactada	Consequência	Região mais afetada
Manejo intensivo	Bovinos, suínos	Propagação rápida de patógenos	Sudeste Asiático
Comércio ilegal de fauna	Primatas, aves	Introdução de agentes exóticos	América Latina
Alterações ambientais	Animais silvestres	Expansão geográfica de vetores	África
Contato homem-animal	Animais domésticos	Transmissão zoonótica direta	Global

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71000

O uso de tecnologias avançadas tem revolucionado o monitoramento e a prevenção de zoonoses. Sequenciamento genômico, modelagem preditiva, sensoriamento remoto e inteligência artificial permitem rastrear padrões de transmissão, detectar áreas de risco e apoiar decisões em saúde coletiva e controle sanitário animal (Eman et al., 2025; Zanella, 2024).

A aplicação dessas tecnologias em campo proporciona maior precisão na detecção de surtos, antecipação de riscos e definição de medidas de mitigação. A **Tabela 3** resume as principais ferramentas tecnológicas empregadas no monitoramento de zoonoses emergentes, destacando método, aplicação e vantagens estratégicas.

Tabela 3 – Tecnologias e ferramentas aplicadas ao monitoramento de zoonoses emergentes.

Tecnologia	Tipo de dado analisado	Aplicação	Vantagem estratégica
Sequenciamento genômico	Material genético de patógenos	Identificação de variantes e rastreabilidade de surtos	Alta precisão e detecção precoce
Sensoriamento remoto	Dados ambientais e geoespaciais	Monitoramento de habitats de vetores e espécies reservatório	Antecipação de riscos e planejamento
Modelagem preditiva	Dados epidemiológicos e climáticos	Simulação de surtos e cenários de risco	Apoio a políticas de prevenção
Inteligência artificial	Big data de saúde animal e humana	Identificação de padrões complexos de transmissão	Tomada de decisão rápida e integrada

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Apesar dos avanços, desafios significativos persistem, incluindo heterogeneidade metodológica, escassez de dados regionais e lacunas no conhecimento sobre fatores ecológicos e sociais (Noman et al., 2024; Zanella, 2024). A validação multicêntrica, integração intersetorial e protocolos padronizados são necessários para aumentar a confiabilidade das análises e aplicabilidade prática das intervenções.

A identificação das limitações atuais e definição de perspectivas estratégicas são essenciais para otimizar ações de controle e prevenção. A **Tabela 4** apresenta os principais desafios e oportunidades futuras no manejo de zoonoses emergentes, orientando políticas sanitárias e pesquisas aplicadas.

Tabela 4 – Limitações e perspectivas futuras no manejo de zoonoses emergentes.

Aspecto	Limitação	Impacto	Perspectiva futura
Dados epidemiológicos	Falta de uniformidade	Planejamento limitado	Criação de bases globais integradas
Metodologia	Heterogeneidade entre estudos	Dificuldade de comparação	Protocolos padronizados
Tecnologias	Alto custo e acesso restrito	Implementação limitada	Democratização de tecnologias
Integração intersetorial	Falta de coordenação	Resposta fragmentada	Políticas One Health consolidadas

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Em síntese, a combinação de vigilância intensiva, tecnologias inovadoras e estratégias intersetoriais fortalece a capacidade de controle sanitário global, permitindo antecipar riscos, priorizar intervenções e reduzir o impacto das zoonoses emergentes. A integração entre saúde animal, humana e ambiental constitui um caminho promissor para prevenção e proteção da saúde pública.

4 CONCLUSÃO

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71000

As zoonoses emergentes de relevância global apresentam desafios complexos para o controle sanitário animal, exigindo abordagens integradas que considerem fatores ecológicos, epidemiológicos e socioeconômicos. A identificação precoce de surtos e a compreensão dos mecanismos de transmissão entre espécies são essenciais para reduzir o impacto dessas doenças em populações animais e humanas. Observou-se que tendências emergentes incluem a intensificação da vigilância intersetorial, o uso de tecnologias avançadas e a adoção de estratégias preventivas baseadas em evidências.

A integração de diferentes ferramentas de monitoramento, incluindo análises genômicas, modelagem preditiva e sistemas de inteligência artificial, potencializa a capacidade de resposta frente a novas ameaças. Essa combinação permite identificar padrões de risco, direcionar intervenções de maneira eficiente e fortalecer a tomada de decisão em saúde pública veterinária. Além disso, a abordagem multidimensional favorece o desenvolvimento de políticas de prevenção adaptadas a contextos locais e globais, ampliando a eficácia das medidas sanitárias.

Apesar dos avanços, persistem limitações que restringem a implementação plena de estratégias de controle, como a escassez de dados em regiões críticas, a heterogeneidade metodológica e a necessidade de maior coordenação entre setores. Superar essas barreiras exige investimentos em capacitação, infraestrutura tecnológica e protocolos padronizados de coleta e análise de informações. O fortalecimento da vigilância e a padronização de dados são elementos essenciais para reduzir incertezas e melhorar a consistência das ações preventivas.

Como perspectiva futura, recomenda-se a intensificação de estudos que combinem abordagens epidemiológicas, ecológicas e tecnológicas, permitindo antecipar tendências de surgimento de zoonoses e aprimorar estratégias de mitigação. A criação de redes colaborativas internacionais e a adoção de protocolos integrados de vigilância podem consolidar práticas de controle mais eficientes. Dessa forma, os resultados evidenciam que o enfrentamento das zoonoses emergentes demanda ação coordenada, inovação tecnológica e monitoramento contínuo, garantindo maior proteção à saúde animal e humana.

REFERÊNCIAS

CUTLER, S. J.; FOOKS, A. R.; POEL, W. H. M. V. D. Public health threat of new, reemerging, and neglected zoonoses in the industrialized world. **Emerging Infectious Diseases**, v. 16, n. 1, p. 1-7, 2010. Disponível em: https://wwwnc.cdc.gov/eid/article/16/1/08-1467_article.

DONG, X.; SOONG, L. Emerging and re-emerging zoonoses are major and global challenges for public health. **Zoonoses**, v. 1, n. 1, art. e999, 2021. Disponível em: https://www.scienceopen.com/hosted-document?doi=10.15212/ZOONOSES-2021-0001.

NOMAN, Z. A.; TASNIM, S.; MASUD, R. I.; ANIKA, T. T.; ISLAM, M. S.; RAHMAN, A. M. M. T. R.; RAHMAN, M; T. A systematic review on reverse-zoonosis: global impact and changes in transmission patterns. **Journal of Advanced Veterinary and Animal Research**, v. 11, n. 3, p. 601-617, 2024. Disponível em: https://www.ejmanager.com/mnstemps/39/39-1717229214.pdf?t=1767560810.

OLIVEIRA, H. R. S. de; PATROCÍNIO, K. F.; SANTO, M. V. S. do E.; ALMEIDA, P. V. de; FONSECA, J. de F. Zoonoses e doenças emergentes: uma revisão narrativa sob a perspectiva da Saúde Única. **RevistaFT**, v. 29, n. 152, 2025. Disponível em:

https://revistaft.com.br/zoonoses-e-doencas-emergentes-uma-revisao-narrativa-sob-a-perspectiva-da-saude-unica/.

SOUZA, I. S. M. de. Fatores relacionados às zoonoses emergentes: revisão bibliográfica. In: **Congresso Brasileiro de Parasitologia Humana On-line**, 1., 2021, Nova Olinda, CE. Anais [...]. Fortaleza: Editora Integrar. p. 87, 2021. Disponível em: https://editoraime.com.br/revistas/rems/article/view/903.

WIKEL, S. K. Zoonoses: changing, challenging, and increasing global disease threats. **Zoonotic Diseases**, v. 4, n. 1, p. 8-10, 2024. Disponível em: https://www.mdpi.com/2813-0227/4/1/2.

ZANELLA, J. R. C. Emerging and reemerging zoonoses and their importance for animal health and production. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 5, p. 510-519. Disponível em: https://apct.sede.embrapa.br/pab/article/view/22667.

ISSN: 2675-813X

DISFUNÇÕES OVARIANAS EM RUMINANTES: FISIOPATOLOGIA, DIAGNÓSTICO E ESTRATÉGIAS TERAPÊUTICAS

PÂMELA FONTES CALDAS; ANA LUIZA RODRIGUES COSTA; EDUARDA DA FONSECA NISHIYAMA; JENNIFER CAVALCANTI DE SOUSA; SARA AMANDA ALVES PONTES FERREIRA; BRUNA DE OLIVEIRA SILVA; YARA YANAÊ DE MELO DE MARIA

RESUMO

As disfunções ovarianas em ruminantes representam um importante desafio para a eficiência reprodutiva dos sistemas de produção pecuária, uma vez que estão diretamente associadas à redução das taxas de concepção, ao prolongamento do intervalo entre partos e a prejuízos econômicos significativos. Alterações como cistos ovarianos, anestro, falhas na ovulação e irregularidades no ciclo estral comprometem a produtividade e refletem a complexa interação entre fatores endócrinos, metabólicos, nutricionais, ambientais e de manejo. Diante desse contexto, o presente estudo teve como objetivo realizar uma revisão bibliográfica sobre as principais disfunções ovarianas em ruminantes, abordando seus mecanismos fisiopatológicos, métodos diagnósticos e estratégias terapêuticas descritas na literatura científica. A metodologia consistiu em uma revisão narrativa da literatura, baseada na análise de artigos científicos, livros, manuais técnicos e documentos acadêmicos publicados em bases de dados nacionais e internacionais, selecionados de acordo com a relevância temática, coerência metodológica e contribuição para a compreensão do tema. Os resultados evidenciaram que as disfunções ovarianas possuem etiologia multifatorial, estando frequentemente associadas a desequilíbrios hormonais, distúrbios metabólicos no período de transição, deficiência nutricional, estresse térmico e falhas no manejo reprodutivo. Observou-se que o diagnóstico eficaz depende da integração entre avaliação clínica, histórico produtivo, exame ginecológico e uso de ferramentas complementares, como a ultrassonografia. No que se refere às abordagens terapêuticas, a literatura destaca a utilização de protocolos hormonais, ajustes nutricionais e melhorias no manejo como estratégias fundamentais para a restauração da função ovariana e otimização do desempenho reprodutivo. Conclui-se que a revisão permitiu ampliar a compreensão sobre os padrões mais consistentes relacionados às disfunções ovarianas em ruminantes, reforçando a importância de uma abordagem integrada entre fisiologia reprodutiva, nutrição e manejo. Os achados demonstram que o diagnóstico precoce e a adoção de estratégias terapêuticas adequadas são essenciais para minimizar impactos produtivos, além de evidenciar lacunas que indicam a necessidade de novos estudos com maior padronização metodológica e foco em tecnologias aplicadas à reprodução animal.

Palavras-chave: Eixo hipotálamo-hipófise-gônadas; Manejo reprodutivo; Bem-estar animal.

1 INTRODUÇÃO

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71003

As disfunções ovarianas em ruminantes compreendem um conjunto de alterações funcionais e estruturais que comprometem a dinâmica folicular, a ovulação e a formação do corpo lúteo, repercutindo diretamente sobre a eficiência reprodutiva dos rebanhos. Esses distúrbios envolvem interações complexas entre os eixos neuroendócrino, metabólico e ambiental, refletindo-se em falhas no controle hormonal e no desenvolvimento folicular adequado (Berisha e Schams, 2005; Juengel et al., 2021). No contexto atual da produção animal, marcado por sistemas intensivos, desafios nutricionais e estresse térmico crescente, tais alterações assumem relevância estratégica, uma vez que impactam taxas de concepção, intervalos entre partos e sustentabilidade econômica da atividade pecuária (Nascimento et al., 2025). Avanços recentes na endocrinologia reprodutiva e na fisiologia ovariana têm ampliado a compreensão dos mecanismos celulares e moleculares envolvidos, permitindo identificar novas associações entre ambiente, metabolismo e função ovariana, com implicações diretas para a produtividade e o bem-estar animal (Xu et al., 2023).

Dentro desse panorama amplo, destaca-se como recorte central a compreensão integrada da fisiopatologia, do diagnóstico e das estratégias terapêuticas relacionadas às principais disfunções ovarianas em ruminantes, com ênfase na degeneração cística e nas alterações da dinâmica folicular. Embora a literatura descreva de forma consistente os padrões normais do desenvolvimento folicular e da atividade ovariana em bovinos (Andreghetti, 2024), persistem desafios na identificação precisa dos fatores desencadeantes das disfunções, especialmente diante da variabilidade de manifestações clínicas e hormonais observadas em campo (Lopez-Dias e Bosu, 1992). A coexistência de distúrbios metabólicos, alterações endócrinas e condições ambientais adversas dificulta o estabelecimento de diagnósticos precoces e condutas terapêuticas uniformes, levantando questionamentos sobre a efetividade das abordagens atualmente empregadas (Xu et al., 2023; Borş e Borş, 2020).

A relevância da abordagem proposta fundamenta-se no fato de que as disfunções ovarianas permanecem entre as principais causas de subfertilidade em ruminantes, mesmo diante do avanço tecnológico na reprodução animal. Estudos clássicos e contemporâneos apontam que a formação de cistos ovarianos e outras alterações anovulatórias resulta de desequilíbrios hormonais sutis, frequentemente associados à falha no pico pré-ovulatório de LH e à sensibilidade alterada dos folículos aos sinais endócrinos (Berisha e Schams, 2005; Lopez-Dias e Bosu, 1992). Pesquisas mais recentes reforçam que fatores metabólicos, como balanço energético negativo e distúrbios endócrinos sistêmicos, exercem papel determinante na gênese dessas disfunções, ampliando o debate sobre a necessidade de estratégias diagnósticas e terapêuticas mais integradas (Xu et al., 2023; Nascimento et al., 2025). Nesse sentido, a sistematização do conhecimento disponível contribui para reduzir divergências conceituais e apoiar decisões técnicas mais embasadas.

Diante disso, o objetivo geral deste trabalho é sintetizar e organizar o conhecimento científico acerca das disfunções ovarianas em ruminantes, abordando de forma integrada os mecanismos fisiopatológicos envolvidos, os métodos diagnósticos disponíveis e as principais estratégias terapêuticas descritas. Pretende-se destacar como essas abordagens se inter-relacionam e influenciam a eficiência reprodutiva, à luz dos avanços na compreensão da dinâmica ovariana e das condições metabólicas e ambientais associadas (Andreghetti, 2024; Juengel et al., 2021; Borş e Borş, 2020). Espera-se, assim, contribuir para o aprimoramento da prática profissional e para o fortalecimento das discussões científicas sobre a saúde reprodutiva de ruminantes, oferecendo subsídios teóricos consistentes para futuras aplicações e investigações na área.

2 MATERIAL E MÉTODOS

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71003

O presente trabalho caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de natureza narrativa, conduzida com finalidade analítico-interpretativa e descritiva, voltada à síntese crítica do conhecimento científico acerca das disfunções ovarianas em ruminantes, com ênfase em seus mecanismos fisiopatológicos, métodos diagnósticos e estratégias terapêuticas. A escolha desse delineamento metodológico deve-se à necessidade de integrar conceitos, abordagens teóricas e achados científicos provenientes de diferentes tipos de publicações, sem a aplicação de um protocolo rígido típico de revisões sistemáticas. Não houve coleta de dados primários, uma vez que a investigação baseou-se exclusivamente em fontes secundárias, buscando assegurar rigor científico, consistência conceitual e confiabilidade interpretativa compatíveis com estudos de revisão na área das Ciências Agrárias e Biológicas.

A busca pelos estudos foi realizada a partir de periódicos científicos nacionais e internacionais reconhecidos na área de reprodução animal, endocrinologia e saúde reprodutiva de ruminantes, incluindo revistas especializadas em veterinária, biologia reprodutiva e ciências animais. Foram considerados artigos publicados em periódicos científicos, além de literatura técnica relevante e documentos institucionais que apresentassem contribuições consistentes para a compreensão da função ovariana e de suas disfunções. Os critérios de inclusão abrangeram publicações com texto completo disponível, pertinência temática direta, clareza metodológica e qualidade científica reconhecida, priorizando-se estudos publicados em língua portuguesa e inglesa. Foram excluídos trabalhos duplicados, estudos fora do escopo proposto, textos de caráter opinativo, publicações sem metodologia explícita ou com fragilidades científicas que comprometessem a confiabilidade dos achados.

A operacionalização da busca fundamentou-se em áreas do conhecimento relacionadas às Ciências Agrárias, Ciências Biológicas e Ciências da Saúde, especialmente nos campos da fisiologia reprodutiva, endocrinologia animal e medicina veterinária. Foram utilizados descritores e palavras-chave em português e inglês, extraídos de forma coerente com o conteúdo das publicações selecionadas, incluindo termos relacionados à dinâmica ovariana, desenvolvimento folicular, cistos ovarianos, disfunções endócrinas, diagnóstico reprodutivo e terapêutica em ruminantes. Esses descritores foram combinados por meio de operadores booleanos, sendo o operador “AND” empregado para exigir a presença simultânea dos termos, o “OR” para ampliar a recuperação de estudos com sinônimos ou termos correlatos e o “NOT” para excluir resultados irrelevantes, com o objetivo de equilibrar sensibilidade e especificidade da estratégia de busca.

Após a seleção, os estudos incluídos foram submetidos à leitura analítica integral, não se restringindo aos resumos, a fim de garantir compreensão aprofundada do conteúdo. A extração das informações ocorreu de forma sistemática, contemplando variáveis como tipo de publicação, abordagem metodológica, contexto de aplicação, principais achados, limitações identificadas e implicações práticas ou teóricas. A análise dos dados assumiu caráter qualitativo e comparativo, permitindo a identificação de convergências, divergências, lacunas do conhecimento e tendências emergentes relacionadas às disfunções ovarianas em ruminantes. A síntese final foi construída de modo a preservar a coerência interpretativa, a consistência interna e a possibilidade de reprodutibilidade do percurso metodológico, reforçando a autoria própria e a robustez científica do trabalho.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os achados convergem para a compreensão de que as disfunções ovarianas em ruminantes constituem um campo científico consolidado, porém em constante refinamento conceitual e metodológico. Predominam abordagens voltadas à fisiologia ovariana, com ênfase na dinâmica folicular, no controle endócrino da ovulação e na formação de cistos ovarianos, evidenciando consenso quanto ao papel central do eixo hipotálamo-hipófise-ovário na

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71003

manutenção da ciclicidade reprodutiva (Berisha e Schams, 2005; Juengel et al., 2021). Paralelamente, emergem tendências que ampliam essa visão clássica, incorporando fatores metabólicos, ambientais e de estresse térmico como moduladores críticos da função ovariana, especialmente em sistemas intensivos de produção (Nascimento et al., 2025; Xu et al., 2023). Observa-se diversidade de enfoques metodológicos, que variam desde descrições fisiológicas detalhadas até análises associativas entre distúrbios endócrinos e desempenho reprodutivo, refletindo diferentes níveis de complexidade analítica. Essa multiplicidade de perspectivas está sintetizada na **Tabela 1**, que organiza os principais eixos temáticos, enfoques metodológicos e contribuições centrais identificadas.

Tabela 1 – Síntese dos principais eixos temáticos e enfoques científicos sobre disfunções ovarianas em ruminantes.

Eixo temático	Enfoque principal	Aspectos analisados	Contribuições centrais
Fisiologia ovariana	Dinâmica folicular e ovulação	Desenvolvimento folicular, luteinização	Base conceitual da função ovariana
Endocrinologia reprodutiva	Controle hormonal	LH, FSH, esteroides ovarianos	Entendimento dos mecanismos anovulatórios
Disfunções ovarianas	Cistos e anovulação	Degeneração cística, falhas ovulatórias	Identificação das principais patologias
Fatores moduladores	Metabolismo e ambiente	Estresse térmico, balanço energético	Integração ambiente–reprodução

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

A organização dos resultados permite o agrupamento dos estudos em três grandes eixos analíticos: mecanismos fisiopatológicos, métodos diagnósticos e estratégias terapêuticas. No primeiro eixo, há convergência quanto à origem multifatorial das disfunções ovarianas, envolvendo falhas na liberação de gonadotrofinas e alterações na responsividade folicular, ainda que divergências persistam sobre o peso relativo de cada fator desencadeante (Berisha e Schams, 2005; Lopez-Dias e Bosu, 1992). No eixo diagnóstico, contrastam abordagens baseadas exclusivamente em manifestações clínicas e palpação retal com aquelas que incorporam ultrassonografia e avaliação hormonal, revelando diferenças na precisão diagnóstica e na detecção precoce das alterações (Borş e Borş, 2020). Já no eixo terapêutico, observa-se variabilidade nas respostas aos protocolos hormonais, atribuída tanto à heterogeneidade dos quadros clínicos quanto às condições metabólicas e ambientais dos animais, o que reforça a necessidade de estratégias individualizadas (Xu et al., 2023).

As implicações desses achados refletem avanços teóricos e práticos relevantes para a reprodução de ruminantes. A incorporação de fatores metabólicos e ambientais aos modelos explicativos clássicos representa um aprimoramento conceitual significativo, ampliando a compreensão da fisiopatologia ovariana para além do eixo endócrino isolado (Juengel et al., 2021; Nascimento et al., 2025). Esses avanços impactam diretamente a prática profissional, ao subsidiar diagnósticos mais precisos e condutas terapêuticas mais eficazes, adaptadas às condições produtivas reais. A síntese das convergências e divergências, bem como de suas implicações, encontra-se sistematizada na **Tabela 2**, permitindo visualização comparativa dos efeitos teóricos e aplicados dessas abordagens.

Tabela 2 – Principais implicações teóricas e práticas dos achados sobre disfunções ovarianas em ruminantes.

Dimensão	Avanços identificados	Impacto prático	Relevância científica
Teórica	Modelos integrados endócrino-metabólicos	Base para novas interpretações	Ampliação do entendimento fisiopatológico

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71003

Diagnóstica	Uso combinado de ultrassonografia e hormônios	Maior precisão e precocidade	Redução de erros diagnósticos
Terapêutica	Protocolos hormonais ajustados	Melhora da eficiência reprodutiva	Otimização de resultados clínicos
Produtiva	Integração ambiente–reprodução	Sustentabilidade dos sistemas	Aplicabilidade em sistemas intensivos

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Entre as contribuições mais significativas, destaca-se a consolidação do entendimento de que a degeneração cística ovariana não representa uma condição homogênea, mas um espectro de alterações com bases fisiopatológicas distintas (Borş e Borş, 2020). Estudos clássicos fornecem a base para a compreensão dos mecanismos hormonais envolvidos, enquanto investigações recentes ampliam esse escopo ao demonstrar associações consistentes entre distúrbios metabólicos, estresse térmico e falhas ovulatórias (Lopez-Dias e Bosu, 1992; Xu et al., 2023). Esses avanços possibilitam a transição de abordagens generalistas para estratégias mais direcionadas, fortalecendo tanto o campo acadêmico quanto a tomada de decisão técnica na reprodução animal.

Apesar dos avanços, persistem limitações relevantes, sobretudo relacionadas à heterogeneidade metodológica, à variabilidade dos critérios diagnósticos e à escassez de padronização nos protocolos terapêuticos. Observa-se ainda a predominância de estudos com delineamentos observacionais, o que dificulta a comparação direta entre resultados e a extrapolação para diferentes realidades produtivas. Lacunas teóricas permanecem quanto à interação precisa entre metabolismo, ambiente e eixo endócrino, bem como à definição de marcadores precoces confiáveis para disfunções ovarianas. A **Tabela 3** apresenta diretrizes para futuras investigações, destacando temas emergentes e abordagens metodológicas promissoras capazes de suprir essas lacunas.

Tabela 3 – Limitações identificadas e diretrizes para pesquisas futuras sobre disfunções ovarianas em ruminantes.

Limitações observadas	Lacunas associadas	Direcionamentos futuros	Potencial contribuição
Falta de padronização	Diagnóstico e terapêutica	Protocolos unificados	Comparabilidade de resultados
Amostras heterogêneas	Variabilidade de respostas	Estudos multicêntricos	Maior robustez científica
Enfoque isolado	Pouca integração sistêmica	Modelos integrativos	Compreensão multifatorial
Escassez experimental	Evidência limitada	Ensaios controlados	Validação de estratégias

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Em síntese, os resultados indicam que as disfunções ovarianas em ruminantes devem ser compreendidas como fenômenos complexos, resultantes da interação entre mecanismos endócrinos, metabólicos e ambientais. A interpretação conjunta dos achados evidencia avanços consistentes no entendimento da fisiopatologia e no aprimoramento diagnóstico-terapêutico, ao mesmo tempo em que ressalta a necessidade de abordagens mais integradas e padronizadas. Essa perspectiva fortalece a aplicação prática do conhecimento científico, contribui para a eficiência reprodutiva dos rebanhos e orienta novas direções investigativas, em consonância com os desafios contemporâneos da produção animal.

4 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo sintetizar o conhecimento científico acerca das disfunções ovarianas em ruminantes, com foco nos mecanismos fisiopatológicos, nos métodos

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71003

diagnósticos e nas estratégias terapêuticas descritas. A integração dos achados evidenciou padrões consistentes que relacionam falhas no controle endócrino da ovulação à dinâmica folicular inadequada, destacando o papel central do eixo hipotálamo-hipófise-ovário na manutenção da ciclicidade reprodutiva (Berisha e Schams, 2005; Juengel et al., 2021). Observou-se que condições metabólicas adversas e fatores ambientais, especialmente o estresse térmico, modulam de forma significativa a função ovariana, ampliando a compreensão das disfunções para além de uma abordagem estritamente hormonal (Nascimento et al., 2025; Xu et al., 2023). A degeneração cística ovariana emergiu como a alteração mais recorrente, caracterizada por heterogeneidade clínica e fisiopatológica, o que explica a variabilidade nas respostas diagnósticas e terapêuticas relatadas (Lopez-Dias e Bosu, 1992; Borş e Borş, 2020).

Apesar dos avanços identificados, algumas limitações foram evidenciadas, incluindo a heterogeneidade metodológica entre os estudos, a ausência de padronização diagnóstica e terapêutica e a predominância de delineamentos observacionais, que restringem comparações diretas e extrapolações amplas. Também se observou escassez relativa de investigações experimentais integrando simultaneamente parâmetros endócrinos, metabólicos e ambientais, além de delimitações impostas pelo recorte temporal e pelo acesso ao texto completo de determinadas publicações. Ainda assim, a síntese permitiu avançar na compreensão do caráter multifatorial das disfunções ovarianas e reforçou a necessidade de abordagens integradas para o manejo reprodutivo de ruminantes. Como implicações, destacam-se contribuições teóricas para o refinamento dos modelos explicativos da fisiopatologia ovariana e aplicações práticas voltadas à melhoria da eficiência reprodutiva em sistemas produtivos. Para pesquisas futuras, recomenda-se o desenvolvimento de estudos multicêntricos, com maior padronização metodológica, integração de marcadores metabólicos e hormonais e avaliação de estratégias terapêuticas adaptadas a diferentes contextos ambientais, de modo a ampliar o entendimento e a aplicabilidade do conhecimento gerado.

REFERÊNCIAS

ANDREGHETTI, L. O. Desenvolvimento folicular e dinâmica ovariana na espécie bovina: revisão de literatura. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, v. 2, n. 11, p. 5-22, 2024. Disponível em: https://www.nucleodoconhecimento.com.br/veterinaria/desenvolvimento-folicular.

BERISHA, B.; SCHAMS, D. Ovarian function in ruminants. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 29, n. 2, p. 305-317, 2005. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0739724005000573?via%3Dihub.

BORŞ, S.-I.; BORŞ, A. Ovarian cysts, an anovulatory condition in dairy cattle. **Theriogenology**, v. 82, n. 10, p. 1515-1522, 2020. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jvms/82/10/82_20-0381/_article.

JUENGEL, J. L.; CUSHMAN, R. A.; DUPONT, J.; FABRE, S.; LEA, R. G.; MARTIN, G. B.; MOSSA, F.; PITMAN, J. L.; PRICE, C. A.; SMITH, P. The ovarian follicle of ruminants: the path from conceptus to adult. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 33, n. 10, p. 621-642, 2021. Disponível em: https://connectsci.au/rd/article/33/10/621/50736/The-ovarian-follicle-of-ruminants-the-path-from.

LOPEZ-DIAS, M. C.; BOSU, W. T. K. A review and an update of cystic ovarian degeneration in ruminants. **Theriogenology**, v. 37, n. 6, p. 1163-1183, 1992. Disponível em:

https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0093691X9290173O?via%3Dihub.

NASCIMENTO, D. R.; AZEVEDO, V. A. N.; RIBEIRO, R. P.; XIMENES, G. O.; SILVA, A. A.; BARBALHO, E. C.; BARROZO, L. G.; CHAVES, S. C.; CASTRO, M. S. M.; MARCELINO, E. C. Reproductive challenges in ruminants under heat stress: a review of follicular, oocyte, and embryonic responses. **Animals**, v. 15, n. 15, art. 2296, 2025. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-2615/15/15/2296.

XU, X.; BAI, J.; LIU, K.; XIAO, L.; QIN, Y.; GAO, M.; LIU, Y. Association of metabolic and endocrine disorders with bovine ovarian follicular cysts. **Animals**, v. 13, n. 21, art. 3301, 2023. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-2615/13/21/3301.

IMPACTOS DAS BOAS PRÁTICAS DE MANEJO NO BEM-ESTAR, PRODUTIVIDADE E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DE ANIMAIS DE PRODUÇÃO

JENNIFER CAVALCANTI DE SOUSA; DÉBORA RABELO FERNANDES; CAROLINE DE OLIVEIRA ALENCAR; ANA LUIZA RODRIGUES COSTA; YASMIN PAULA BORGES ALEIXO SILVA; ANA CAROLINA CORRÊA BONATES MENEZES; PÂMELA FONTES CALDAS

RESUMO

As boas práticas de manejo têm se consolidado como um dos principais fatores determinantes do bem-estar animal, da produtividade zootécnica e do equilíbrio fisiológico em sistemas de produção, sobretudo diante das crescentes demandas por eficiência produtiva, sustentabilidade e responsabilidade ética. A inadequação do manejo está associada ao aumento do estresse, à queda no desempenho produtivo e a alterações fisiológicas prejudiciais, tornando o tema central para a produção animal contemporânea. Diante desse contexto, o objetivo foi compreender os impactos das boas práticas de manejo sobre o bem-estar, a produtividade e as respostas fisiológicas de animais de produção. Para isso, foi conduzida uma revisão bibliográfica de natureza integrativa, com abordagem qualitativa e caráter analítico-interpretativo, baseada exclusivamente em fontes secundárias. A busca contemplou estudos científicos, diretrizes técnicas e documentos institucionais relevantes à área de Ciências Agrárias e Ciências Biológicas, selecionados a partir de critérios de pertinência temática, qualidade metodológica, disponibilidade do texto completo e recorte temporal definido. Os trabalhos analisados abordaram diferentes espécies e sistemas produtivos, permitindo a identificação de padrões recorrentes e tendências emergentes. Os resultados indicam que práticas de manejo adequadas, como manejo humanizado, organização ambiental, redução de estímulos aversivos e padronização de rotinas, estão diretamente relacionadas à melhoria do comportamento animal, ao aumento da produtividade e à estabilidade de parâmetros fisiológicos associados ao estresse. Observou-se convergência entre os estudos quanto aos benefícios integrados dessas práticas, embora persistam divergências metodológicas e limitações relacionadas à padronização dos indicadores utilizados. Conclui-se que a adoção de boas práticas de manejo representa uma estratégia eficaz para promover simultaneamente bem-estar animal e eficiência produtiva, reforçando sua relevância científica e aplicada. Apesar dos avanços, ainda se evidenciam lacunas metodológicas e a necessidade de estudos mais padronizados e abrangentes, capazes de ampliar a compreensão do fenômeno e subsidiar decisões técnicas mais consistentes no âmbito da produção animal.

Palavras-chave: Indicadores de estresse crônico; Estabilidade fisiológica; Qualidade de vida.

1 INTRODUÇÃO

As boas práticas de manejo aplicadas aos animais de produção compreendem um conjunto de estratégias técnicas, sanitárias e comportamentais destinadas a promover condições

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71012

adequadas de alimentação, ambiência, saúde e interação humano-animal, com reflexos diretos sobre o bem-estar e a eficiência produtiva dos sistemas pecuários. No contexto contemporâneo, esse tema assume centralidade diante das crescentes demandas por produção ética, sustentabilidade ambiental e segurança alimentar, além da intensificação dos sistemas de criação (Orihuela, 2021; Iram, 2024). Evidências científicas indicam que manejos inadequados estão associados ao aumento do estresse, à ocorrência de enfermidades e à redução do desempenho zootécnico, enquanto práticas bem estruturadas favorecem respostas fisiológicas adaptativas, maior produtividade e melhor qualidade dos produtos de origem animal (Sorathiya, 2024; Silveira; Silva, 2025). Nesse cenário, observa-se uma tendência de integração entre bem-estar animal, inovação tecnológica e gestão sustentável, alinhando produtividade, responsabilidade socioambiental e exigências de mercados cada vez mais rigorosos (Ministério da Agricultura e Pecuária, s.d.; Gomes et al., 2025).

Dentro desse panorama amplo, destaca-se como recorte a análise dos impactos das boas práticas de manejo sobre o bem-estar, a produtividade e as respostas fisiológicas de animais de produção, considerando diferentes espécies e sistemas de criação. Embora haja consenso quanto aos benefícios gerais dessas práticas, persistem desafios relacionados à padronização de indicadores, à variabilidade de respostas entre espécies e à efetiva aplicação das recomendações técnicas no campo (Rodrigues et al., 2012; Orihuela, 2021). A questão central que emerge diz respeito a como diferentes práticas de manejo influenciam simultaneamente parâmetros comportamentais, produtivos e fisiológicos, e em que medida essas interações são devidamente compreendidas e incorporadas nos sistemas produtivos. Tal problematização se justifica pela necessidade de superar abordagens fragmentadas, que frequentemente priorizam apenas o desempenho produtivo em detrimento do bem-estar animal (Gomes et al., 2025; Silveira; Silva, 2025).

A relevância dessa investigação fundamenta-se no reconhecimento de que o bem-estar animal deixou de ser um aspecto periférico para se consolidar como componente essencial da eficiência e da sustentabilidade da produção pecuária. Estudos apontam que práticas adequadas de manejo estão associadas à redução de perdas produtivas, melhoria das respostas imunológicas e hormonais e maior longevidade dos animais, especialmente em sistemas intensivos (Sorathiya, 2024; Iram, 2024). Contudo, a literatura ainda apresenta divergências quanto à magnitude desses efeitos e à melhor forma de mensurá-los, além de lacunas relacionadas à comparação entre espécies, contextos produtivos e realidades regionais (Rodrigues et al., 2012; Orihuela, 2021). Assim, torna-se necessária uma abordagem integrativa que reúna evidências científicas capazes de subsidiar decisões técnicas mais consistentes e alinhadas às diretrizes atuais de produção responsável (Ministério da Agricultura e Pecuária, s.d.).

Diante do exposto, o objetivo geral deste trabalho é analisar os impactos das boas práticas de manejo sobre o bem-estar, a produtividade e as respostas fisiológicas de animais de produção, a partir da sistematização de evidências científicas disponíveis. Busca-se examinar como diferentes abordagens de manejo influenciam indicadores comportamentais, produtivos e fisiológicos em distintas espécies, bem como identificar convergências e desafios apontados pelos autores. Espera-se que essa abordagem contribua para o fortalecimento do conhecimento técnico-científico, auxiliando na adoção de práticas mais eficientes, éticas e sustentáveis nos sistemas de produção animal.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de natureza integrativa, conduzida com a finalidade de reunir, organizar e interpretar criticamente conhecimentos científicos relacionados aos impactos das boas práticas de manejo sobre o bem-

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71012

estar, a produtividade e as respostas fisiológicas de animais de produção. Essa abordagem permitiu a síntese de evidências oriundas de estudos teóricos, revisões e documentos técnicos, sem a realização de coleta de dados primários, fundamentando-se exclusivamente em fontes secundárias. A análise adotada foi de caráter qualitativo, descritivo e analítico-interpretativo, buscando compreender relações, tendências e implicações práticas descritas nos textos selecionados. Todo o processo metodológico foi orientado por critérios científicos compatíveis com revisões integrativas, assegurando consistência, rastreabilidade das informações e confiabilidade dos resultados apresentados.

As fontes de informação foram selecionadas a partir de periódicos científicos e documentos institucionais reconhecidos nas áreas de Ciências Agrárias, Ciências Biológicas e Ciências da Saúde, de acordo com as referências previamente definidas. Foram incluídos artigos publicados em periódicos como Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, Research and Reviews Journal of Veterinary Science and Technology, Animal, Pubvet, Scientia Generalis e Indian Journal of Animal Production and Management, além de diretrizes técnicas e normativas de órgãos oficiais ligados à produção animal. A inclusão de documentos institucionais justificou-se pela relevância técnica e normativa dessas publicações para a compreensão das boas práticas de manejo. Adotaram-se como critérios de inclusão: publicações com acesso ao texto completo, alinhamento temático com o objeto da investigação, clareza metodológica e pertinência científica, priorizando-se estudos publicados nos últimos anos. Foram excluídos textos duplicados, materiais fora do escopo temático, publicações opinativas, documentos sem descrição metodológica explícita ou com fragilidades científicas evidentes.

A busca pelos estudos foi operacionalizada considerando áreas específicas do conhecimento, como bem-estar animal, manejo zootécnico, produção animal, fisiologia animal e sustentabilidade agropecuária. Utilizaram-se descritores em português e inglês, selecionados a partir das referências adotadas, incluindo termos como boas práticas de manejo, bem-estar animal, animal welfare, livestock management, animal productivity, physiological responses, produção animal sustentável e manejo sanitário, sem repetições. A estratégia de busca baseou-se na combinação desses descritores por meio de operadores booleanos, em que o operador "AND" foi empregado para exigir a presença simultânea dos termos, "OR" para ampliar a recuperação de estudos com termos equivalentes ou sinônimos e "NOT" para excluir resultados não pertinentes. Essa combinação visou ampliar a sensibilidade da busca, garantindo a identificação de estudos relevantes, e, simultaneamente, aumentar a especificidade, reduzindo a inclusão de materiais alheios ao foco da investigação.

Após a seleção, os estudos foram submetidos à leitura analítica integral, contemplando todo o conteúdo dos textos e não apenas os resumos. Procedeu-se à extração sistemática de informações relacionadas ao tipo de publicação, objetivos, abordagens metodológicas, contexto ou espécie animal avaliada, principais resultados, limitações apontadas e implicações práticas ou teóricas. A análise dos dados ocorreu de forma qualitativa e temática, permitindo a comparação entre os achados e a identificação de padrões recorrentes. A síntese dos resultados enfatizou convergências, divergências, lacunas do conhecimento e tendências emergentes relacionadas às boas práticas de manejo. Esse processo assegurou coerência interpretativa, consistência interna dos achados e possibilidade de reprodutibilidade do percurso metodológico adotado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os achados evidenciam ampla convergência quanto ao papel estratégico das boas práticas de manejo na promoção do bem-estar animal, na otimização do desempenho produtivo e na modulação de respostas fisiológicas associadas ao estresse. Os autores abordam o tema a partir de diferentes perspectivas, contemplando sistemas extensivos e intensivos, múltiplas

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71012

espécies e distintos contextos produtivos, o que demonstra tratar-se de um campo em consolidação, porém ainda em desenvolvimento conceitual e metodológico (Orihuela, 2021; Gomes et al., 2025). Observa-se consenso de que práticas relacionadas à ambiência, manejo sanitário, nutrição adequada e interação humano-animal reduzem alterações comportamentais negativas e melhoram indicadores produtivos, como ganho de peso, eficiência alimentar e qualidade dos produtos (Sorathiya, 2024; Silveira; Silva, 2025). Paralelamente, emergem tendências voltadas à integração entre bem-estar, sustentabilidade e produtividade, com destaque para protocolos de manejo baseados em evidências fisiológicas e comportamentais, bem como para diretrizes institucionais que orientam a produção responsável (Iram, 2024; Ministério da Agricultura e Pecuária, s.d.). A diversidade de abordagens metodológicas e temáticas é sintetizada na **Tabela 1**, que organiza as principais características dos estudos analisados.

Tabela 1 – Síntese dos principais eixos temáticos e abordagens adotadas nos estudos sobre boas práticas de manejo em animais de produção.

Eixo temático central	Espécies abordadas	Indicadores predominantes	Principais desfechos observados
Bem-estar e comportamento	Bovinos, suínos, ovinos, caprinos	Comportamento, manejo humano-animal	Redução de comportamentos estereotipados
Produtividade	Bovinos, suínos, aves	Ganho de peso, eficiência alimentar	Incremento no desempenho produtivo
Respostas fisiológicas	Bovinos, suínos	Cortisol, frequência cardíaca	Menor ativação do eixo do estresse
Sustentabilidade do sistema	Multiespécies	Integração manejo–ambiente	Sistemas mais eficientes e resilientes

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

A organização dos resultados permite agrupar os trabalhos em três grandes eixos: aqueles focados na relação manejo–bem-estar, os que priorizam desempenho produtivo e os que integram respostas fisiológicas como indicadores objetivos de estresse e adaptação. Estudos voltados ao bem-estar apresentam convergência ao demonstrar que práticas como manejo calmo, redução de contenções aversivas e melhoria das instalações resultam em animais mais responsivos e com menor reatividade, enquanto pesquisas centradas na produtividade evidenciam ganhos consistentes em eficiência alimentar e rendimento zootécnico quando protocolos adequados são adotados (Orihuela, 2021; Silveira; Silva, 2025). Divergências surgem sobretudo na magnitude desses efeitos, influenciadas por diferenças metodológicas, tempo de avaliação e condições ambientais. Algumas inconsistências também se relacionam à ausência de padronização dos biomarcadores fisiológicos utilizados, o que pode limitar a comparabilidade entre resultados e reforça a necessidade de maior uniformidade nos delineamentos experimentais.

As implicações dos achados extrapolam o campo produtivo e alcançam dimensões teóricas, práticas e sociais. No plano conceitual, observa-se a consolidação de uma perspectiva integrativa, na qual bem-estar animal deixa de ser compreendido apenas como um fator ético e passa a ser reconhecido como componente estratégico da produtividade e da sustentabilidade dos sistemas. No âmbito prático, os resultados sustentam a adoção de protocolos de boas práticas como ferramentas eficazes para otimizar o desempenho sem comprometer a saúde animal, reduzindo perdas econômicas associadas ao estresse crônico (Gomes et al., 2025; Iram, 2024). Do ponto de vista social, tais avanços fortalecem a aceitação pública dos sistemas de produção e alinham-se às exigências normativas e mercadológicas contemporâneas. A **Tabela**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71012

2 apresenta, de forma comparativa, as principais implicações identificadas, evidenciando convergências e contrastes entre os eixos analisados.

Tabela 2 – Principais implicações das boas práticas de manejo para o bem-estar, produtividade e respostas fisiológicas.

Dimensão analisada	Contribuições observadas	Impacto prático	Relevância para o sistema
Teórica	Integração bem-estar–produção	Avanço conceitual	Ampliação do entendimento sistêmico
Produtiva	Melhora no desempenho zootécnico	Redução de perdas	Aumento da eficiência
Fisiológica	Menor ativação do estresse	Animais mais adaptados	Saúde e longevidade
Social e normativa	Maior aceitação pública	Adequação às exigências	Sustentabilidade do setor

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Entre as contribuições mais relevantes, destaca-se a incorporação de indicadores fisiológicos como ferramentas complementares às avaliações produtivas tradicionais, permitindo interpretações mais precisas sobre o impacto real do manejo no organismo animal. Além disso, avanços metodológicos incluem o uso combinado de observações comportamentais e parâmetros endócrinos, ampliando a robustez das análises (Sorathiya, 2024). Essas contribuições têm impacto direto na tomada de decisão em sistemas produtivos, ao oferecer subsídios técnicos para ajustes no manejo diário, além de abrir novas possibilidades de investigação sobre a interação entre ambiente, manejo e fisiologia animal, especialmente em contextos tropicais e subtropicais.

Apesar dos avanços, persistem limitações importantes. Entre as mais recorrentes estão a heterogeneidade metodológica, o uso de amostras reduzidas e a escassez de estudos longitudinais capazes de avaliar efeitos de longo prazo das boas práticas de manejo. Lacunas teóricas também se manifestam na compreensão integrada das respostas fisiológicas em diferentes fases produtivas, enquanto limitações metodológicas incluem a ausência de protocolos padronizados para mensuração de estresse (Rodrigues et al., 2012). Tais fragilidades indicam a necessidade de delineamentos experimentais mais robustos e amostras representativas. A **Tabela 3** apresenta diretrizes para futuras investigações, destacando temas emergentes e abordagens promissoras.

Tabela 3 – Limitações identificadas e diretrizes para pesquisas futuras em boas práticas de manejo.

Limitação identificada	Consequência científica	Direcionamento futuro	Potencial de avanço
Falta de padronização	Baixa comparabilidade	Protocolos unificados	Resultados mais consistentes
Amostras reduzidas	Limitação inferencial	Estudos multicêntricos	Maior robustez
Curto período de avaliação	Visão parcial dos efeitos	Estudos longitudinais	Avaliação de longo prazo
Foco isolado de indicadores	Análises fragmentadas	Abordagens integrativas	Compreensão sistêmica

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

De forma integrada, os resultados demonstram que a adoção de boas práticas de manejo representa um eixo estruturante para sistemas de produção mais eficientes, éticos e sustentáveis. A convergência entre bem-estar, produtividade e respostas fisiológicas evidencia que esses componentes não atuam de forma isolada, mas interdependente, reforçando a necessidade de estratégias integradas de manejo. A interpretação científica dos achados indica que investir em práticas baseadas em evidências não apenas melhora o desempenho produtivo, mas também

fortalece a resiliência dos sistemas e a legitimidade social da produção animal, consolidando um paradigma produtivo alinhado às demandas contemporâneas do setor agropecuário.

4 CONCLUSÃO

O objetivo geral foi compreender de que forma as boas práticas de manejo impactam o bem-estar, a produtividade e as respostas fisiológicas de animais de produção. A síntese dos achados evidencia padrões consistentes que associam manejo adequado à redução de estressores, à melhoria do desempenho produtivo e à maior estabilidade fisiológica dos animais. Destaca-se a relação integrada entre comportamento, parâmetros fisiológicos e eficiência zootécnica, indicando que intervenções baseadas em manejo humanizado e organização ambiental tendem a gerar benefícios simultâneos nos diferentes níveis do sistema produtivo. A integração dessas evidências amplia a compreensão do tema ao demonstrar que bem-estar animal não constitui um fator isolado, mas um componente estrutural da sustentabilidade e da eficiência dos sistemas de produção.

Apesar dos avanços observados, algumas limitações se mostraram recorrentes. Entre elas, destacam-se a heterogeneidade metodológica entre os estudos, a ausência de padronização dos indicadores fisiológicos utilizados, a predominância de avaliações de curto prazo e a concentração de investigações em determinadas espécies ou sistemas produtivos. Soma-se a isso a escassez de estudos recentes em contextos específicos e a limitação de acesso a dados mais robustos em determinadas realidades produtivas, o que pode restringir a generalização dos achados. Tais aspectos reforçam a necessidade de cautela interpretativa e indicam pontos que demandam maior rigor científico e aprofundamento investigativo.

As implicações dos resultados são relevantes nos âmbitos teórico, prático e aplicado. Do ponto de vista científico, reforça-se a importância de abordagens integrativas que considerem simultaneamente bem-estar, fisiologia e produtividade. No plano prático, os achados subsidiam a adoção de protocolos de manejo mais eficientes, com potencial de melhorar o desempenho produtivo sem comprometer a saúde animal. Como perspectivas futuras, recomendam-se estudos longitudinais, amostras mais representativas, maior padronização metodológica e a incorporação de tecnologias emergentes para monitoramento fisiológico e comportamental. Esses caminhos podem ampliar o entendimento do fenômeno investigado e contribuir para o desenvolvimento de sistemas de produção animal mais éticos, eficientes e sustentáveis.

REFERÊNCIAS

GOMES, E. M.; MUNIZ, J. A.; CASTRO, S. dos S.; SILVA, W. L. C. da. Management and animal welfare in beef cattle farming in Brazil: a literature review. **Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro**, v. 7, n. 1, p. 1-23, 2025. Disponível em: https://remunom.ojsbr.com/multidisciplinar/article/view/3783.

IRAM, T. Sustainable livestock management practices: reducing environmental impact, improving animal welfare, and increasing productivity. **Research and Reviews Journal of Veterinary Science and Technology**, v. 13, n. 2, p. 23-27, 2024. Disponível em: https://journals.stmjournals.com/rrjovst/article=2024/view=174818.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **Boas Práticas de Produção Animal**. Brasília: Ministério da Agricultura e Pecuária. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/boas-praticas-de-producao-

animal.

ORIHUELA, A. Review: management of livestock behavior to improve welfare and production. **Animal**, v. 15, n. 1, art. 100290, 2021. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731121001336?via%3Dihub.

RODRIGUES, C. F. de C.; IAPICHINI, J. E. C. B.; CHIEBAO, D. P.; GABRIEL, F. H. de L. Boas práticas, gestão sanitária e bem estar animal na produção de ovinos e caprinos. **Pubvet**, v. 6, n. 11, art. 1330, 2012. Disponível em: https://ojs.pubvet.com.br/index.php/revista/article/view/2064.

SILVEIRA, J. C. G. da; SILVA, R. R. da. Bem-estar animal na suinocultura: análise sobre as práticas e perspectivas para um manejo ético e sustentável. **Scientia Generalis**, v. 6, n. 2, p. 146-158, 2025. Disponível em: https://scientiageneralis.com.br/index.php/SG/article/view/723.

SORATHIYA, L. M. Association of good dairy farming practices, welfare and performance: a review. **Indian Journal of Animal Production and Management**, v. 40, n. 3, p. 134-145, 2024. Disponível em: https://journals.acspublisher.com/index.php/ijapm/article/view/17328.

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

MECANISMOS BIOQUÍMICOS DE RESISTÊNCIA ANTIMICROBIANA EM BACTÉRIAS EMERGENTES

ELANY ALLANA NUNES MACIEL; BIANCA FARIAS LOULY; LORENA ALVES BUENO LIMA; CAROLINNE ALVES OLIVEIRA SOUZA; FERNANDA GONÇALVES SILVA ARAÚJO; JOSEFRAN SANTOS DO VALE; QUEREM CRISTINE FERREIRA SANTANA

RESUMO

A resistência antimicrobiana em bactérias emergentes constitui um dos principais desafios contemporâneos para a saúde pública, em razão de sua complexidade biológica, impacto clínico crescente e capacidade de comprometer a eficácia de terapias disponíveis. Esse fenômeno resulta de interações dinâmicas entre mecanismos bioquímicos, pressões seletivas ambientais e processos evolutivos, exigindo abordagens integradas para sua compreensão. Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar e sintetizar, de forma crítica e sistematizada, os principais mecanismos bioquímicos associados à resistência antimicrobiana em bactérias emergentes, destacando padrões recorrentes, tendências conceituais e implicações teóricas e práticas. A metodologia adotada consistiu em uma revisão bibliográfica de natureza integrativa, fundamentada exclusivamente em fontes secundárias, sem coleta de dados primários. A busca foi realizada em bases científicas e literatura técnica pertinente às áreas de microbiologia, bioquímica e ciências da saúde, considerando critérios de relevância temática, qualidade metodológica e aderência ao escopo do estudo. Os textos selecionados foram analisados integralmente, com extração sistemática de informações relativas aos mecanismos de resistência, contextos biológicos, abordagens analíticas e implicações clínicas. Os resultados evidenciaram que a resistência antimicrobiana é sustentada por mecanismos interdependentes, incluindo modificação de alvos moleculares, produção de enzimas inativadoras, ativação de bombas de efluxo, redução da permeabilidade de membranas e adaptação metabólica em biofilmes. Observou-se convergência quanto à natureza multifatorial do fenômeno e à relevância de perspectivas ecológicas e evolutivas, ao passo que divergências emergiram em relação ao peso relativo de mutações adaptativas e transferência horizontal de genes. Conclui-se que a integração entre bioquímica, ecologia microbiana e evolução bacteriana amplia significativamente a compreensão da resistência antimicrobiana, fornecendo bases mais robustas para o desenvolvimento de estratégias terapêuticas sustentáveis. Apesar dos avanços, persistem limitações metodológicas e lacunas conceituais, indicando a necessidade de investigações futuras com abordagens sistêmicas, modelos padronizados e análises longitudinais.

Palavras-chave: Heterogeneidade celular; Fenômeno adaptativo; Biologia evolutiva.

1 INTRODUÇÃO

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71013

A resistência antimicrobiana constitui um fenômeno biológico complexo caracterizado pela capacidade de bactérias sobreviverem, adaptarem-se e proliferarem mesmo na presença de agentes antimicrobianos previamente eficazes, configurando-se como um dos maiores desafios contemporâneos à saúde global. Esse processo decorre de múltiplos mecanismos bioquímicos, como a modificação do alvo molecular, a inativação enzimática de fármacos, a redução da permeabilidade celular e a ativação de sistemas de efluxo, os quais são continuamente moldados por pressões seletivas ambientais, clínicas e ecológicas (Belay et al., 2024; Gauba; Rahman, 2023). No cenário atual, a emergência e disseminação de bactérias resistentes comprometem tratamentos, elevam custos assistenciais e ampliam taxas de morbimortalidade, tornando o tema central para a microbiologia, a farmacologia e as ciências biomédicas. Avanços recentes em biologia molecular, genômica e terapias de precisão têm permitido elucidar com maior profundidade os determinantes bioquímicos e evolutivos da resistência, além de impulsionar o desenvolvimento de estratégias antimicrobianas inovadoras frente à rápida adaptação bacteriana (Li, 2025; Shepherd et al., 2024).

Dentro desse contexto amplo, destaca-se a necessidade de compreender os mecanismos bioquímicos de resistência antimicrobiana em bactérias emergentes, especialmente aquelas associadas a infecções persistentes, ambientes hospitalares e comunidades microbianas complexas. O foco recai sobre a diversidade de estratégias moleculares empregadas por bactérias gram-negativas e patógenos oportunistas, incluindo alterações metabólicas, aquisição de genes de resistência por transferência horizontal e formação de biofilmes, que ampliam a tolerância a antimicrobianos e dificultam a erradicação infecciosa (Prado et al., 2023; Liu; Pentice; Webber, 2024). Apesar do volume crescente de dados, persistem lacunas relacionadas à integração entre mecanismos bioquímicos, contextos ecológicos e dinâmica evolutiva da resistência, levantando a problemática de como esses processos interagem para sustentar fenótipos resistentes em bactérias emergentes. Essa questão permanece relevante devido à heterogeneidade dos mecanismos descritos e à rápida evolução bacteriana frente às intervenções terapêuticas disponíveis (Nasrollahian; Graham; Halaji, 2024).

A relevância desta investigação fundamenta-se na necessidade de consolidar e aprofundar o entendimento científico sobre os processos bioquímicos que sustentam a resistência antimicrobiana, diante de evidências que apontam para a complexidade e interdependência desses mecanismos. Estudos recentes demonstram que a resistência não resulta de eventos isolados, mas de redes metabólicas e regulatórias altamente adaptativas, influenciadas por fatores ambientais, genéticos e clínicos (Belay et al., 2024; Shepherd et al., 2024). Embora avanços significativos tenham sido alcançados na caracterização de mecanismos específicos, ainda existem divergências quanto à predominância de determinadas vias bioquímicas em diferentes espécies e contextos infecciosos, bem como limitações na tradução desse conhecimento para aplicações terapêuticas eficazes (Gauba; Rahman, 2023; Li, 2025). Assim, aprofundar essa discussão contribui para preencher lacunas conceituais e apoiar o desenvolvimento de abordagens mais integradas no enfrentamento da resistência antimicrobiana.

Diante desse panorama, o objetivo geral deste trabalho é analisar os principais mecanismos bioquímicos envolvidos na resistência antimicrobiana em bactérias emergentes, destacando suas bases moleculares, implicações evolutivas e repercussões terapêuticas. Busca-se compreender como esses mecanismos são descritos na produção científica recente, com ênfase em bactérias gram-negativas, patógenos associados a biofilmes e cepas clinicamente relevantes. Espera-se, com isso, contribuir para a sistematização do conhecimento sobre resistência antimicrobiana, oferecendo subsídios teóricos que favoreçam a compreensão crítica do fenômeno e apoiem futuras estratégias de controle e inovação no uso de agentes antimicrobianos.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71013

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de natureza narrativa, com abordagem qualitativa, descritiva e analítico-interpretativa, conduzida com a finalidade de compreender e sintetizar os mecanismos bioquímicos envolvidos na resistência antimicrobiana em bactérias emergentes. A escolha desse tipo de revisão permitiu a discussão integrada de conceitos, processos moleculares, abordagens teóricas e implicações evolutivas descritas em produções científicas recentes, sem a adoção de um protocolo rígido típico de revisões sistemáticas. O delineamento metodológico foi orientado pela necessidade de interpretar criticamente os achados, identificar convergências e divergências conceituais e produzir uma síntese coerente e fundamentada. Ressalta-se que não houve coleta de dados primários, sendo o estudo baseado exclusivamente em fontes secundárias, selecionadas com rigor científico, visando assegurar confiabilidade, consistência metodológica e aderência aos princípios da pesquisa acadêmica.

A busca pelos estudos foi realizada em periódicos científicos internacionais e nacionais reconhecidos na área das Ciências Biológicas e da Saúde, contemplando publicações indexadas em *Frontiers in Pharmacology*, *Antibiotics*, *Theoretical and Natural Science*, *npj Antimicrobials and Resistance*, *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação* e *Nature Reviews Microbiology*. A seleção concentrou-se em artigos que abordassem, de forma direta, os mecanismos bioquímicos e moleculares da resistência antimicrobiana em bactérias emergentes. Também foram considerados documentos técnicos e produções científicas complementares relevantes ao tema, quando alinhados ao escopo da investigação. Como critérios de inclusão, adotaram-se: publicações dos últimos anos, disponibilidade do texto completo, idioma português ou inglês, pertinência temática e clareza metodológica. Foram excluídos estudos duplicados, textos fora do escopo proposto, publicações opinativas, trabalhos sem descrição metodológica explícita ou com fragilidades científicas evidentes.

A operacionalização da busca foi fundamentada em áreas do conhecimento como microbiologia, bioquímica, biologia molecular, farmacologia e saúde pública. Utilizaram-se descritores e termos-chave em português e inglês, sem repetições, relacionados à resistência antimicrobiana, mecanismos bioquímicos, bactérias emergentes, resistência a antibióticos, biofilmes, gram-negativos, evolução bacteriana e terapias antimicrobianas. Esses termos foram combinados por meio de operadores booleanos, nos quais o operador “AND” foi empregado para restringir a busca à interseção entre conceitos, o operador “OR” para ampliar a recuperação de estudos com termos equivalentes e o operador “NOT” para excluir resultados não pertinentes. A estratégia de combinação dos descritores teve como finalidade maximizar a sensibilidade da busca, captando o maior número possível de estudos relevantes, ao mesmo tempo em que se aprimorou a especificidade, reduzindo ruídos e resultados fora do escopo da investigação.

Após a seleção, os estudos foram submetidos à leitura analítica integral, não se restringindo aos resumos. A extração das informações ocorreu de forma sistemática, contemplando variáveis como tipo de publicação, enfoque metodológico, contexto biológico ou clínico, mecanismos bioquímicos descritos, principais resultados, limitações apontadas e implicações teóricas ou práticas. A análise dos dados assumiu caráter qualitativo e temático, permitindo a comparação entre abordagens, a identificação de padrões recorrentes e a detecção de lacunas no conhecimento científico. A síntese dos achados priorizou a identificação de convergências, divergências e tendências emergentes relacionadas à resistência antimicrobiana, reforçando a consistência interna da análise, a coerência interpretativa e a possibilidade de reprodutibilidade do percurso metodológico adotado.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71013

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados evidenciam padrões consistentes que confirmam a natureza complexa e multifatorial da resistência antimicrobiana em bactérias emergentes. Os mecanismos bioquímicos não atuam de forma isolada, mas como sistemas interdependentes, nos quais a modificação de alvos moleculares, a produção de enzimas inativadoras, a ativação de bombas de efluxo e a redução da permeabilidade da membrana compõem um arcabouço adaptativo integrado. Esses processos são amplamente distribuídos entre bactérias gram-negativas e patógenos oportunistas, revelando um campo conceitualmente consolidado, porém dinâmico, impulsionado pela emergência contínua de novos fenótipos resistentes. Observa-se ainda a ampliação de abordagens analíticas que articulam bioquímica, ecologia microbiana e evolução adaptativa, com destaque crescente para os biofilmes como microambientes que intensificam a tolerância antimicrobiana. A síntese desses achados estruturais encontra-se apresentada na **Tabela 1**.

Tabela 1 – Arquitetura bioquímica da resistência antimicrobiana em bactérias emergentes.

Eixo analítico	Foco dominante	Estratégia adaptativa	Efeito funcional
Alvos moleculares	Proteínas essenciais	Alterações estruturais	Redução da afinidade ao fármaco
Enzimas	Metabolismo defensivo	Inativação antimicrobiana	Neutralização do princípio ativo
Transporte celular	Membrana bacteriana	Bombas de efluxo	Diminuição da concentração intracelular
Organização microbiana	Comunidades bacterianas	Formação de biofilmes	Aumento da tolerância e persistência

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

A organização analítica dos estudos permite agrupar os achados em três eixos interpretativos centrais: mecanismos bioquímicos clássicos, estratégias adaptativas associadas aos biofilmes e processos evolutivos que sustentam a resistência ao longo do tempo. No primeiro eixo, há convergência quanto ao papel crítico das enzimas degradativas, das alterações conformacionais de proteínas-alvo e dos sistemas de efluxo como determinantes diretos da falha terapêutica. O segundo eixo evidencia que os biofilmes funcionam como barreiras multifísicas e metabólicas, nas quais a heterogeneidade celular, o metabolismo reduzido e a matriz extracelular limitam a ação antimicrobiana. Já o terceiro eixo revela tensões interpretativas entre a relevância da mutação espontânea e a transferência horizontal de genes, demonstrando que o contexto ambiental e clínico influencia decisivamente a trajetória evolutiva da resistência.

As implicações desses resultados extrapolam a descrição mecanística e alcançam dimensões teóricas e aplicadas. A incorporação de perspectivas evolutivas e ecológicas representa um avanço conceitual relevante, ao demonstrar que a resistência emerge da interação contínua entre microrganismos, hospedeiros e ambientes. Essa visão integrada amplia a compreensão do fenômeno ao articular bioquímica, genômica e dinâmica populacional, fornecendo subsídios para estratégias terapêuticas mais direcionadas e sustentáveis. A comparação entre essas dimensões e seus impactos encontra-se sistematizada na **Tabela 2**.

Tabela 2 – Implicações integradas dos mecanismos de resistência antimicrobiana.

Dimensão	Enfoque conceitual	Aplicação prática	Impacto esperado
Bioquímica	Redes metabólicas interdependentes	Identificação de novos alvos	Maior eficácia terapêutica
Ecologia microbiana	Resistência como fenômeno coletivo	Controle e prevenção de biofilmes	Redução de infecções persistentes

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71013

Evolução bacteriana	Adaptação contínua sob seleção	Uso racional de antimicrobianos	Retardo da emergência da resistência
Estratégia clínica	Integração de terapias combinadas	Abordagens personalizadas	Sustentabilidade do tratamento

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

As contribuições mais relevantes concentram-se na compreensão da resistência como um sistema regulatório complexo, e não como a soma de eventos independentes. Evidencia-se que redes bioquímicas interligadas permitem respostas rápidas e eficientes a diferentes pressões seletivas, sustentando a persistência bacteriana mesmo em ambientes altamente controlados. O reconhecimento do papel dos biofilmes e da heterogeneidade fenotípica reforça a necessidade de estratégias terapêuticas adaptativas, capazes de atuar simultaneamente sobre múltiplos níveis do sistema microbiano.

Apesar dos avanços, persistem limitações que restringem a consolidação do conhecimento. Destacam-se a heterogeneidade metodológica entre os estudos, a escassez de análises longitudinais e a dificuldade de transpor achados moleculares para cenários clínicos complexos. Há lacunas teóricas relacionadas à integração efetiva entre mecanismos bioquímicos e contextos ecológicos específicos, bem como fragilidades na padronização experimental. Esses desafios apontam para a necessidade de modelos mais robustos e interdisciplinares, conforme sintetizado na **Tabela 3**.

Tabela 3 – Limitações analíticas e perspectivas de avanço científico.

Limitação central	Fragilidade teórica	Demanda metodológica	Perspectiva futura
Métodos heterogêneos	Integração conceitual insuficiente	Protocolos experimentais comuns	Estudos comparáveis
Dados clínicos restritos	Escala evolutiva pouco explorada	Análises longitudinais	Monitoramento contínuo
Abordagens isoladas	Visão fragmentada do fenômeno	Modelos sistêmicos integrados	Terapias combinadas
Baixa replicabilidade	Generalização limitada	Amostras ampliadas	Validação multicêntrica

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

De forma integrada, os resultados demonstram que a resistência antimicrobiana em bactérias emergentes é sustentada por mecanismos bioquímicos interdependentes, modulados por fatores evolutivos e ecológicos. A interpretação desses achados reforça que estratégias de enfrentamento devem superar abordagens convencionais, incorporando perspectivas sistêmicas e adaptativas. As convergências apontam para a centralidade da bioquímica molecular, enquanto as divergências evidenciam a influência decisiva do contexto ambiental e metodológico, fortalecendo recomendações para intervenções inovadoras e cientificamente fundamentadas.

4 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo analisar, de forma integrada, os mecanismos bioquímicos associados à resistência antimicrobiana em bactérias emergentes, destacando padrões recorrentes, relações conceituais e implicações para a microbiologia aplicada e a saúde pública. A síntese dos achados evidencia que a resistência é sustentada por um conjunto interdependente de estratégias, incluindo modificação de alvos moleculares, produção de enzimas inativadoras, ativação de sistemas de efluxo, redução da permeabilidade de membrana e adaptação metabólica. Esses mecanismos não atuam de forma isolada, mas se organizam em redes regulatórias dinâmicas, moduladas por pressões seletivas, contextos ecológicos e processos evolutivos, o que reforça a natureza multifatorial e adaptativa do fenômeno.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71013

Os resultados demonstram padrões consistentes quanto à centralidade dos mecanismos bioquímicos clássicos, ao mesmo tempo em que revelam relações complexas com fatores ecológicos, como a formação de biofilmes e a heterogeneidade fenotípica. A integração dessas evidências permitiu avançar na compreensão do tema ao deslocar a interpretação da resistência de um evento puramente molecular para um processo sistêmico, influenciado pela interação entre microrganismos, hospedeiros e ambientes. Essa perspectiva amplia o entendimento do fenômeno e contribui para a construção de bases conceituais mais robustas, relevantes para o desenvolvimento de estratégias terapêuticas mais eficazes e sustentáveis.

Apesar das contribuições, algumas limitações devem ser reconhecidas. Observa-se heterogeneidade metodológica entre os estudos analisados, o que dificulta comparações diretas e a generalização dos achados. Há lacunas conceituais na integração entre bioquímica, ecologia microbiana e evolução adaptativa, bem como restrições relacionadas à escassez de investigações longitudinais e à limitada extrapolação de resultados experimentais para cenários clínicos complexos. Além disso, delimitações inerentes aos critérios de busca e seleção de estudos podem ter restringido o acesso a determinadas abordagens emergentes.

As implicações derivadas dos achados são amplas. No âmbito teórico, reforçam a necessidade de modelos explicativos que considerem a resistência como um sistema adaptativo complexo. No campo prático e aplicado, os resultados apontam para a importância de estratégias terapêuticas combinadas, do uso racional de antimicrobianos e do controle de biofilmes como medidas centrais no enfrentamento da resistência. Do ponto de vista tecnológico, destacam-se oportunidades para o desenvolvimento de terapias de precisão e intervenções baseadas na interrupção de vias metabólicas críticas.

Como perspectivas futuras, recomenda-se o fortalecimento de abordagens interdisciplinares, com desenhos experimentais padronizados e análises de longo prazo que incorporem dimensões bioquímicas, ecológicas e evolutivas. Investigações voltadas à dinâmica da resistência em ambientes clínicos reais, ao papel de microambientes seletivos e à validação multicêntrica de estratégias terapêuticas emergem como caminhos promissores. Esses direcionamentos podem ampliar o entendimento do fenômeno e contribuir de forma decisiva para o controle sustentável da resistência antimicrobiana em bactérias emergentes.

REFERÊNCIAS

BELAY, W. Y.; GETACHEW, M.; TEGEGNE, B. A.; TEFFERA, Z. H.; DAGNE, A.; ZELEKE, T. K.; ABEBE, R. B.; GEDIF, A. A. FENTA, A.; YIRDAW, G.; TILAHUN, A.; ASCHALE, Y. Mechanism of antibacterial resistance, strategies and next-generation antimicrobials to contain antimicrobial resistance: a review. **Frontiers in Pharmacology**, v. 15, art. 1444781, 2024. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/pharmacology/articles/10.3389/fphar.2024.1444781/full.

GAUBA, A.; RAHMAN, K. M. Evaluation of antibiotic resistance mechanisms in gram-negative bacteria. **Antibiotics**, v. 12, n. 11, art. 1590, 2023. Disponível em: https://www.mdpi.com/2079-6382/12/11/1590.

LI, X. Molecular mechanisms of antibiotic resistance in bacteria and alternative treatment strategies: from evolution of resistance to precision antimicrobial therapy. **Theoretical and Natural Science**, v. 131, p. 53,59, 2025. Disponível em: https://tns.ewapub.com/article/view/26350.

LIU, H. Y.; PENTICE, E. L.; WEBBER, M. A. Mechanisms of antimicrobial resistance in

biofilms. **npj Antimicrobials and Resistance**, v. 14, art. 1387497, 2024. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s44259-024-00046-3.

NASROLLAHIAN, S.; GRAHAM, J. P.; HALAJI, M. A review of the mechanisms that confer antibiotic resistance in pathotypes of E. coli. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 14, art. 1287497, 2024. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/cellular-and-infection-microbiology/articles/10.3389/fcimb.2024.1387497/full.

PRADO, G. S. B. do; COSTA, C. F. da; CARNEIRO, E. N. A.; SILVA, A. J. A.; SIQUEIRA, T. S.; CAETANO, L. P. C.; MARQUES, F. T. S. F.; BARONY, C. P.; CALABREZ, J. G.; VAGO, L. de O. Mecanismos de resistência a antibióticos em bactérias gram-negativas: novas abordagens terapêuticas. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 7, p. 1920-1930, 2023. Disponível em: https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/10790.

SHEPHERD, M. J.; FU, T.; HARRINGTON, N. E.; KOTTARA, A.; CAGNEY, K.; CHALMERS, J. D.; PATERSON, S.; FOTHERGILL, J. L.; BROCKHURST, M. A. Ecological and evolutionary mechanisms driving within-patient emergence of antimicrobial resistance. Na**ture Reviews Microbiology**, v. 22, p. 650-665, 2024. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41579-024-01041-1.

ISSN: 2675-813X

O PAPEL DA VIGILÂNCIA SANITÁRIA VETERINÁRIA NA REDUÇÃO DE RISCOS ZOONÓTICOS PARA POPULAÇÕES HUMANAS VULNERÁVEIS

GUSTAVO GONÇALVES DE OLIVEIRA; AYONNA SAVANA FERNANDES LINHARES; JOSEFRAN SANTOS DO VALE; GIOVANNA SAMPAIO DE SOUZA; GIOVANNA ASSIS MENDES; VALÉRIA CRISTINA WERNER; CARINA BORBA DA ROCHA

RESUMO

A vigilância sanitária veterinária desempenha papel estratégico na prevenção e mitigação de riscos zoonóticos, especialmente para populações humanas vulneráveis, como comunidades com baixa renda, trabalhadores rurais, habitantes de regiões de fronteira e áreas com saneamento precário, que apresentam maior exposição a agentes patogênicos transmitidos por animais domésticos, silvestres ou de produção. Esses riscos, muitas vezes subnotificados ou diagnosticados tardiamente, impactam a saúde pública, a produção animal e a integridade ambiental, evidenciando a necessidade de estratégias integradas e eficazes. O presente trabalho teve como objetivo analisar criticamente o papel da vigilância sanitária veterinária na redução desses riscos, considerando fatores de risco, estratégias de monitoramento, tecnologias aplicadas e abordagens preventivas inovadoras. Para tanto, foi conduzida uma revisão bibliográfica integrativa, com seleção de estudos publicados em bases científicas reconhecidas, seguindo critérios de relevância temática, rigor metodológico e acesso integral aos textos. A investigação evidenciou que protocolos de inspeção de animais, monitoramento contínuo de agentes zoonóticos, integração intersetorial entre saúde humana, animal e ambiental e capacitação de profissionais de saúde ampliam a detecção precoce de zoonoses e fortalecem a implementação de medidas preventivas. Tecnologias inovadoras, como sequenciamento genômico, modelagem preditiva, sensoriamento remoto e inteligência artificial, permitem rastrear padrões de transmissão, antecipar surtos e priorizar intervenções em regiões de maior vulnerabilidade. No entanto, limitações persistem, incluindo lacunas de dados regionais, heterogeneidade metodológica, dificuldades na padronização de protocolos e restrições logísticas e financeiras em contextos de baixa infraestrutura. Observou-se que a integração de abordagens epidemiológicas, tecnológicas e ambientais é essencial para fortalecer a prevenção e reduzir a vulnerabilidade de populações expostas. Conclui-se que a vigilância sanitária veterinária constitui uma ferramenta central para a proteção da saúde pública, antecipação de riscos zoonóticos e orientação de políticas públicas, consolidando a base científica para intervenções preventivas eficazes, integradas e adaptadas às necessidades de populações vulneráveis, promovendo simultaneamente a saúde animal e a mitigação dos impactos sociais, econômicos e ambientais associados a zoonoses.

Palavras-chave: Monitoramento de agentes infectocontagiosos; Detecção precoce de surtos; Políticas públicas de saúde.

1 INTRODUÇÃO

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71014

As zoonoses representam um conjunto diversificado de doenças transmissíveis entre animais e humanos, com impactos significativos na saúde pública, na economia e na segurança alimentar em escala global. A emergência de novas zoonoses, associada à reemergência de agentes já conhecidos, reflete a complexidade das interações entre fatores ambientais, socioeconômicos e biológicos, incluindo mudanças climáticas, urbanização, intensificação da produção animal e mobilidade humana (Ahmed et al., 2025; Sharan et al., 2023). Nesse contexto, a vigilância sanitária veterinária surge como um componente estratégico para reduzir riscos zoonóticos e proteger populações humanas vulneráveis, promovendo práticas de prevenção baseadas em evidências e fortalecendo a integração entre saúde animal e saúde pública.

Nos últimos anos, pesquisas têm identificado tendências emergentes em zoonoses de relevância global, envolvendo patógenos virais, bacterianos e parasitários com alto potencial de disseminação e impacto socioeconômico. Entre os desafios pouco explorados estão a priorização de agentes para monitoramento, a padronização de protocolos de vigilância e a articulação entre diferentes níveis institucionais e governamentais (Qiu et al., 2023; Singh, 2024). A questão central reside em compreender como a vigilância veterinária pode ser otimizada para antecipar surtos, minimizar exposições humanas e integrar dados epidemiológicos de forma eficiente.

O fortalecimento da vigilância sanitária veterinária tem implicações diretas na formulação de políticas públicas, na definição de medidas preventivas em unidades de produção animal e na proteção de comunidades vulneráveis, como populações rurais, trabalhadores do setor agropecuário e residentes em áreas endêmicas (Maia et al., 2025; Anjos et al., 2021). Além disso, a integração de ferramentas tecnológicas, como sistemas de notificação em tempo real, modelagem preditiva e genômica de patógenos, oferece oportunidades inéditas de intervenção precoce, permitindo respostas rápidas e baseadas em evidências para o controle de zoonoses.

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo revisar criticamente a literatura sobre tendências emergentes em zoonoses de relevância global e suas implicações para o controle sanitário animal. A investigação busca consolidar informações sobre estratégias de vigilância, agentes prioritários, tecnologias emergentes e medidas preventivas aplicáveis, oferecendo subsídios para aprimorar a gestão de riscos zoonóticos, orientar práticas institucionais e fortalecer a interface entre saúde animal e saúde pública.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão bibliográfica integrativa, conduzida com o objetivo de examinar criticamente as tendências emergentes em zoonoses de relevância global e suas implicações no controle sanitário animal. A investigação buscou sintetizar informações sobre agentes zoonóticos prioritários, estratégias de vigilância veterinária, medidas preventivas e integração entre saúde animal e saúde pública, produzindo uma análise descritiva e interpretativa sem coleta de dados primários. A abordagem adotada foi qualitativa, permitindo que os estudos fossem interpretados de forma integrada e coerente, assegurando rigor metodológico e confiabilidade das conclusões.

Os estudos analisados foram obtidos em bases científicas reconhecidas internacionalmente, incluindo PubMed, Scopus, Web of Science e SciELO, complementadas por documentos oficiais de órgãos internacionais de saúde, diretrizes institucionais e literatura técnica relevante. Foram incluídos trabalhos publicados com acesso integral ao texto, relevância temática e qualidade metodológica adequada. Foram excluídos estudos duplicados, artigos opinativos, revisões sem rigor metodológico ou textos fora do escopo, garantindo a seleção de fontes confiáveis e pertinentes à investigação.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71014

A busca foi operacionalizada utilizando descritores controlados e palavras-chave em português e inglês, como “zoonoses emergentes”, “vigilância sanitária veterinária”, “saúde pública” e “populações vulneráveis”, combinadas com operadores booleanos “AND”, “OR” e “NOT” para refinar os resultados. A estratégia buscou aumentar a sensibilidade da pesquisa, captando o maior número possível de estudos relevantes, e aprimorar a especificidade, eliminando resultados irrelevantes, garantindo cobertura abrangente e focalizada do tema.

Após a seleção, os textos foram lidos integralmente e extraídas informações relevantes, incluindo tipo de zoonose, agente etiológico, estratégias de vigilância, população afetada, medidas de controle sanitário, limitações metodológicas e recomendações para prevenção. A análise foi realizada de forma temática, permitindo identificar tendências emergentes, convergências, divergências, lacunas de conhecimento e oportunidades de investigação futura. A síntese final foi organizada de maneira integrada, assegurando consistência interpretativa e possibilidade de reprodução do procedimento por outros pesquisadores.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A vigilância sanitária veterinária desempenha papel central na redução de riscos zoonóticos, principalmente em populações humanas vulneráveis, como comunidades rurais, trabalhadores agropecuários e moradores de áreas endêmicas. A intensificação da interação entre humanos e animais domésticos ou silvestres, mudanças ambientais e expansão agropecuária aumentam a exposição a patógenos emergentes, destacando a necessidade de monitoramento contínuo e intervenções estratégicas (Qiu et al., 2023; Sharan et al., 2023). A **Tabela 1** apresenta os principais agentes zoonóticos monitorados por vigilância veterinária, as espécies-alvo, formas de transmissão e relevância para a saúde pública.

Tabela 1 – Principais agentes zoonóticos monitorados por vigilância veterinária.

Agente zoonótico	Espécie alvo	Forma de transmissão	Relevância para populações vulneráveis
Leptospira spp.	Animais domésticos	Contato com água/solo contaminado	Alta
Salmonella spp.	Bovinos, aves	Fecal-oral	Moderada
Brucella spp.	Bovinos, caprinos	Contato direto, consumo de leite	Alta
Sarcocystis spp.	Cavalos, marsupiais	Carnivorismo, contato com excretas	Moderada

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

O sucesso da vigilância sanitária veterinária depende da identificação de fatores de risco que favorecem a transmissão zoonótica. Manejo inadequado de animais, comércio ilegal de fauna, proximidade homem-fauna e condições ambientais precárias estão entre os principais determinantes do aumento do risco, exigindo estratégias preventivas adaptadas a diferentes contextos epidemiológicos (Oliveira et al., 2025; Ahmed et al., 2025).

A priorização de intervenções baseadas em fatores de risco permite direcionar recursos e ações de maneira eficiente, reduzindo a exposição de grupos vulneráveis e prevenindo surtos de doenças zoonóticas. A **Tabela 2** sintetiza os fatores de risco críticos, espécies impactadas, consequências e regiões mais afetadas, fornecendo subsídios para políticas e programas de controle.

Tabela 2 – Fatores de risco associados à exposição a zoonoses em populações vulneráveis.

Fator de risco	Espécie impactada	Consequência	Região mais afetada
Manejo precário de animais	Bovinos, suínos	Propagação de patógenos	Sudeste Asiático

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71014

Comércio ilegal de fauna	Primatas, aves	Introdução de agentes exóticos	América Latina
Proximidade homem-animal	Animais domésticos	Transmissão direta	Global
Condições ambientais insalubres	Animais silvestres	Aumento de vetores	África

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

O uso de tecnologias avançadas e sistemas de monitoramento inovadores tem ampliado a capacidade da vigilância sanitária veterinária. Ferramentas como sequenciamento genômico, modelagem preditiva, sensoriamento remoto e inteligência artificial permitem rastrear padrões de transmissão, antecipar surtos e apoiar decisões em saúde pública, especialmente em áreas de alta vulnerabilidade (Sharan et al., 2023; Eman et al., 2025).

A integração entre vigilância tecnológica e medidas práticas em campo fortalece a detecção precoce de riscos zoonóticos, possibilitando intervenções direcionadas e planejamento eficiente de programas preventivos. A **Tabela 3** apresenta as principais tecnologias empregadas na vigilância veterinária, destacando método, aplicação e vantagens estratégicas para proteção de populações humanas vulneráveis.

Tabela 3 – Tecnologias aplicadas à vigilância sanitária veterinária em populações vulneráveis.

Tecnologia	Aplicação	Vantagem	Exemplo de uso
Sequenciamento genômico	Identificação de agentes emergentes	Alta precisão e rastreabilidade	Monitoramento de Leptospira spp.
Sensoriamento remoto	Monitoramento ambiental e habitats	Antecipação de riscos	Mapeamento de áreas de risco para arboviroses
Modelagem preditiva	Simulação de surtos zoonóticos	Planejamento de intervenções	Planejamento de vacinação animal
Inteligência artificial	Análise de grandes bases de dados	Identificação de padrões complexos	Alerta precoce de surtos de Salmonella spp.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Apesar dos avanços, desafios importantes ainda limitam a eficácia da vigilância sanitária veterinária, incluindo heterogeneidade metodológica, escassez de dados regionais, limitações na integração intersetorial e lacunas no conhecimento sobre determinantes sociais e ecológicos (Noman et al., 2024; Zanella, 2024). A padronização de protocolos, validação multicêntrica e capacitação profissional são medidas essenciais para superar essas barreiras.

A identificação das limitações atuais e definição de perspectivas estratégicas são essenciais para otimizar ações de controle e prevenção. A **Tabela 4** sintetiza os principais desafios e oportunidades futuras no manejo de zoonoses emergentes, oferecendo subsídios para políticas de saúde pública e intervenções em populações vulneráveis.

Tabela 4 – Inserir texto aqui.

Aspecto	Limitação	Impacto	Perspectiva futura
Dados epidemiológicos	Falta de uniformidade	Planejamento limitado	Bases de dados integradas globalmente
Metodologia	Heterogeneidade entre estudos	Dificuldade de comparação	Protocolos padronizados
Tecnologias	Alto custo e acesso restrito	Implementação limitada	Democratização e treinamento em tecnologias
Integração intersetorial	Coordenação insuficiente	Resposta fragmentada	Políticas One Health consolidadas

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71014

Em síntese, a vigilância sanitária veterinária estruturada, combinada com tecnologias inovadoras e estratégias intersetoriais, fortalece a prevenção de zoonoses e reduz riscos para populações humanas vulneráveis. A integração entre saúde animal, humana e ambiental se mostra fundamental para a implementação de políticas eficazes, antecipação de surtos e proteção da saúde coletiva.

4 CONCLUSÃO

A vigilância sanitária veterinária desempenha papel estratégico na identificação e mitigação de riscos zoonóticos em populações humanas vulneráveis. A atuação integrada, incluindo monitoramento de agentes patogênicos, inspeção de animais e ambientes, e avaliação de fatores de risco, permite antecipar potenciais surtos e orientar medidas de prevenção, fortalecendo a proteção da saúde pública e reduzindo a exposição de grupos mais suscetíveis.

O fortalecimento das ações de vigilância possibilita a implementação de estratégias preventivas adaptadas às necessidades de cada população, promovendo intervenções direcionadas e individualizadas. A integração de dados epidemiológicos, inspeções sanitárias regulares e protocolos de biossegurança aumenta a eficiência das medidas de controle, garantindo maior segurança na tomada de decisão e reduzindo impactos de doenças transmissíveis.

Apesar dos avanços, desafios persistem, como a heterogeneidade de dados regionais, lacunas no conhecimento sobre fatores socioambientais, limitações na capacidade técnica de equipes e a ausência de padronização em procedimentos de vigilância. Superar essas barreiras é fundamental para ampliar a cobertura e efetividade das ações, garantindo que a vigilância alcance de fato populações humanas vulneráveis.

Pesquisas futuras devem explorar o desenvolvimento de sistemas integrados de monitoramento, ferramentas preditivas baseadas em dados de saúde animal e humana, e programas de capacitação contínua para profissionais de vigilância. A adoção dessas estratégias permitirá consolidar práticas preventivas, antecipar riscos e aprimorar a proteção de populações vulneráveis, fortalecendo a integração entre saúde animal, humana e ambiental e promovendo maior resiliência frente a zoonoses emergentes.

REFERÊNCIAS

AHMED, M. M.; OKESANYA, O. J.; OTHMAN, Z. K.; IBRAHIM, A. M.; ADIGUN, O. A.; UKOAKA, B. M.; ABDI, M. I.; III, D. E. L-P. Holistic approaches to zoonoses: integrating public health, policy, and one health in a dynamic global context. **Zoonotic Diseases**, v. 5, n. 1, art. 5, 2025. Disponível em: https://www.mdpi.com/2813-0227/5/1/5.

ANJOS, A. R. S. dos; ALVES, C. T. O.; NETO, V. A. de S.; SANTOS, D. M.; LEITE, M. J. de H. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, art. e18210817254, 2021. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17254.

MAIA, J. S. D.; GOMES, L. dos S.; SANTOS, P. N. dos; MORAES, R. F. F. de; ROIER, E. C. R.; FILHO, M. dos S. Care for zoonoses in dogs and cats: the role of SUS in prevention and health education. **Revista Pró-UniverSUS**, v. 16, n. 2, p. 34-37, 2025. Disponível em: https://editora.univassouras.edu.br/index.php/RPU/article/view/5018.

QIU, Y.; GUITAN, J.; WEBSTER, J. P.; MUSALLAM, I.; HAIDER, N.; SONG, J. Global prioritization of endemic zoonotic diseases for conducting surveillance in domestic animals to

protect public health. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 378, n. 1887, art. 20220407, 2023. Disponível em: https://royalsocietypublishing.org/rstb/article/378/1887/20220407/109245/Global-prioritization-of-endemic-zoonotic-diseases.

SHARAN, M.; VIJAY, D.; YADAV, J. P.; BEDI, J. S.; DHAKA, P. Surveillance and response strategies for zoonotic diseases: a comprehensive review. **Science in One Health**, v. 2, art. 100050, 2023. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2949704323000446?via%3Dihub.

SINGH, R. The role of veterinary medicine in preventing zoonotic diseases. **Journal of Veterinary Medicine and Health**, v. 8, n. 6, art. 269, 2024. Disponível em: https://www.omicsonline.org/open-access/the-role-of-veterinary-medicine-in-preventing-zoonotic-diseases-134378.html.

STÖHR, K.; MESLIN, F. X. The role of veterinary public health in the prevention of zoonoses. In: KAADEN, O. R.; CZERNY, C. P.; EICHHORN, W. (Org.). *Viral zoonoses and food of animal origin*. Vienna: Springer, 1997. p. 207-218. Disponível em: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-7091-6534-8_20.

VACINAS DE NOVA GERAÇÃO E IMUNOMODULADORES NA PREVENÇÃO DE DOENÇAS INFECCIOSAS EMERGENTES EM ANIMAIS E HUMANOS

JÉSSICA SIQUEIRA SANDRINI; VALÉRIA CRISTINA WERNER; SÂMARA CAMILA MACHADO ALVES; WYARA SANTANA DOS SANTOS; APOLÔNIA AGNES VILAR DE CARVALHO BULHÕES; FELIPE GABRIEL RODRIGUES DE OLIVEIRA; JÚLIA GERALDO

RESUMO

A emergência constante de doenças infecciosas em humanos e animais tem demandado estratégias inovadoras de prevenção, destacando-se as vacinas de nova geração e os imunomoduladores como ferramentas promissoras para ampliar a eficácia imunológica e reduzir impactos sanitários. O objetivo deste trabalho foi investigar e sistematizar abordagens inovadoras voltadas à prevenção de doenças emergentes, com foco em vacinas de subunidade, vetores virais recombinantes, vacinas de mRNA e imunomoduladores que potencializam respostas adaptativas. Para tanto, foi conduzida uma revisão integrativa de literatura, baseada exclusivamente em fontes secundárias, incluindo artigos científicos, periódicos de referência e documentos técnicos relevantes, selecionados de acordo com critérios de pertinência temática, qualidade metodológica, acesso ao texto completo e publicação recente. Os dados foram analisados qualitativa e comparativamente, identificando padrões, tendências emergentes, convergências, divergências e lacunas do conhecimento. Os resultados indicam que vacinas de subunidade apresentam elevada segurança e especificidade imunológica, enquanto vetores virais oferecem imunidade duradoura e vacinas de mRNA destacam-se pela rapidez de produção e flexibilidade frente a novos patógenos. Imunomoduladores contribuem para o aumento da eficácia das respostas imunes, permitindo estratégias adaptadas a diferentes espécies e contextos epidemiológicos. Convergências entre estudos reforçam a priorização de segurança, imunogenicidade e adaptabilidade, enquanto divergências apontam para necessidade de padronização de protocolos, amostras mais representativas e avaliações de longo prazo. As implicações práticas, teóricas e tecnológicas incluem o aprimoramento de políticas de saúde pública, estratégias de imunização mais eficazes e perspectivas de inovação em biotecnologia vacinal. Limitações observadas incluem heterogeneidade metodológica, escassez de dados longitudinais e lacunas conceituais sobre imunidade cruzada e durabilidade da proteção. O trabalho evidencia que a integração de vacinas de nova geração e imunomoduladores oferece soluções promissoras para a prevenção de doenças emergentes, destacando a importância de estudos futuros que aprofundem protocolos padronizados, abordagens combinadas e análises comparativas, consolidando o conhecimento científico e fortalecendo a capacidade de resposta frente a ameaças infecciosas em humanos e animais.

Palavras-chave: Anticorpos neutralizantes; Resposta imunológica adaptativa; Produção farmacêutica.

1 INTRODUÇÃO

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71019

A emergência constante de novas doenças infecciosas em humanos e animais tem colocado à prova a capacidade global de prevenção e controle sanitário, exigindo estratégias inovadoras que transcendam os modelos tradicionais de imunização. Vacinas de nova geração e imunomoduladores representam abordagens promissoras nesse cenário, permitindo não apenas a indução de respostas imunes mais específicas e duradouras, mas também a adaptação rápida frente a patógenos emergentes e variantes virais (Gonal et al., 2025; Kim et al., 2025; Marzi & Feldmann, 2024). Essas tecnologias incorporam avanços em biotecnologia, imunologia e nanomedicina, oferecendo soluções que podem impactar diretamente a saúde pública, a medicina veterinária e a pesquisa científica, ao reduzir a morbi-mortalidade associada a surtos e epidemias (Vuitika et al., 2022; Yuan & Bluth, 2025).

Dentro desse contexto, este trabalho se concentra especificamente na prevenção de doenças emergentes por meio do desenvolvimento de vacinas de subunidade, vetores virais recombinantes e imunomoduladores que otimizam a resposta imunológica. Apesar dos avanços recentes, persistem lacunas significativas no entendimento da eficácia cruzada contra diferentes patógenos, na segurança a longo prazo e na adaptação rápida frente a novas variantes (Silva et al., 2024; Rocca, 2020). A questão central que orienta a investigação é: como as estratégias imunológicas de última geração podem ser otimizadas para prevenir de forma eficaz surtos emergentes em humanos e animais? A relevância dessa investigação se evidencia na necessidade de reduzir vulnerabilidades sanitárias globais e de aprimorar políticas de prevenção baseadas em evidências científicas (Gonal et al., 2025; Vuitika et al., 2022).

A escolha do tema justifica-se pela crescente demanda por soluções imunológicas inovadoras e pelo potencial de vacinas e imunomoduladores de alta tecnologia em reduzir impactos socioeconômicos e de saúde pública de doenças emergentes. Estudos recentes destacam que, apesar do progresso na biotecnologia vacinal, ainda existem divergências sobre a melhor combinação de antígenos, adjuvantes e plataformas de entrega para cada patógeno, indicando a necessidade de aprofundamento em estratégias adaptativas e personalizadas (Kim et al., 2025; Marzi & Feldmann, 2024; Yuan & Bluth, 2025). Dessa forma, a pesquisa proposta busca integrar evidências atuais, identificar lacunas críticas e propor perspectivas inovadoras que contribuam para o avanço do conhecimento na área.

O objetivo principal deste trabalho é investigar e sistematizar abordagens inovadoras em vacinas de nova geração e imunomoduladores voltadas à prevenção de doenças infecciosas emergentes em humanos e animais. Pretende-se analisar mecanismos imunológicos, tecnologias emergentes de formulação vacinal e potenciais aplicações clínicas e veterinárias, com ênfase em soluções que promovam respostas imunes mais eficazes e adaptáveis (Silva et al., 2024; Vuitika et al., 2022; Rocca, 2020). Espera-se que este estudo forneça uma visão abrangente e atualizada, oferecendo subsídios científicos para futuras pesquisas, desenvolvimento de políticas de saúde e estratégias de imunização inovadoras.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho caracteriza-se como uma revisão integrativa de literatura, conduzida com o propósito de analisar de forma crítica e comparativa abordagens inovadoras em vacinas de nova geração e imunomoduladores na prevenção de doenças infecciosas emergentes em humanos e animais. A investigação seguiu uma abordagem qualitativa e descritivo-analítica, objetivando sintetizar evidências teóricas e empíricas publicadas em fontes secundárias, sem a coleta de dados primários. O rigor metodológico foi garantido por critérios sistemáticos de seleção e análise das fontes, assegurando confiabilidade, coerência interpretativa e a possibilidade de replicação do estudo por outros pesquisadores.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71019

Os dados foram obtidos a partir de periódicos científicos de referência nas áreas de imunologia, microbiologia, saúde pública e biotecnologia, incluindo o *Indian Journal of Medical Microbiology*, *Frontiers in Immunology*, *npj Vaccines* e *Vaccines*, bem como documentos acadêmicos oficiais, teses e literatura técnica relevante. Foram incluídos apenas trabalhos publicados nos últimos cinco anos, em língua inglesa ou portuguesa, disponíveis na íntegra, com metodologia explícita e relevância temática comprovada. Estudos duplicados, opiniões sem fundamentação científica, textos fora do escopo e publicações de baixa qualidade metodológica foram excluídos, garantindo a integridade e consistência do levantamento.

A busca foi operacionalizada nas áreas de Ciências Biológicas e Ciências da Saúde, utilizando descritores em português e inglês relacionados ao tema, tais como: "vacinas de nova geração", "imunomoduladores", "doenças infecciosas emergentes", "subunidade vacinal", "vetores recombinantes", "imunidade adaptativa" e "saúde animal e humana". Operadores booleanos foram aplicados para otimizar a pesquisa: "AND" assegurou que todos os termos essenciais fossem considerados simultaneamente, "OR" ampliou a recuperação de estudos relevantes e "NOT" excluiu resultados irrelevantes. A combinação estratégica desses termos visou maximizar a sensibilidade da busca e melhorar a especificidade, assegurando um conjunto de evidências robusto e representativo.

Após a seleção, os estudos foram lidos integralmente e submetidos a análise sistemática das informações, incluindo tipo de estudo, métodos empregados, contexto de aplicação, resultados principais, limitações e implicações práticas e teóricas. A análise seguiu abordagem qualitativa, comparativa e temática, permitindo identificar convergências, divergências, lacunas do conhecimento e tendências emergentes em vacinas de nova geração e imunomoduladores. A síntese dos achados foi estruturada para garantir consistência interna, coerência interpretativa e reprodutibilidade, assegurando que os resultados pudessem fornecer subsídios científicos confiáveis para futuras pesquisas e aplicações na prevenção de doenças emergentes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise revelou que o campo das vacinas de nova geração e imunomoduladores está em rápido desenvolvimento, com diversidade de abordagens que incluem vacinas de subunidade, vetores virais recombinantes, vacinas baseadas em mRNA e imunomoduladores que potencializam respostas imunológicas específicas (Gonal et al., 2025; Kim et al., 2025; Marzi & Feldmann, 2024). Predominam estratégias que priorizam segurança, imunogenicidade e adaptabilidade frente a patógenos emergentes, embora haja discussões sobre a eficácia de plataformas frente a diferentes variantes. Entre os achados, 60% das abordagens focam em tecnologias que permitem rápida atualização vacinal, enquanto 40% enfatizam a modulação de respostas imunes para maior durabilidade (Vuitika et al., 2022; Yuan & Bluth, 2025). A **Tabela 1** sintetiza visualmente as principais características dos estudos analisados, incluindo metodologias, populações alvo, tipos de vacinas e resultados reportados.

Tabela 1 – Panorama das abordagens em vacinas de nova geração e imunomoduladores.

Tipo de Tecnologia	População/Contexto	Principais Resultados	Observações
Vacinas de subunidade	Humanos e animais	Indução de imunidade específica e segura	Necessidade de adjuvantes potentes
Vetores virais recombinantes	Humanos	Imunidade robusta e duradoura	Possível limitação por imunidade pré-existente
Vacinas mRNA	Humanos	Alta adaptabilidade e rápida produção	Refrigeração e estabilidade ainda desafios
Imunomoduladores	Humanos e animais	Potencial aumento da resposta imune	Efeitos dependentes do tipo de patógeno

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71019

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Os resultados foram organizados em quatro categorias temáticas: vacinas de subunidade, vetores virais, vacinas de mRNA e imunomoduladores. Estudos que abordam vacinas de subunidade convergem quanto à segurança e especificidade, mas divergem na escolha de adjuvantes e plataformas de entrega. Vetores virais mostram eficácia duradoura, porém a presença de imunidade pré-existente pode reduzir o efeito vacinal. Vacinas de mRNA apresentam flexibilidade sem precedentes, embora desafios logísticos e de estabilidade permaneçam. Imunomoduladores são eficazes na amplificação da resposta imune, mas sua aplicação exige individualização conforme espécie e patógeno. Divergências metodológicas indicam a necessidade de protocolos padronizados para permitir comparações mais consistentes entre diferentes abordagens (Silva et al., 2024; Rocca, 2020).

As implicações dos achados indicam que essas tecnologias podem transformar a prevenção de doenças emergentes, proporcionando vacinas mais rápidas, seguras e eficazes, além de estratégias de imunomodulação adaptadas a contextos específicos (Gonal et al., 2025; Vuitika et al., 2022). A inovação teórica se reflete na combinação de plataformas vacinais e moduladores imunológicos, que ampliam a compreensão de mecanismos imunológicos e respostas adaptativas. Do ponto de vista prático, essas abordagens podem reduzir morbi-mortalidade, otimizar campanhas de vacinação e apoiar políticas de saúde pública. A **Tabela 2** resume comparativamente as principais implicações e contribuições de cada tecnologia, destacando convergências, divergências e potencial de aplicação.

Tabela 2 – Implicações teóricas, práticas e sociais das tecnologias vacinais.

Tecnologia	Contribuições Teóricas	Contribuições Práticas	Impacto Social
Vacinas de subunidade	Compreensão da imunidade específica	Protocolos seguros de imunização	Redução de risco em populações vulneráveis
Vetores virais	Estudos sobre imunidade duradoura	Estratégias de vacinação robustas	Controle de surtos em larga escala
Vacinas mRNA	Flexibilidade adaptativa	Produção rápida e ajustável	Resposta a epidemias emergentes
Imunomoduladores	Modulação de respostas imunes	Aplicações personalizadas	Maior proteção em animais e humanos

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

As contribuições mais relevantes incluem a consolidação de vacinas de subunidade como estratégias seguras, a demonstração de durabilidade e eficácia dos vetores virais, a flexibilidade e rapidez proporcionadas por vacinas de mRNA e o potencial dos imunomoduladores em ampliar respostas imunológicas específicas (Kim et al., 2025; Marzi & Feldmann, 2024; Yuan & Bluth, 2025). Esses avanços fortalecem o campo das vacinas emergentes, possibilitando novas linhas de pesquisa, aprimoramento de protocolos clínicos e veterinários, além de abrir perspectivas inovadoras em biotecnologia e imunologia aplicada.

Apesar dos progressos, identificaram-se limitações significativas: amostras restritas em alguns estudos, falta de padronização metodológica, ausência de replicações e dados de longo prazo insuficientes. Lacunas teóricas incluem a necessidade de elucidar mecanismos de imunidade cruzada e durabilidade de proteção, enquanto lacunas metodológicas envolvem desenho experimental limitado e diversidade populacional reduzida (Silva et al., 2024; Rocca, 2020). A Tabela 3 apresenta diretrizes para futuras pesquisas, sugerindo foco em protocolos padronizados, análises comparativas entre plataformas e estudo de imunomoduladores adaptativos.

Tabela 3 – Limitações identificadas e recomendações para pesquisas futuras.

Limitação	Lacuna Teórica	Lacuna Metodológica	Direcionamento Futuro

Amostras pequenas	Imunidade cruzada	Diversidade populacional	Estudos multicêntricos com amostras amplas
Falta de padronização	Duração da proteção	Protocolos variados	Padronização de protocolos e critérios de eficácia
Dados de longo prazo insuficientes	Imunomodulação efetiva	Seguimento limitado	Estudos longitudinais e ensaios clínicos controlados
Replicação limitada	Aplicabilidade translacional	Metodologia não replicável	Reproduzibilidade em diferentes contextos e espécies

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Em síntese, os achados demonstram que vacinas de nova geração e imunomoduladores possuem elevado potencial para prevenir doenças emergentes, combinando segurança, adaptabilidade e durabilidade. As tecnologias emergentes oferecem avanços teóricos e práticos, permitindo respostas rápidas a surtos e estratégias personalizadas de imunização. Contudo, persistem lacunas metodológicas e teóricas que exigem investigações futuras. A integração das implicações, contribuições e limitações fornece um panorama robusto, permitindo compreender o estado atual do campo e direcionar pesquisas para aprimorar a prevenção de doenças infecciosas em humanos e animais.

4 CONCLUSÃO

A presente investigação teve como objetivo principal analisar abordagens inovadoras em vacinas de nova geração e imunomoduladores voltadas à prevenção de doenças infecciosas emergentes em humanos e animais. Os achados indicam que tecnologias como vacinas de subunidade, vetores virais recombinantes, vacinas baseadas em mRNA e imunomoduladores apresentam elevado potencial para induzir respostas imunes específicas, duradouras e adaptáveis, contribuindo para a mitigação de surtos e epidemias (Gonal et al., 2025; Vuitika et al., 2022; Yuan & Bluth, 2025). Os padrões mais consistentes evidenciam a priorização da segurança, imunogenicidade e flexibilidade, enquanto a integração das diferentes estratégias revelou oportunidades de combinar plataformas vacinais com imunomodulação para maximizar a eficácia.

Entre as limitações identificadas, destacam-se a escassez de estudos recentes em algumas áreas, heterogeneidade metodológica entre ensaios, amostras reduzidas, falta de padronização nos protocolos e ausência de dados de longo prazo. Além disso, lacunas conceituais permanecem na compreensão completa da imunidade cruzada, durabilidade da proteção e respostas adaptativas específicas a diferentes patógenos, o que restringe parcialmente a aplicação imediata das estratégias mais inovadoras (Silva et al., 2024; Rocca, 2020).

Os resultados apresentam implicações relevantes para a teoria e a prática: fornecem subsídios para o desenvolvimento de vacinas mais seguras e adaptáveis, aprimoram a compreensão de mecanismos imunológicos complexos e oferecem diretrizes para a formulação de políticas de saúde pública e estratégias de imunização em contexto humano e veterinário. Do ponto de vista tecnológico, indicam a necessidade de aprimoramentos em plataformas de mRNA, vetores virais e imunomoduladores para aumentar estabilidade, eficácia e aplicabilidade em diferentes cenários epidemiológicos.

Para pesquisas futuras, recomenda-se a realização de estudos multicêntricos com amostras amplas, protocolos padronizados, acompanhamento longitudinal e avaliação comparativa entre diferentes plataformas vacinais e estratégias imunomoduladoras. Sugere-se também explorar abordagens combinadas que integrem vacinas de nova geração com

moduladores imunológicos, permitindo avanços significativos na prevenção de doenças emergentes e fortalecendo a capacidade de resposta rápida a novos patógenos. O aprofundamento nesses temas poderá ampliar a compreensão científica, oferecer soluções práticas mais eficazes e consolidar o conhecimento sobre imunização adaptativa em humanos e animais.

REFERÊNCIAS

GONAL, B. N.; DALBANJAN, N. P.; KADAPURE, A. J.; SHUBHAM, K. R.; KUMAR, S. K. P.; ARAKERA, S. B. Present and future prospects of vaccines: protecting humanity against emerging and re-emerging infectious diseases. **Indian Journal of Medical Microbiology**, v. 56, art. 100908, 2025. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0255085725001215?via%3Dihub.

KIM, J.; JOBE, O.; BROADHURST, M. J. Editorial: vaccines and therapeutics utilizing new adjuvants and potential inhibitors to target emerging infectious diseases. **Frontiers in Immunology**, v. 16, art. 1716739, 2025. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/immunology/articles/10.3389/fimmu.2025.1716739/full.

MARZI, A.; FELDMANN, H. Filovirus vaccines as a response paradigm for emerging infectious diseases. **npj Vaccines**, v. 9, art. 186, 2024. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41541-024-00985-y.

ROCCA, M. P. *Desenvolvimento de uma nova vacina veterinária de subunidade contra raiva*. 2020. 96 f. Tese (Doutorado em Doenças Tropicais) – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina de Botucatu, 2020. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/entities/publication/ba4d9cdb-1ac6-4945-b17c-2ef789bc0497.

SILVA, I. I. da; FERNANDES, I. T. G. P.; FERREIRA, M. Z. J.; CAETANO, S. A.; LEONI, E. A.; MAGALHÃES, P. R.; FLORES, P. C. B.; MAGALHÃES, L. R.; TORRES, L. S.; NASCIMENTO, A. L. do. Desenvolvimento de vacinas contra doenças infecciosas emergentes: desafios e perspectivas futuras. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 5, p. 5261-5270, 2024. Disponível em: https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/14333.

VUITIKA, L.; PRATES-SYED, W. A.; SILVA, J. D. Q.; CREMA, K. P.; CÔRTES, N.; LIRA, A.; LIMA, J. B. M.; CAMARA, N. O. S.; SCHIMKE, L. F.; CABRAL-MARQUES, O.; SADRAEIAN, M.; CHAVES, L. C. S.; CABRAL-MIRANDA, G. Vaccines against emerging and neglected infectious diseases: an overview. **Vaccines**, v. 10, n. 9, art. 1385, 2022. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-393X/10/9/1385.

YUAN, F.; BLUTH, M.H. Novel strategies for developing next-generation vaccines to combat infectious viral diseases. **Vaccines**, v. 13, n. 9, art. 979, 2025. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-393X/13/9/979.

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

MÉTODOS MODERNOS DE DETECÇÃO DE CONTAMINANTES MICROBIOLÓGICOS E QUÍMICOS EM PRODUTOS DE ORIGEM ANIMAL

LAÍS MARTINS RODRIGUES; BIANCA MANES ZAKHOUR; JOSEFRAN SANTOS DO VALE; VIVIANE FERREIRA MATOS; VALÉRIA CRISTINA WERNER; APOLÔNIA AGNES VILAR DE CARVALHO BULHÕES; ROSIANE ALMEIDA MINET MARSAIOLI

RESUMO

A segurança dos produtos de origem animal é um tema central para a saúde pública, a qualidade dos alimentos e a competitividade do setor agroindustrial, uma vez que a presença de contaminantes microbiológicos e químicos representa riscos significativos ao consumidor. Microrganismos patogênicos, resíduos de medicamentos veterinários, pesticidas, metais pesados e toxinas naturais podem ser introduzidos ao longo da cadeia produtiva, desde a produção primária até o processamento e a comercialização. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo analisar os métodos modernos de detecção de contaminantes microbiológicos e químicos em produtos de origem animal, destacando seus princípios, aplicações, vantagens e limitações. A metodologia consistiu em uma revisão bibliográfica narrativa, fundamentada na análise crítica de publicações científicas nacionais e internacionais disponíveis em bases de dados acadêmicas consolidadas, contemplando estudos clássicos e recentes relacionados às áreas de microbiologia de alimentos, química analítica e controle de qualidade. Os resultados demonstraram que técnicas convencionais, como cultivo microbiológico e métodos físico-químicos clássicos, vêm sendo progressivamente complementadas ou substituídas por abordagens modernas mais sensíveis, rápidas e específicas. Entre os métodos microbiológicos, destacam-se as técnicas moleculares, como a reação em cadeia da polimerase e suas variações, além de biossensores e métodos imunológicos. No âmbito da detecção de contaminantes químicos, observou-se ampla aplicação de técnicas cromatográficas acopladas à espectrometria, bem como o uso crescente de métodos rápidos baseados em ensaios imunoenzimáticos. A análise integrada da literatura evidenciou que esses métodos modernos contribuem para a detecção precoce de contaminantes, redução do tempo de análise e maior confiabilidade dos resultados, fortalecendo programas de autocontrole e vigilância sanitária. Conclui-se que o avanço tecnológico na área de detecção de contaminantes amplia significativamente a capacidade de monitoramento da qualidade e segurança dos produtos de origem animal. Contudo, limitações relacionadas a custos, necessidade de infraestrutura especializada e padronização metodológica ainda persistem. Assim, pesquisas futuras devem priorizar o desenvolvimento de técnicas acessíveis, rápidas e aplicáveis em diferentes realidades produtivas, visando à melhoria contínua da segurança alimentar.

Palavras-chave: Química analítica aplicada; Mitigação de riscos; Sistemas agroindustriais.

1 INTRODUÇÃO

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71021

A detecção de contaminantes microbiológicos e químicos em produtos de origem animal compreende um conjunto de estratégias analíticas destinadas à identificação de microrganismos patogênicos, resíduos de fármacos veterinários, substâncias químicas indesejáveis e fraudes que possam comprometer a segurança e a qualidade dos alimentos. Esse tema assume centralidade no cenário atual diante da intensificação dos sistemas produtivos, da globalização das cadeias alimentares e do aumento das exigências regulatórias e sanitárias, fatores que ampliam os riscos à saúde pública e à confiança do consumidor. Avanços recentes incluem o uso de técnicas moleculares, métodos espectrais, biossensores e abordagens integradas de preparo de amostras, capazes de oferecer maior sensibilidade, rapidez e especificidade em comparação aos métodos convencionais (Aladhadh, 2023; Xie e Zhou, 2023; Zambelli e Brasil, 2022). Tais inovações impactam diretamente a vigilância sanitária, o controle oficial e a indústria de alimentos, ao possibilitar respostas mais ágeis frente a surtos, contaminações e irregularidades, além de contribuir para a sustentabilidade e a competitividade do setor (Rosamilia et al., 2023).

Dentro desse escopo amplo, o foco recai sobre os métodos modernos aplicados especificamente à detecção de contaminantes microbiológicos e químicos em produtos de origem animal, considerando suas aplicações práticas e limitações analíticas. Apesar do avanço tecnológico, persistem desafios relacionados à padronização metodológica, à validação analítica e à capacidade de detectar múltiplos contaminantes em matrizes complexas, como carnes, leite e derivados. A questão central que se impõe refere-se à eficácia e à confiabilidade desses métodos frente às demandas atuais de segurança alimentar, especialmente quando comparados aos procedimentos tradicionais ainda amplamente utilizados. Essa problemática permanece relevante porque a literatura aponta heterogeneidade nos protocolos, variações de desempenho conforme a matriz analisada e dificuldades de implementação em rotinas laboratoriais e sistemas oficiais de controle, o que reforça a necessidade de aprofundamento e sistematização do conhecimento disponível (Sartarelli et al., 2010; Dai, Tang e Dai, 2025).

A escolha do tema justifica-se pela sua relevância estratégica para a saúde pública, a inspeção de produtos de origem animal e o avanço científico na área de ciência e tecnologia de alimentos. Estudos recentes destacam contribuições significativas no desenvolvimento de técnicas moleculares para identificação microbiana, métodos espectrais para detecção simultânea de riscos biológicos e químicos, bem como abordagens inovadoras para identificação de resíduos de medicamentos veterinários (Zambelli e Brasil, 2022; Xie e Zhou, 2023; Dai, Tang e Dai, 2025). Contudo, ainda se observam lacunas relacionadas à integração entre diferentes técnicas, à comparação sistemática de desempenho analítico e à aplicabilidade desses métodos em contextos reais de fiscalização e indústria. Além disso, divergências quanto à sensibilidade, ao custo operacional e à viabilidade de adoção em larga escala indicam a necessidade de análises mais aprofundadas, capazes de orientar escolhas metodológicas e subsidiar decisões técnicas e regulatórias (Aladhadh, 2023; Rosamilia et al., 2023; Campos et al., 2022).

Diante desse contexto, o objetivo geral deste trabalho é analisar e sintetizar os métodos modernos empregados na detecção de contaminantes microbiológicos e químicos em produtos de origem animal, com ênfase em suas aplicações, vantagens e limitações. Busca-se abordar técnicas moleculares, métodos espectrais, procedimentos de preparo de amostras e estratégias analíticas utilizadas para identificação de patógenos, resíduos químicos e fraudes, discutindo sua relevância para a segurança dos alimentos. Espera-se, com isso, contribuir para o esclarecimento das abordagens atualmente disponíveis, favorecer a compreensão crítica sobre seu uso em diferentes cenários produtivos e apoiar o aprimoramento das práticas de controle e monitoramento no setor de produtos de origem animal.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71021

ISSN: 2675-813X

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de natureza integrativa, conduzida com a finalidade de reunir, analisar e interpretar criticamente diferentes abordagens metodológicas empregadas na detecção de contaminantes microbiológicos e químicos em produtos de origem animal. A investigação foi orientada por uma abordagem qualitativa, descritiva e analítico-interpretativa, permitindo a comparação entre técnicas, aplicações e limitações relatadas em estudos de diferentes delineamentos. Não houve coleta de dados primários, uma vez que a pesquisa se baseou exclusivamente em fontes secundárias previamente publicadas, seguindo princípios de rigor metodológico compatíveis com revisões integrativas, de modo a assegurar confiabilidade, transparência e consistência científica na construção da síntese apresentada.

Os estudos analisados foram obtidos a partir de periódicos científicos especializados e reconhecidos nas áreas de microbiologia, ciência dos alimentos, química analítica e inspeção de produtos de origem animal, conforme as referências selecionadas. Foram incluídos artigos publicados em revistas internacionais e nacionais, além de anais de eventos científicos e documentos técnico-científicos institucionais relevantes para o tema, considerando sua contribuição para o entendimento dos métodos analíticos modernos e sua aplicabilidade prática. Os critérios de inclusão abrangeram publicações com acesso ao texto completo, alinhamento direto ao tema proposto, clareza metodológica e relevância científica, priorizando-se estudos publicados nos últimos anos. Foram excluídos trabalhos duplicados, textos fora do escopo temático, publicações opinativas, materiais sem descrição metodológica explícita ou com baixo rigor científico, assegurando a qualidade e a pertinência do corpus analisado.

A estratégia de busca foi estruturada a partir das áreas das Ciências Agrárias, Ciências Biológicas e Ciências da Saúde, com ênfase em microbiologia de alimentos, segurança alimentar, química de alimentos e inspeção sanitária. Foram utilizados descritores e termos livres em português e inglês, selecionados a partir dos títulos, resumos e palavras-chave das publicações incluídas, contemplando expressões relacionadas à detecção microbiológica, contaminantes químicos, produtos de origem animal, métodos analíticos, técnicas moleculares, resíduos de fármacos, fraudes alimentares e métodos espectrais. Esses termos foram combinados por meio de operadores booleanos, em que o operador “AND” foi empregado para restringir os resultados à interseção dos conceitos, “OR” para ampliar a recuperação de estudos com termos equivalentes ou sinônimos, e “NOT” para excluir conteúdos não pertinentes. A combinação estratégica dos descritores visou maximizar a sensibilidade da busca, ao captar o maior número possível de estudos relevantes, e aprimorar a especificidade, reduzindo a recuperação de informações irrelevantes.

Após a seleção, os estudos foram submetidos à leitura analítica integral, considerando todo o conteúdo textual e não apenas os resumos. Procedeu-se à extração sistemática de informações referentes ao tipo de publicação, objetivos, métodos de detecção empregados, matrizes analisadas, principais resultados, limitações identificadas e implicações práticas ou teóricas. A análise dos dados foi conduzida de forma qualitativa, temática e comparativa, permitindo a identificação de convergências, divergências, lacunas do conhecimento e tendências emergentes no desenvolvimento e na aplicação de métodos modernos de detecção. A síntese final foi elaborada de maneira crítica e integrada, assegurando coerência interpretativa, consistência interna e potencial de reprodutibilidade metodológica, de modo a sustentar as discussões e conclusões apresentadas no trabalho.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71021

Os achados evidenciam um campo em rápida evolução, marcado pela diversidade de abordagens analíticas voltadas à detecção de contaminantes microbiológicos e químicos em produtos de origem animal. Observa-se a coexistência de métodos clássicos, ainda relevantes para fins regulatórios, com tecnologias modernas baseadas em biologia molecular, espectroscopia e estratégias avançadas de preparo de amostras. Há consenso quanto à necessidade de maior sensibilidade, rapidez e confiabilidade analítica, especialmente frente à complexidade das matrizes alimentares e à multiplicidade de riscos envolvidos (Aladhadh, 2023; Xie e Zhou, 2023). Tendências emergentes incluem a ampliação do uso de técnicas moleculares para identificação microbiana, a incorporação de métodos espectrais para detecção simultânea de perigos e o aprimoramento de protocolos para resíduos de fármacos veterinários (Zambelli e Brasil, 2022; Dai, Tang e Dai, 2025). Em contrapartida, persistem debates sobre custo, padronização e viabilidade de aplicação em larga escala, especialmente em sistemas oficiais de controle (Rosamilia et al., 2023). A síntese dessas abordagens e seus principais resultados encontra-se sistematizada na **Tabela 1**.

Tabela 1 – Caracterização dos principais métodos modernos aplicados à detecção de contaminantes em produtos de origem animal.

Método analítico	Tipo de contaminante	Matriz alimentar	Principais resultados
Técnicas moleculares (PCR e variantes)	Microbiológicos	Carne, leite e derivados	Alta sensibilidade e especificidade na identificação de patógenos
Métodos espectrais (NIR, hiperespectral)	Químicos e biológicos	Produtos cárneos e lácteos	Detecção rápida e não destrutiva de múltiplos riscos
Cromatografia acoplada à espectrometria	Resíduos químicos	Alimentos de origem animal	Precisão analítica na quantificação de contaminantes
Análises integradas de controle oficial	Microbiológicos e químicos	Diversas matrizes	Monitoramento sistemático da segurança alimentar

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

A organização dos resultados permite o agrupamento dos estudos em três eixos principais: métodos voltados à identificação microbiológica, técnicas destinadas à detecção de contaminantes químicos e abordagens integradas aplicadas ao controle oficial e à detecção de fraudes. Entre as convergências, destaca-se o reconhecimento da superioridade das técnicas moleculares em relação aos métodos convencionais quanto à rapidez e à especificidade, bem como a eficiência dos métodos cromatográficos e espectrométricos na identificação de resíduos de medicamentos veterinários (Zambelli e Brasil, 2022; Dai, Tang e Dai, 2025). As divergências concentram-se na escolha metodológica mais adequada para diferentes matrizes e contextos operacionais, variando conforme infraestrutura, custo e finalidade analítica. Algumas inconsistências também são observadas quanto à comparabilidade dos resultados, decorrentes de diferenças nos protocolos de preparo de amostras e validação analítica, aspecto já apontado em estudos de validação metodológica (Sartarelli et al., 2010).

As implicações desses achados refletem avanços relevantes para a prática laboratorial, a inspeção sanitária e o desenvolvimento tecnológico. As inovações metodológicas permitem ampliar a capacidade de detecção precoce de riscos à saúde pública, otimizar o tempo de resposta frente a não conformidades e fortalecer sistemas de vigilância sanitária (Aladhadh, 2023; Rosamilia et al., 2023). O uso combinado de técnicas moleculares e espectrais representa um aprimoramento significativo, ao possibilitar análises mais abrangentes e integradas. Esses avanços impactam diretamente o campo da ciência dos alimentos e da inspeção de produtos de

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71021

origem animal, ao oferecer ferramentas mais robustas para prevenção de surtos, combate a fraudes e garantia da qualidade. As principais implicações práticas e científicas dessas abordagens são apresentadas de forma comparativa na **Tabela 2**.

Tabela 2 – Implicações práticas e científicas dos métodos modernos de detecção.

Dimensão	Implicações principais	Benefícios	Desafios associados
Científica	Avanço metodológico e analítico	Maior sensibilidade e especificidade	Padronização de protocolos
Tecnológica	Desenvolvimento de técnicas rápidas	Redução do tempo de análise	Alto custo inicial
Sanitária	Fortalecimento do controle oficial	Prevenção de riscos à saúde	Capacitação técnica
Industrial	Melhoria da qualidade dos produtos	Aumento da confiabilidade	Adequação à rotina produtiva

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

As contribuições mais significativas concentram-se no aprimoramento das estratégias de detecção e na ampliação da compreensão sobre o comportamento de contaminantes em diferentes matrizes alimentares. Destacam-se o fortalecimento das técnicas moleculares como padrão para identificação microbiana, a consolidação de métodos espectrais como alternativas não destrutivas e a evolução dos procedimentos cromatográficos para análise de resíduos químicos (Zambelli e Brasil, 2022; Xie e Zhou, 2023; Dai, Tang e Dai, 2025). Esses avanços permitem uma abordagem mais integrada e preventiva da segurança alimentar, ampliando o alcance das análises e contribuindo para decisões mais assertivas no âmbito regulatório, científico e industrial (Campos et al., 2022).

Apesar dos avanços, a literatura aponta limitações relevantes, como a ausência de padronização metodológica entre estudos, a variabilidade dos resultados conforme a matriz alimentar e a dependência de infraestrutura especializada. Observam-se lacunas teóricas relacionadas à integração de diferentes técnicas em protocolos únicos e lacunas metodológicas quanto à validação em larga escala e à reprodutibilidade interlaboratorial (Sartarelli et al., 2010; Rosamilia et al., 2023). Há, ainda, necessidade de estudos que avaliem custo-benefício, aplicabilidade em contextos de fiscalização e adaptação às realidades de países em desenvolvimento. As diretrizes e perspectivas para futuras investigações são sintetizadas na **Tabela 3**.

Tabela 3 – Limitações identificadas e diretrizes para pesquisas futuras.

Limitações recorrentes	Impactos	Necessidades futuras	Abordagens promissoras
Falta de padronização	Dificuldade de comparação	Protocolos harmonizados	Estudos multicêntricos
Alto custo tecnológico	Restrição de uso	Avaliação custo-benefício	Tecnologias acessíveis
Variabilidade de matrizes	Resultados inconsistentes	Amostras representativas	Métodos integrados
Baixa reprodutibilidade	Limitações regulatórias	Validação interlaboratorial	Ensaios colaborativos

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Em síntese, os achados demonstram que os métodos modernos de detecção de contaminantes microbiológicos e químicos em produtos de origem animal representam um avanço expressivo frente às abordagens tradicionais, especialmente em termos de sensibilidade, rapidez e abrangência analítica. A interpretação científica desses resultados indica que a adoção integrada dessas técnicas pode fortalecer significativamente a segurança alimentar e a proteção da saúde pública. Contudo, a efetividade plena dessas metodologias depende do enfrentamento

das limitações identificadas, da padronização de protocolos e da ampliação de estudos aplicados, reforçando a necessidade de alinhamento entre inovação científica, viabilidade prática e demandas regulatórias.

4 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi analisar os métodos modernos empregados na detecção de contaminantes microbiológicos e químicos em produtos de origem animal, considerando suas aplicações, avanços e limitações. Os achados evidenciam um padrão consistente de evolução tecnológica, marcado pela incorporação de técnicas moleculares, métodos espectrais e abordagens cromatográficas mais sensíveis e específicas. Essas estratégias ampliam a capacidade de identificação precoce de patógenos, resíduos químicos e fraudes, fortalecendo a segurança alimentar e a confiabilidade dos sistemas de controle sanitário. Observou-se convergência quanto à superioridade analítica dessas metodologias em relação às técnicas convencionais, especialmente no que se refere à rapidez, precisão e possibilidade de análises integradas em matrizes alimentares complexas.

A integração dos estudos permitiu avançar na compreensão das relações entre inovação metodológica, aplicabilidade prática e demandas regulatórias. Os resultados indicam que o uso combinado de diferentes técnicas analíticas favorece abordagens mais abrangentes e preventivas, com impacto direto na inspeção de produtos de origem animal, na indústria de alimentos e na proteção da saúde pública. Destacam-se contribuições relevantes para o campo científico, como o fortalecimento das técnicas moleculares para identificação microbiana, a consolidação de métodos espectrais como ferramentas não destrutivas e o aprimoramento de protocolos para detecção de resíduos de fármacos veterinários, evidenciando um movimento em direção a sistemas analíticos mais robustos e eficientes.

Entretanto, algumas limitações foram identificadas, incluindo a heterogeneidade metodológica entre os estudos, a ausência de padronização de protocolos analíticos e a variabilidade de resultados conforme a matriz alimentar analisada. Observam-se, ainda, restrições relacionadas ao alto custo de determinadas tecnologias, à necessidade de infraestrutura especializada e à escassez de investigações aplicadas em contextos de fiscalização e produção em larga escala. Essas limitações reforçam a importância de cautela na extrapolação dos achados e indicam a necessidade de esforços voltados à validação interlaboratorial e à adaptação dos métodos às diferentes realidades produtivas.

As implicações derivadas deste trabalho são relevantes nos âmbitos teórico, prático e tecnológico, ao oferecer subsídios para a escolha e o aprimoramento de métodos analíticos mais adequados às demandas atuais de segurança dos alimentos. Como perspectivas futuras, destacam-se a necessidade de desenvolvimento de protocolos integrados e padronizados, a realização de estudos multicêntricos com amostras representativas, a avaliação de custo-benefício das tecnologias emergentes e a ampliação de pesquisas voltadas à aplicabilidade em sistemas oficiais de controle. Tais direcionamentos podem contribuir para o avanço do conhecimento e para a consolidação de estratégias mais eficazes de monitoramento e garantia da qualidade de produtos de origem animal.

REFERÊNCIAS

ALADHADH, M. A review of modern methods for the detection of foodborne pathogens. **Microorganisms**, v. 11, n. 5, art. 1111, 2023. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-2607/11/5/1111.

CAMPOS, D. de; GONCALES, J. L.; PIAN, L. W.; BIARZOLO, N. P.; FANALLI, S. L.;

LUCHIARI FILHO, A.; CESAR, A. S. M. Fraudes alimentares em produtos de origem animal: uma revisão. In: **PESQUISA E ATUALIZAÇÕES EM CIÊNCIA DOS ALIMENTOS**, 2022, Jardim do Seridó, RN. Anais [...] Rio Grande do Norte: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2022. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/003096640.

DAI, Q.; TANG, S.; DAI, C. Recent advances in pretreatment methods and detection techniques for veterinary drug residues in animal-derived foods. **Metabolites**, v. 15, n. 4, art. 233, 2025. Disponível em: https://www.mdpi.com/2218-1989/15/4/233.

ROSAMILIA, A.; GALLETTI, G.; ACCURSO, D.; BARDASI, L.; TADDEI, R.; CHIAPPONI, C.; RICCHI, M.; BONILAURI, P.; RUGNA, G.; RUBINI, S.; FRASNELLI, M.; FIORENTINI, L.; TAMBA, M.; DIEGOLI, G.; PADOVANI, A. Microbiological and chemical analysis of food collected under official control in the Emilia-Romagna region of northern Italy, 2014-2019. **Journal of Food Protection**, v. 86, n. 5, art. 100080, 2023. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0362028X23067522?via%3Dihub.

SARTARELLI, N. C.; MACEDO, A. N. de; NOGUEIRA, A. R. de A.; BRONDI, S. H. G. Validação de metodologia analítica para determinação de contaminantes em carne bovina. In: **JORNADA CIENTÍFICA - EMBRAPA SÃO CARLOS**, 2., 2010, São Carlos, SP. Anais [...] São Carlos: Embrapa Instrumentação Agropecuária: Embrapa Pecuária Sudeste, 2010. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/865760.

XIE, C.; ZHOU, W. A review of recent advances for the detection of biological, chemical, and physical hazards in foodstuffs using spectral imaging techniques. **Foods**, v. 12, n. 11, art. 2266, 2023. Disponível em: https://www.mdpi.com/2304-8158/12/11/2266.

ZAMBELLI, R. A.; BRASIL, I. M. Molecular techniques for identification applied to food: a review. **International Journal of Agricultural Science and Food Technology**, v. 8, n. 3, p. 305-315, 2022. Disponível em: https://www.agriscigroup.us/articles/IJASFT-8-282.php.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71021

ISSN: 2675-813X

MICROORGANISMOS NA BIOTECNOLOGIA INDUSTRIAL: OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS FERMENTATIVOS E PRODUÇÃO DE METABÓLITOS DE ALTO VALOR

MARIA EMÍLIA DOS ANJOS LIMA; VALÉRIA CRISTINA WERNER; APOLÔNIA AGNES VILAR DE CARVALHO BULHÕES; MARIANA TOZZI RODRIGUES; ANDRESSA REBECA PINHEIRO VIANA; CAROLINNE ALVES OLIVEIRA SOUZA; ALICE CAROLINA SILVA INÁCIO DELGADO

RESUMO

A biotecnologia industrial tem se destacado como campo estratégico para a produção de compostos de alto valor por microrganismos, incluindo enzimas, metabólitos secundários e bioquímicos aplicáveis nos setores farmacêutico, químico e alimentício, atendendo à crescente demanda por processos eficientes e sustentáveis. O presente trabalho teve como objetivo explorar abordagens de otimização de processos fermentativos e produção de metabólitos de alto valor, identificando tendências, desafios e oportunidades para avanço científico e industrial. A pesquisa foi conduzida como revisão integrativa, com análise qualitativa e descritiva de estudos publicados entre 2006 e 2025 em periódicos especializados em microbiologia, biotecnologia e engenharia de bioprocessos, selecionando trabalhos que abordassem fermentação líquida, estado sólido, consórcios microbianos, modulação metabólica, controle dinâmico de processos ou uso de resíduos agroindustriais como substrato. As informações extraídas contemplaram tipo de microrganismo, processo fermentativo, produto alvo, técnicas de otimização e resultados obtidos, permitindo síntese comparativa e interpretação crítica. Os resultados indicam que a integração de engenharia metabólica, consórcios microbianos, controle dinâmico e utilização estratégica de substratos alternativos constitui a abordagem mais eficiente para aumento de produtividade, diversificação de produtos e sustentabilidade industrial. Convergências observadas incluem melhoria do rendimento e otimização de processos, enquanto divergências surgem em relação à padronização metodológica e escalabilidade. Limitações identificadas envolvem variabilidade entre protocolos, amostras reduzidas e necessidade de validação em escala industrial. Conclui-se que estratégias microbianas otimizadas oferecem soluções promissoras para produção de metabólitos de alto valor, com impacto teórico, prático e tecnológico relevante, evidenciando que avanços na integração de abordagens genéticas, operacionais e de substratos podem consolidar a biotecnologia industrial como instrumento de inovação sustentável. Pesquisas futuras devem priorizar padronização de protocolos, replicações robustas, exploração de interações microbianas e aplicação de modelagem integrada para ampliar compreensão do fenômeno e promover soluções industriais eficientes.

Palavras-chave: Otimização operacional em bioengenharia; Processos industriais sustentáveis; Tecnologia de fermentação.

1 INTRODUÇÃO

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71024

A biotecnologia industrial tem se consolidado como um campo estratégico da ciência aplicada, envolvendo a utilização de microrganismos para a produção de compostos de alto valor, incluindo enzimas, ácidos orgânicos, biocombustíveis e metabólitos secundários com ampla aplicação em setores farmacêutico, químico e alimentício (Adrio; Demain, 2006; Liu; Yu, 2025). Este enfoque integra conhecimentos de microbiologia, engenharia de processos e bioquímica, permitindo transformar recursos naturais em produtos com elevado impacto econômico e tecnológico. Nos últimos anos, o desenvolvimento de consórcios microbianos e de reguladores dinâmicos sintéticos tem impulsionado a eficiência fermentativa, promovendo maior produtividade e sustentabilidade na produção industrial (Jiang et al., 2017; Min et al., 2017). O avanço dessas tecnologias não apenas fortalece a competitividade industrial, como também oferece soluções para desafios globais relacionados à produção sustentável de biomateriais e à redução de resíduos agroindustriais (Santos et al., 2018; Sun et al., 2024).

Dentro deste contexto, o estudo concentra-se especificamente na otimização de processos fermentativos e na produção de metabólitos de alto valor utilizando microrganismos. Apesar do amplo conhecimento disponível, lacunas persistem na integração de estratégias genéticas, consórcios microbianos e controle dinâmico de processos para maximizar rendimentos e reduzir custos (Adrio; Demain, 2006; Liu; Yu, 2025). A questão central reside em como aprimorar a produtividade e a qualidade dos produtos microbianos diante das limitações de escalabilidade e variabilidade metabólica observadas em processos industriais (Muller, 2024). Essa problemática é relevante, pois a eficiência da bioprodução impacta diretamente a viabilidade econômica e ambiental das indústrias biotecnológicas, exigindo abordagens inovadoras que conciliem desempenho tecnológico e sustentabilidade (Sun et al., 2024).

A relevância deste tema é reforçada pelo crescente interesse em estratégias de engenharia metabólica e fermentação em estado sólido aplicadas a resíduos agroindustriais, que oferecem alternativas para produção de enzimas e outros metabólitos de alto valor (Santos et al., 2018; Min et al., 2017). Estudos recentes evidenciam que, embora existam avanços significativos na modificação genética de Bacillus subtilis e no desenvolvimento de consórcios microbianos, ainda há divergências quanto à padronização de processos e à escalabilidade industrial (Liu; Yu, 2025; Jiang et al., 2017). Além disso, a conversão microbiana de substratos como etanol em produtos de maior valor agrega potencial econômico, mas enfrenta desafios tecnológicos que necessitam de otimização constante (Sun et al., 2024). Assim, a investigação proposta contribui para o avanço do conhecimento ao mapear estratégias emergentes e identificar lacunas críticas que orientam futuras inovações na biotecnologia industrial.

O objetivo principal deste trabalho é explorar as abordagens atuais para otimização de processos fermentativos e produção de metabólitos de alto valor por microrganismos, com foco em técnicas de engenharia genética, consórcios microbianos e controle dinâmico de processos. Busca-se identificar soluções que aumentem a eficiência produtiva, reduzam custos operacionais e promovam sustentabilidade, oferecendo uma visão integrada das tendências mais recentes no campo. Espera-se, assim, fornecer subsídios científicos que possam orientar pesquisas futuras e aplicações práticas, fortalecendo a contribuição da biotecnologia industrial para o desenvolvimento econômico e tecnológico (Adrio; Demain, 2006; Muller, 2024; Sun et al., 2024).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa conduzida com o objetivo de explorar e sintetizar estratégias de otimização de processos fermentativos e produção de metabólitos de alto valor por microrganismos, sem a coleta de dados primários. A

investigação adotou abordagem analítico-interpretativa, com análise qualitativa e descritiva dos achados obtidos a partir de fontes secundárias confiáveis, de modo a garantir rigor científico e confiabilidade metodológica. Foram consideradas informações provenientes de publicações de relevância acadêmica, buscando interpretar criticamente diferentes abordagens teóricas e práticas sobre o tema, permitindo a identificação de tendências, lacunas e contribuições no campo da biotecnologia industrial.

Os dados analisados foram obtidos a partir de periódicos especializados, incluindo *FEMS Microbiology Reviews*, *Bioresources and Bioprocessing*, *Microbial Cell Factories*, *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, *Journal Microbiology: Current Research*, *The Journal of Engineering and Exact Sciences* e *Biotechnology for Biofuels and Bioproducts*. Complementarmente, documentos institucionais, diretrizes técnicas e literatura de referência em biotecnologia foram considerados para garantir a relevância e a abrangência do conteúdo. Critérios de inclusão contemplaram artigos publicados entre 2006 e 2025, textos completos em inglês e português, relevância temática direta com processos fermentativos e produção de metabólitos, e qualidade metodológica adequada. Foram excluídos estudos duplicados, textos opinativos sem metodologia clara e trabalhos fora do escopo definido, assegurando consistência e transparência na seleção.

A busca foi operacionalizada nas áreas de Ciências Biológicas, Ciências da Saúde e Engenharia de Bioprocessos, utilizando descritores em português e inglês relacionados aos microrganismos industriais, fermentação, otimização de processos e produção de metabólitos de alto valor, incluindo termos como “microorganismos”, “industrial fermentation”, “metabolic engineering”, “high-value metabolites” e “process optimization”. Operadores booleanos foram aplicados para refinar a busca: “AND” para combinar termos obrigatórios, “OR” para incluir sinônimos ou termos alternativos, e “NOT” para excluir resultados irrelevantes. A estratégia visou maximizar a sensibilidade, captando a maior quantidade de estudos pertinentes, e a especificidade, reduzindo ruídos e informações não pertinentes.

Após a seleção dos estudos, a leitura analítica integral dos textos foi realizada, permitindo extração sistemática de informações como tipo de estudo, métodos empregados, contexto ou população analisada, resultados principais, limitações e implicações práticas ou teóricas. Os dados foram analisados qualitativamente, utilizando abordagem temática e comparativa para identificar convergências, divergências, lacunas e tendências emergentes na biotecnologia industrial. A síntese dos achados foi estruturada de forma a assegurar coerência interpretativa, consistência interna e possibilidade de reprodução do estudo por outros pesquisadores, garantindo transparência e rigor científico em todas as etapas metodológicas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo identificou uma ampla diversidade de abordagens voltadas à utilização de microrganismos em processos fermentativos e na produção de metabólitos de alto valor. Observou-se que o campo está em contínuo desenvolvimento, com forte ênfase em engenharia metabólica, consórcios microbianos e otimização dinâmica de processos, destacando tanto avanços tecnológicos quanto desafios na escalabilidade industrial. Os principais consensos apontam para a necessidade de integração entre modificações genéticas e controle operacional, enquanto divergências surgem na escolha de microrganismos e substratos para maximizar rendimento. Tendências emergentes incluem fermentação em estado sólido utilizando resíduos agroindustriais, conversão microbiana de etanol em produtos de maior valor e uso de reguladores sintéticos dinâmicos para controle de metabolismo. A **Tabela 1** sintetiza os estudos analisados, destacando métodos empregados, tipo de microrganismo e principais resultados obtidos.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71024

Tabela 1 – Panorama dos processos fermentativos e produtos microbianos.

Processo	Microrganismo	Produto	Estratégia de Otimização
Fermentação líquida	Bacillus	Enzimas	Engenharia genética
Consórcios microbianos	Mistura bacteriana	Compostos bioquímicos	Ajuste funcional
Fermentação líquida	Bacillus subtilis	Metabólitos de alto valor	Modulação metabólica
Controle dinâmico	E. coli e Saccharomyces	Ácidos orgânicos	Reguladores sintéticos

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Os achados foram organizados em quatro categorias temáticas principais: modificação genética de microrganismos, consórcios microbianos, controle dinâmico de processos e utilização de resíduos agroindustriais como substratos. Estudos focados em engenharia metabólica apresentam convergência na demonstração de aumento de produtividade e seletividade de produtos, enquanto divergências surgem quanto à padronização das condições operacionais e escalabilidade industrial. Comparativamente, pesquisas com consórcios microbianos evidenciam resultados variáveis dependendo da composição e interação dos microrganismos, indicando necessidade de ajustes finos em parâmetros de cultivo. As inconsistências observadas reforçam a importância de abordagens integradas que combinem técnicas genéticas, controle operacional e seleção estratégica de substratos para otimização eficiente.

Os achados apresentam implicações significativas para a prática e o avanço teórico na biotecnologia industrial. A implementação de fermentações em estado sólido e o uso de resíduos agroindustriais demonstram potencial para reduzir custos e agregar valor a subprodutos. Por outro lado, o uso de reguladores sintéticos e consórcios microbianos aprimora a eficiência de produção, ampliando o conhecimento sobre interação metabólica e controle de vias bioquímicas. Esses avanços consolidam a biotecnologia industrial como um campo capaz de fornecer soluções economicamente viáveis e ecologicamente responsáveis. A **Tabela 2** apresenta uma visão comparativa das principais implicações teóricas e práticas observadas nos estudos analisados.

Tabela 2 – Implicações teóricas e aplicações práticas das estratégias microbianas.

Estratégia	Contribuição Teórica	Aplicação Prática	Relevância Industrial
Engenharia genética	Controle de vias metabólicas	Aumento de produtividade	Bioprodutos específicos
Consórcios microbianos	Interações simbióticas	Diversidade de produtos	Biorefinarias
Controle dinâmico	Regulação de metabolismo	Otimização de rendimento	Produção escalável
Fermentação em estado sólido	Metabolismo adaptativo	Redução de custos	Aproveitamento de resíduos

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

As contribuições mais relevantes identificadas incluem aumento significativo da eficiência fermentativa, desenvolvimento de técnicas inovadoras para controle metabólico e ampliação do portfólio de produtos microbianos de alto valor. Além disso, o mapeamento das diferentes estratégias revelou o impacto direto na sustentabilidade industrial, tanto na diminuição de resíduos quanto na otimização do uso de matérias-primas. Essas inovações demonstram como a integração de abordagens genéticas, operacionais e de substratos representa um avanço significativo no campo da biotecnologia industrial, abrindo oportunidades para futuras aplicações em bioenergia, farmacêutica e alimentos funcionais.

Apesar dos avanços, limitações metodológicas ainda se fazem presentes. Entre as principais, destacam-se a falta de padronização dos protocolos experimentais, amostras reduzidas, replicação limitada e ausência de dados robustos em alguns estudos. Lacunas teóricas

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71024

incluem compreensão incompleta sobre interações metabólicas em consórcios microbianos e limitações na escalabilidade de processos otimizados em laboratório. A **Tabela 3** apresenta diretrizes para futuras pesquisas, sugerindo temas emergentes e metodologias promissoras para superar essas limitações.

Tabela 3 – Limitações e direcionamentos para pesquisas futuras.

Limitação	Lacuna Teórica	Limitação Metodológica	Direcionamento Futuro
Padronização limitada	Interações microbianas	Protocolos não uniformes	Estudos comparativos padronizados
Amostras pequenas	Variação metabólica	Replicações insuficientes	Ensaios em escala piloto
Escalabilidade	Tradução laboratório-industrial	Processos não validados	Testes em escala industrial
Dados insuficientes	Efeitos combinados	Medidas quantitativas limitadas	Modelagem integrada

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Os principais achados indicam que a integração de engenharia metabólica, consórcios microbianos, controle dinâmico e utilização de resíduos agroindustriais constitui a estratégia mais promissora para otimização de processos fermentativos e produção de metabólitos de alto valor. A interpretação científica evidencia que, embora avanços consideráveis tenham sido alcançados, há necessidade contínua de padronização metodológica, replicação robusta e avaliação em escala industrial. Os resultados apontam para um cenário de inovação sustentável, no qual práticas otimizadas podem gerar benefícios econômicos, sociais e ambientais, consolidando a relevância da biotecnologia industrial no desenvolvimento de produtos microbianos estratégicos.

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo explorar as estratégias de otimização de processos fermentativos e produção de metabólitos de alto valor por microrganismos. Os principais achados evidenciam que a integração de engenharia metabólica, consórcios microbianos, controle dinâmico de processos e utilização de resíduos agroindustriais constitui a abordagem mais promissora para maximizar rendimento e eficiência produtiva. Observou-se consistência na demonstração do impacto positivo das modificações genéticas e do controle operacional sobre a produtividade microbiana, assim como convergência na relevância do aproveitamento sustentável de substratos, destacando contribuições significativas para o avanço da biotecnologia industrial.

Apesar desses avanços, limitações foram identificadas, incluindo heterogeneidade metodológica entre os estudos, variabilidade nos protocolos experimentais, amostras reduzidas e ausência de replicações em larga escala. Além disso, lacunas conceituais permanecem na compreensão das interações metabólicas em consórcios microbianos e na tradução dos processos otimizados em laboratório para aplicações industriais. A escassez de estudos recentes sobre determinadas técnicas emergentes também restringe a generalização de algumas conclusões, reforçando a necessidade de pesquisas complementares com rigor metodológico.

As implicações derivadas desses achados abrangem os âmbitos teórico, prático e tecnológico. Teoricamente, os resultados ampliam a compreensão sobre a relação entre engenharia metabólica, regulação dinâmica e produtividade microbiana. Na prática, destacam estratégias capazes de reduzir custos, aumentar eficiência e gerar produtos de alto valor agregado. Tecnicamente, as abordagens apontam para a possibilidade de escalabilidade industrial e desenvolvimento de processos sustentáveis, incluindo o uso de resíduos

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71024

agroindustriais e a conversão de substratos em compostos valiosos, reforçando a aplicabilidade do conhecimento em contextos econômicos e ambientais estratégicos.

Para pesquisas futuras, sugere-se o desenvolvimento de estudos com protocolos padronizados, replicações robustas e experimentações em escala piloto ou industrial. Aprofundar o entendimento das interações em consórcios microbianos, explorar novas metodologias de controle dinâmico e avaliar o impacto de diferentes substratos e condições operacionais pode ampliar a compreensão do fenômeno e consolidar soluções mais eficientes. A integração de modelagem computacional e técnicas de bioprocessos inovadoras também representa caminho promissor para avançar na produção sustentável de metabólitos de alto valor, consolidando a relevância científica e tecnológica da biotecnologia industrial.

REFERÊNCIAS

ADRIO, J. L.; DEMAIN, A. L. Genetic improvement of processes yielding microbial products. FEMS Microbiology Reviews, v. 30, n. 2, p. 187-214, 2006. Disponível em: https://academic.oup.com/femsre/article/30/2/187/2367384.

JIANG, L.-L.; ZHOU, J.-J.; QUAN, C.-S.; XIU, Z.-L. Advances in industrial microbiome based on microbial consortium for biorefinery. Bioresources and Bioprocessing,v. 4, art. 11, 2017. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s40643-017-0141-0.

LIU, Z.-Y.; YU, X.-Z. Engineering Bacillus subtilis for high-value bioproduction: recent advances and applications. Microbial Cell Factories, v. 24, art. 182, 2025. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s12934-025-02818-6.

MIN, B. E.; HWANG, H. G.; LIM, H. G.; JUNG, G. Y. Optimization of industrial microorganisms: recent advances in synthetic dynamic regulators. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, v. 44, n. 1, p. 89-98, 2017. Disponível em: https://academic.oup.com/jimb/article/44/1/89/5995721.

MULLER, K. Optimization of fermentation processes for industrial enzyme production. Journal Microbiology: Current Research, v. 8, n. 2, art. 196, 2024. Disponível em: https://www.alliedacademies.org/articles/optimization-of-fermentation-processes-for-industrial-enzyme-production-28692.html.

SANTOS, P. S. dos; SOLIDADE, L. S.; SOUZA, J. G. B.; SAMPAIO, G.; BRAGA JR, A. C. R.; ASSIS, F. G. do V. de; LEAL, P. L. Fermentação em estado sólido em resíduos agroindustriais para a produção de enzimas: uma revisão sistemática. The Journal of Engineering and Exact Sciences, v. 4, n. 2, p. 181-188, 2018. Disponível em: https://periodicos.ufv.br/jcec/article/view/2489.

SUN, M.; GAO, A. X.; LIU, X.; BAI, Z.; WANG, P.; LEDESMA-AMARO, R. Microbial conversion of ethanol to high-value products: progress and challenges. Biotechnology for Biofuels and Bioproducts, v. 17, art. 115, 2024. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s13068-024-02546-w.

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

APLICAÇÕES DA ANATOMIA COMPARADA NA EVOLUÇÃO MORFOFUNCIONAL DE SISTEMAS LOCOMOTORES EM MAMÍFEROS

HYAGO LUZ ANDRADE CORRÊA; CLARISSA THOMAZELLI BELARMINO BRAGA; ROBERTA LEHANE DIAS DE SOUZA; GABRIELA DORNFELD DE ALMEIDA DOS REIS; ELANY ALLANA NUNES MACIEL; CAMILA TELES FERNANDES; CRISTIANO PATRÍCIO ROCHA

RESUMO

A anatomia comparada constitui um eixo central para a compreensão da diversidade morfológica e funcional dos mamíferos, especialmente no que se refere aos sistemas locomotores e às adaptações evolutivas associadas ao deslocamento em diferentes ambientes. A relação entre forma, função e desempenho locomotor tem sido amplamente explorada, revelando que modificações na coluna vertebral, na pelve e nos membros refletem respostas adaptativas a pressões ecológicas e comportamentais específicas. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar as aplicações da anatomia comparada na compreensão da evolução morfofuncional dos sistemas locomotores em mamíferos, destacando padrões estruturais recorrentes, tendências metodológicas e implicações evolutivas. A metodologia adotada consistiu em uma revisão bibliográfica de caráter narrativo, qualitativo e analítico-interpretativo, baseada exclusivamente em fontes secundárias provenientes de periódicos científicos consolidados e obras acadêmicas de referência na área das Ciências Biológicas. A seleção dos estudos considerou critérios de pertinência temática, qualidade metodológica, acesso ao texto completo e abrangência temporal, permitindo a síntese de abordagens clássicas e contemporâneas. Os resultados indicam convergência quanto à associação entre variações morfológicas específicas e estratégias locomotoras distintas, evidenciando a importância da coluna lombar na estabilidade e flexibilidade do movimento, bem como o papel da morfologia dos membros anteriores e posteriores no desempenho locomotor e na ocupação de nichos ecológicos. Observou-se também o fortalecimento de abordagens quantitativas, especialmente a morfometria geométrica tridimensional, como tendência dominante na investigação da evolução locomotora. Apesar dos avanços, persistem limitações relacionadas à heterogeneidade metodológica, à concentração taxonômica dos estudos e à escassez de análises integrativas em larga escala. Conclui-se que a anatomia comparada se mostra essencial para elucidar a evolução morfofuncional dos sistemas locomotores em mamíferos, contribuindo para uma compreensão mais sistêmica das adaptações evolutivas. O trabalho reforça a necessidade de abordagens integradas e metodologicamente padronizadas, capazes de ampliar o entendimento sobre a diversidade locomotora e orientar futuras investigações no campo da biologia evolutiva.

Palavras-chave: Complexos músculo-esqueléticos; Relação morfologia-ecologia; Evolução dos vertebrados.

1 INTRODUÇÃO

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71027

A anatomia comparada constitui um campo fundamental das ciências biológicas ao investigar semelhanças e diferenças estruturais entre organismos, permitindo compreender padrões evolutivos associados à forma e à função. No contexto dos mamíferos, a análise comparativa dos sistemas locomotores revela como modificações morfológicas em ossos, articulações e musculatura estão diretamente relacionadas às exigências ecológicas e comportamentais impostas ao longo da evolução. Estudos clássicos e contemporâneos demonstram que a organização da coluna vertebral, da pelve e dos membros influencia diretamente estratégias locomotoras como corrida, escalada, escavação e salto, evidenciando a integração entre forma, desempenho biomecânico e adaptação evolutiva (Boszczyk; Boszczyk; Putz, 2001; Álvarez; Ercoli; Prevosti, 2013). Avanços metodológicos, especialmente o uso da morfometria geométrica tridimensional, têm ampliado a precisão das análises morfofuncionais, permitindo identificar tendências macroevolutivas e especializações locomotoras com maior robustez analítica (Martín-Serra; Figueirido; Palmqvist, 2014a; Kilbourne; Hutchinson, 2019). Essas abordagens reforçam o impacto do tema no meio científico, ao integrar anatomia, evolução e biomecânica na interpretação da diversidade morfológica dos mamíferos.

Dentro desse panorama amplo, destaca-se a relação entre a anatomia comparada e a evolução morfofuncional dos sistemas locomotores, com ênfase nas adaptações estruturais dos membros e da coluna vertebral em diferentes grupos de mamíferos. Embora haja descrições detalhadas de elementos isolados, como vértebras lombares, membros anteriores e posteriores, ainda persistem desafios na compreensão integrada de como essas estruturas evoluem de forma coordenada em resposta às pressões seletivas associadas ao tipo de locomoção (Boszczyk; Boszczyk; Putz, 2001; Martín-Serra; Figueirido; Palmqvist, 2014b). A questão central reside em compreender de que maneira variações morfológicas específicas refletem transições funcionais e ecológicas ao longo da história evolutiva dos mamíferos, especialmente quando comparados táxons com hábitos locomotores contrastantes. Essa problemática permanece relevante diante das divergências interpretativas quanto ao peso relativo de fatores filogenéticos e funcionais na modelagem das estruturas locomotoras (Álvarez; Ercoli; Prevosti, 2013; Kilbourne; Hutchinson, 2019).

A relevância do tema se sustenta no fato de que investigações recentes têm demonstrado padrões complexos de especialização locomotora, nos quais adaptações ósseas e musculares não ocorrem de forma isolada, mas como parte de um sistema integrado. Trabalhos envolvendo carnívoros evidenciam que alterações tridimensionais nos membros anteriores e posteriores estão diretamente associadas ao desempenho locomotor e ao nicho ecológico ocupado por cada espécie (Martín-Serra; Figueirido; Palmqvist, 2014a; Martín-Serra; Figueirido; Palmqvist, 2014b). De modo semelhante, análises em mustelídeos e grandes felinos apontam que a diversidade morfológica dos ossos longos e da pelve reflete trajetórias evolutivas distintas, ainda não plenamente sintetizadas em uma abordagem comparativa abrangente (Kilbourne; Hutchinson, 2019; Naidoo; Iqbal, 2024). Além disso, materiais de referência em anatomia comparada reforçam a necessidade de integrar descrições anatômicas clássicas a abordagens quantitativas modernas, ampliando a compreensão das relações entre estrutura e função (Klaczko et al., 2019).

Diante desse contexto, o objetivo geral deste trabalho é analisar as aplicações da anatomia comparada na compreensão da evolução morfofuncional dos sistemas locomotores em mamíferos, com foco nas adaptações estruturais da coluna vertebral, da pelve e dos membros. Busca-se reunir e articular diferentes abordagens que exploram a relação entre morfologia, desempenho biomecânico e estratégias locomotoras, destacando convergências e divergências interpretativas presentes na produção científica. Espera-se que essa síntese contribua para uma visão integrada do papel da anatomia comparada na elucidação dos processos evolutivos que moldaram a diversidade locomotora dos mamíferos, fortalecendo o diálogo entre estudos anatômicos, funcionais e evolutivos.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71027

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de natureza narrativa, com abordagem qualitativa, descritiva e analítico-interpretativa, conduzida com a finalidade de compreender e integrar diferentes perspectivas sobre as aplicações da anatomia comparada na evolução morfofuncional dos sistemas locomotores em mamíferos. A opção por esse tipo de revisão deve-se à necessidade de discutir conceitos, abordagens metodológicas e interpretações evolutivas sem a adoção de um protocolo rígido de revisão sistemática, permitindo maior aprofundamento teórico e interpretativo. Não houve coleta de dados primários, uma vez que o estudo se baseou exclusivamente em fontes secundárias já publicadas, respeitando critérios de rigor científico compatíveis com investigações bibliográficas, tais como clareza metodológica, consistência conceitual e relevância acadêmica das obras selecionadas.

As fontes analisadas foram obtidas a partir de periódicos científicos consolidados na área das Ciências Biológicas, especificamente Zoology, The Anatomical Record, BMC Evolutionary Biology, PLoS ONE e Biology Open, além de obra acadêmica de referência em anatomia comparada publicada por instituição universitária. A seleção contemplou artigos científicos e material técnico-científico diretamente relacionados à anatomia comparada, morfologia funcional, biomecânica e evolução locomotora de mamíferos, assegurando coerência temática e aprofundamento conceitual. Foram incluídos estudos com texto completo disponível, publicados em língua inglesa ou portuguesa, com recorte temporal prioritariamente concentrado nos últimos vinte e cinco anos, de modo a abranger tanto contribuições clássicas quanto avanços metodológicos recentes. Foram excluídos trabalhos duplicados, estudos fora do escopo temático, textos de caráter opinativo, publicações sem metodologia claramente descrita ou com baixo rigor científico.

A busca bibliográfica foi operacionalizada a partir de áreas centrais das Ciências Biológicas, com ênfase em anatomia comparada, morfologia evolutiva, zoologia, biomecânica e evolução. Os descritores utilizados incluíram, em português e inglês, termos como: anatomia comparada, evolução morfofuncional, sistemas locomotores, mamíferos, morfologia locomotora, coluna vertebral, membros anteriores, membros posteriores, biomecânica, evolução, morfometria geométrica, carnivora, mustelidae e hindlimb morphology, evitando repetições. Esses termos foram combinados por meio de operadores booleanos, em que “AND” foi empregado para restringir a busca à interseção entre conceitos, “OR” para ampliar a recuperação de estudos com sinônimos ou termos correlatos e “NOT” para excluir resultados fora do escopo. A estratégia de combinação visou maximizar a sensibilidade da busca, captando estudos relevantes, ao mesmo tempo em que aumentou a especificidade, reduzindo a inclusão de materiais não pertinentes.

Após a seleção, os estudos foram analisados por meio de leitura analítica integral, não se restringindo aos resumos. Procedeu-se à extração sistemática de informações como tipo de abordagem metodológica, estruturas anatômicas analisadas, grupos taxonômicos contemplados, estratégias locomotoras associadas, principais resultados, limitações apontadas e implicações evolutivas e funcionais. A análise adotada foi de caráter qualitativo e comparativo, permitindo a identificação de convergências e divergências interpretativas, bem como lacunas de conhecimento e tendências emergentes no campo da anatomia comparada aplicada à locomoção. A síntese dos achados foi organizada de forma coerente e integrada, assegurando consistência interna, clareza interpretativa e potencial de reprodutibilidade do procedimento metodológico descrito.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71027

Os achados indicam que a anatomia comparada aplicada aos sistemas locomotores em mamíferos constitui um campo robusto, porém dinâmico, marcado pela convergência entre morfologia, biomecânica e evolução. Predomina o entendimento de que variações estruturais na coluna vertebral, pelve e membros refletem adaptações funcionais diretamente associadas aos modos de locomoção e às exigências ecológicas (Boszczyk; Boszczyk; Putz, 2001; Álvarez; Ercoli; Prevosti, 2013). Observa-se um amadurecimento metodológico, impulsionado sobretudo pela morfometria geométrica tridimensional, que tem permitido análises mais refinadas da forma e do desempenho locomotor, especialmente em carnívoros e outros mamíferos de médio e grande porte (Martín-Serra; Figueirido; Palmqvist, 2014a; 2014b). Tendências recentes incluem a integração entre dados morfológicos e inferências funcionais em nível macroevolutivo, ampliando a capacidade explicativa sobre convergência adaptativa e especializações locomotoras (Kilbourne; Hutchinson, 2019; Naidoo; Iqbal, 2024). A diversidade de enfoques e resultados recorrentes é sintetizada na **Tabela 1**.

Tabela 1 – Panorama comparativo dos achados sobre anatomia comparada e locomoção em mamíferos.

Eixo de análise	Estruturas foco	Abordagem predominante	Síntese funcional
Coluna e pelve	Vértebras lombares e pelve	Anatomia funcional	Estabilidade e eficiência locomotora
Membro anterior	Ossos longos e articulações	Morfometria 3D	Desempenho e uso do habitat
Membro posterior	Pelve e membros distais	Morfometria geométrica	Propulsão e velocidade
Sistema integrado	Esqueleto e musculatura	Abordagem comparativa	Adaptação ecológica

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

A organização dos resultados permite o agrupamento dos estudos em três grandes eixos interpretativos: estruturas axiais, apendiculares e integração sistêmica. No primeiro eixo, há convergência quanto ao papel da coluna lombar na absorção de cargas e na flexibilidade locomotora, embora existam divergências sobre a extensão da influência filogenética nessas adaptações (Boszczyk; Boszczyk; Putz, 2001; Álvarez; Ercoli; Prevosti, 2013). No segundo eixo, análises tridimensionais dos membros anteriores e posteriores apontam forte associação entre forma óssea e comportamento locomotor, ainda que diferenças metodológicas resultem em interpretações contrastantes sobre convergência funcional (Martín-Serra; Figueirido; Palmqvist, 2014a; 2014b). Já o eixo integrativo evidencia inconsistências entre abordagens que privilegiam restrições biomecânicas e aquelas que enfatizam plasticidade evolutiva, indicando a necessidade de modelos interpretativos mais abrangentes (Kilbourne; Hutchinson, 2019; Naidoo; Iqbal, 2024).

As implicações dos achados são relevantes tanto no plano teórico quanto metodológico, ao reforçarem a anatomia comparada como ferramenta central para interpretar a diversidade locomotora. A incorporação de análises tridimensionais e de parâmetros biomecânicos representa um avanço significativo, ao permitir inferências mais precisas sobre desempenho e adaptação funcional. Esses progressos ampliam a compreensão das relações entre forma, função e ecologia, com impacto direto em áreas como zoologia, evolução e biomecânica aplicada. A **Tabela 2** sintetiza as principais implicações identificadas, evidenciando convergências conceituais e contrastes interpretativos.

Tabela 2 – Implicações teóricas e funcionais da evolução locomotora em mamíferos.

Dimensão	Contribuição central	Impacto científico	Limite interpretativo
Teórica	Integração forma–função	Explicação evolutiva	Peso da filogenia
Metodológica	Morfometria 3D	Maior precisão	Falta de padronização
Funcional	Relação com nicho	Predição locomotora	Generalização limitada
Evolutiva	Convergência adaptativa	Síntese macroevolutiva	Escala taxonômica

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71027

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Entre as contribuições mais relevantes, destaca-se a consolidação de abordagens quantitativas capazes de superar descrições anatômicas estritamente qualitativas. A integração entre dados morfológicos e desempenho locomotor tem ampliado a compreensão das trajetórias adaptativas dos mamíferos, evidenciando como especializações estruturais emergem em resposta a pressões ecológicas específicas (Martín-Serra; Figueirido; Palmqvist, 2014a; Kilbourne; Hutchinson, 2019). Além disso, a articulação entre materiais anatômicos de referência e análises funcionais favorece interpretações mais sistêmicas dos sistemas locomotores, fortalecendo o diálogo entre anatomia clássica e abordagens evolutivas contemporâneas (Klaczko et al., 2019; Naidoo; Iqbal, 2024).

Apesar dos avanços, persistem limitações importantes na produção científica analisada, como a heterogeneidade metodológica, a concentração de amostras em poucos clados e a escassez de abordagens comparativas amplas. A predominância de estudos com carnívoros restringe inferências mais gerais sobre a diversidade locomotora dos mamíferos, enquanto a ausência de padronização dificulta comparações diretas entre resultados (Álvarez; Ercoli; Prevosti, 2013; Kilbourne; Hutchinson, 2019). A **Tabela 3** sintetiza essas limitações e apresenta direcionamentos para investigações futuras, apontando caminhos metodológicos e teóricos promissores.

Tabela 3 – Limitações identificadas e diretrizes para avanços futuros.

Limitação	Consequência	Direcionamento	Avanço esperado
Amostras restritas	Viés taxonômico	Ampliação de clados	Generalização evolutiva
Métodos diversos	Baixa comparabilidade	Padronização analítica	Robustez dos achados
Escala reduzida	Inferências parciais	Abordagens macroevolutivas	Síntese integrativa
Integração limitada	Modelos incompletos	Análises multifatoriais	Visão sistêmica

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

De forma integrada, os resultados reforçam que a anatomia comparada é essencial para compreender a evolução morfofuncional dos sistemas locomotores em mamíferos. A convergência entre os estudos confirma a estreita relação entre estrutura, função e ecologia, enquanto as divergências evidenciam a complexidade dos processos evolutivos envolvidos. A interpretação científica desses achados aponta para a necessidade de abordagens cada vez mais integrativas, capazes de articular dados anatômicos, biomecânicos e evolutivos, ampliando a compreensão sobre a diversidade locomotora dos mamíferos e orientando investigações futuras com maior consistência teórica e metodológica.

4 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo analisar as aplicações da anatomia comparada na compreensão da evolução morfofuncional dos sistemas locomotores em mamíferos, com ênfase nas adaptações estruturais da coluna vertebral, da pelve e dos membros. A síntese dos achados evidencia padrões consistentes que associam variações morfológicas específicas a diferentes estratégias locomotoras, demonstrando que forma, função e ecologia constituem um sistema integrado moldado por pressões evolutivas. Destacam-se, de modo recorrente, a relação entre a arquitetura da coluna lombar e a eficiência mecânica do deslocamento, bem como a influência da morfologia dos membros anteriores e posteriores no desempenho locomotor e na ocupação de nichos ecológicos distintos.

A integração dos estudos permitiu avançar na compreensão dos processos evolutivos que sustentam a diversidade locomotora dos mamíferos, ao evidenciar tanto convergências

adaptativas quanto trajetórias morfofuncionais divergentes. Abordagens quantitativas, especialmente aquelas baseadas em morfometria geométrica tridimensional, emergem como ferramentas centrais para interpretar a complexidade estrutural dos sistemas locomotores, superando descrições anatômicas isoladas e favorecendo inferências mais robustas sobre desempenho biomecânico e adaptação evolutiva. Essas contribuições reforçam o papel da anatomia comparada como elo entre anatomia clássica, biomecânica e evolução.

Apesar dos avanços identificados, algumas limitações se mostram relevantes. Observa-se heterogeneidade metodológica entre os estudos, concentração de investigações em determinados grupos taxonômicos e escassez de análises comparativas abrangentes que integrem múltiplos clados de mamíferos. Também se identificam lacunas conceituais relacionadas à integração simultânea de fatores filogenéticos, ecológicos e ontogenéticos, além de restrições decorrentes do acesso desigual a amostras representativas e dados tridimensionais padronizados. Essas limitações impõem cautela na generalização de alguns padrões evolutivos e reforçam a necessidade de maior uniformidade analítica.

As implicações dos achados são relevantes para o avanço teórico e aplicado das ciências biológicas, ao fornecer subsídios para interpretações mais precisas sobre a evolução da locomoção, a adaptação ao ambiente e a diversidade morfológica dos mamíferos. Os resultados também oferecem potencial de aplicação em áreas como paleontologia funcional, biomecânica comparada e ensino de anatomia, ao integrar evidências estruturais e funcionais em uma perspectiva evolutiva coerente.

Como perspectivas futuras, recomenda-se a ampliação do escopo taxonômico, a adoção de protocolos metodológicos mais padronizados e a integração de abordagens multifatoriais que considerem, de forma simultânea, morfologia, filogenia, ecologia e desempenho funcional. Investigações que incorporem novas tecnologias de imageamento e modelagem tridimensional, aliadas a análises comparativas em larga escala, tendem a aprofundar o entendimento da evolução morfofuncional dos sistemas locomotores e a fortalecer o papel da anatomia comparada como ferramenta interpretativa central na biologia evolutiva.

REFERÊNCIAS

ÁLVAREZ, A.; ERCOLI, M. D.; PREVOSTI, F. J. Locomotion in some small to medium-sized mammals: a geometric morphometric analysis of the penultimate lumbar vertebra, pelvis and hindlimbs. **Zoology**, v. 116, n. 6, p. 356-371, 2013. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0944200613000810?via%3Dihub.

BOSZCZYK, B. M.; BOSZCZYK, A. A.; PUTZ, R. Comparative and functional anatomy of the mammalian lumbar spine. The **Anatomical Record**, v. 264, n. 2, p. 157-168, 2001. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/ar.1156.

KILBOURNE, B. M.; HUTCHINSON, J. R. Morphological diversification of biomechanical traits: mustelid locomotor specializations and the macroevolution of long bone cross-sectional morphology. **BMC Evolutionary Biology**, v. 19, art. 37, 2019. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s12862-019-1349-8.

KLACZKO, J.; FERREIRA, A. C. M.; FALCÃO, A. L.; DILLENBURG, G.; OLIVEIRA, I. F. de; WANDERLEY, P. S.; QUEIROZ, P. P. S. de; COELHO, W.; SLOBODIAN, V.; SEBBEN, A. *Atlas fotográfico de anatomia comparada de vertebrados: sistemas esquelético e muscular*. Brasília: Universidade de Brasília, 2019. 329 p. Disponível em: http://repositorio.unb.br/handle/10482/35461.

MARTÍN-SERRA, A.; FIGUEIRIDO, B.; PALMQVIST, P. A three-dimensional analysis of morphological evolution and locomotor performance of the carnivoran forelimb. **PLoS ONE**, v. 9, n. 1, art. e85574, 2014. Disponível em: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0085574.

MARTÍN-SERRA, A.; FIGUEIRIDO, B.; PALMQVIST, P. A three-dimensional analysis of the morphological evolution and locomotor behaviour of the carnivoran hind limb. **BMC Evolutionary Biology**, v. 14, art. 129, 2014. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/1471-2148-14-129.

NAIDOO, R.; IQBAL, S. The relationship between locomotion and hindlimb morphology in the leopard (Panthera pardus) using a geometric morphometric approach. **Biology Open**, v. 13, n. 12, art. bio061823, 2024. Disponível em: https://journals.biologists.com/bio/article/13/12/bio061823/364860/The-relationship-between-locomotion-and-hindlimb.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71027

MECANISMOS DE RESISTÊNCIA ANTIBIÓTICA EM BACTÉRIAS PATOGÊNICAS DE IMPORTÂNCIA CLÍNICA E VETERINÁRIA

TARCÍLIA GOMES DOS SANTOS; LARA GABRIELLY SOARES E SILVA; NICOLLE BACKMANN DAMASO SILVA; FLÁVIA TATIANE NÓBREGA DE MIRANDA; BRENDA RAPHAELA CARVALHO DE BRITO; MARIA EDUARDA BONI KIST; LAURA DE PAULO AMARAL

RESUMO

A resistência antibiótica em bactérias patogênicas representa um desafio crescente para a saúde humana e veterinária, comprometendo a eficácia de tratamentos tradicionais e aumentando a disseminação de infecções multirresistentes. Este trabalho teve como objetivo analisar os principais mecanismos de resistência em patógenos de relevância clínica e veterinária, destacando suas bases genéticas, bioquímicas e fisiológicas, bem como as implicações para a prática e para o avanço científico. Para tanto, foi conduzida uma revisão integrativa de literatura, utilizando como fontes periódicos científicos especializados e documentos técnicos relevantes, selecionados de acordo com critérios de pertinência temática, período recente, acesso integral e qualidade metodológica. A busca foi operacionalizada por meio de descritores em português e inglês, combinados com operadores booleanos para maximizar a sensibilidade e a especificidade da seleção, e todos os textos foram lidos integralmente, com extração sistemática de informações sobre tipo de estudo, metodologia, espécies bacterianas, mecanismos de resistência identificados e contextos clínicos e veterinários. Os resultados revelam que mecanismos como modificação de alvos, produção de enzimas degradativas, bombas de efluxo e formação de biofilmes são predominantes, destacando-se a contribuição de beta-lactamases e biofilmes na persistência bacteriana. Convergências e divergências nos estudos indicam tanto padrões consistentes quanto lacunas na compreensão de interações complexas entre genes de resistência e fatores ambientais. As implicações desses achados incluem a necessidade de estratégias de manejo integradas, protocolos de monitoramento contínuo e desenvolvimento de terapias inovadoras, com relevância teórica e prática para a microbiologia aplicada, saúde pública e medicina veterinária. Apesar dos avanços identificados, limitações como heterogeneidade metodológica, escassez de dados recentes e lacunas conceituais sugerem caminhos para pesquisas futuras, incluindo estudos longitudinais, padronização de protocolos experimentais e abordagens genômicas avançadas. A investigação contribui para consolidar o conhecimento sobre mecanismos de resistência, oferecendo subsídios para estratégias mais eficazes no combate a patógenos multirresistentes e fortalecendo a integração entre ciência aplicada e saúde.

Palavras-chave: Transferência horizontal de genes; Prevenção de falhas terapêuticas; Interação hospedeiro-patógeno.

1 INTRODUÇÃO

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71033

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

A resistência antibiótica em bactérias patogênicas é um fenômeno biológico complexo que envolve a capacidade desses microrganismos de sobreviverem à exposição a agentes antimicrobianos, reduzindo a eficácia terapêutica tradicionalmente utilizada na medicina clínica e veterinária (Caneschi et al., 2023; Urban-Chmiel et al., 2022). Esse mecanismo adapta-se a diferentes ambientes e espécies bacterianas, representando uma ameaça significativa à saúde pública e à segurança alimentar, ao comprometer tratamentos, aumentar custos hospitalares e potencializar a disseminação de infecções de difícil manejo (Silva et al., 2013; Kraisch et al., 2025). Nos últimos anos, novas abordagens terapêuticas e estudos sobre biofilmes e resistência genética têm ampliado a compreensão dos processos envolvidos, evidenciando tendências inovadoras, como terapias combinadas e estratégias antivirulência que visam mitigar a seleção de cepas resistentes (Fernández-Billón et al., 2023; Elshobary et al., 2025). O impacto potencial desse tema é amplo, afetando desde decisões clínicas até políticas de uso racional de antibióticos em ambientes veterinários e hospitalares, ressaltando a necessidade de estratégias integradas de prevenção e monitoramento.

Dentro desse contexto, o foco específico desta investigação recai sobre os mecanismos de resistência bacteriana de relevância clínica e veterinária, especialmente aqueles associados a patógenos que apresentam impacto significativo na saúde humana e animal (Nasrollahian et al., 2024; Silva et al., 2013). Apesar do avanço nos estudos sobre resistência antimicrobiana, lacunas persistem quanto à compreensão detalhada de interações entre genes de resistência, biofilmes e ambientes hospitalares e agropecuários, bem como a disseminação de resistência multirresistente (Kraisch et al., 2025; Fernández-Billón et al., 2023). A questão central que orienta o presente trabalho é: quais são os principais mecanismos de resistência em bactérias patogênicas que comprometem a eficácia dos antibióticos e como eles se manifestam nos contextos clínico e veterinário? A investigação se justifica pela necessidade de consolidar e correlacionar informações dispersas sobre esses mecanismos, com vistas à promoção de estratégias de manejo mais eficazes.

A relevância do estudo se evidencia na crescente preocupação global com a emergência e disseminação de bactérias multirresistentes, que representam um desafio para a saúde humana e animal e exigem respostas rápidas e fundamentadas (Elshobary et al., 2025; Urban-Chmiel et al., 2022). Estudos prévios têm demonstrado a diversidade de mecanismos bioquímicos e genéticos que conferem resistência, incluindo modificação de alvos, bombeamento ativo de fármacos e degradação enzimática de antibióticos, além da influência de biofilmes na persistência bacteriana (Fernández-Billón et al., 2023; Nasrollahian et al., 2024; Kraisch et al., 2025). Entretanto, divergências permanecem quanto à integração desses mecanismos em diferentes contextos clínicos e veterinários, indicando lacunas que demandam investigação detalhada (Silva et al., 2013; Caneschi et al., 2023). O presente trabalho contribui ao reunir essas informações de maneira sistematizada, oferecendo uma base científica atualizada que pode subsidiar decisões terapêuticas e políticas de controle de resistência.

O objetivo geral deste estudo é analisar os mecanismos de resistência antibiótica em bactérias patogênicas de importância clínica e veterinária, destacando suas bases genéticas, bioquímicas e fisiológicas, bem como os impactos associados à persistência e disseminação desses microrganismos (Caneschi et al., 2023; Urban-Chmiel et al., 2022; Fernández-Billón et al., 2023). Busca-se identificar, correlacionar e interpretar diferentes estratégias bacterianas de evasão terapêutica, fornecendo uma visão integrada que esclareça questões ainda pendentes sobre resistência antimicrobiana. Espera-se que os resultados desta investigação ofereçam subsídios para aprimorar protocolos clínicos, orientar práticas de manejo veterinário e contribuir para o avanço do conhecimento na área de microbiologia aplicada e saúde pública.

2 MATERIAL E MÉTODOS

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71033

O presente trabalho constitui uma revisão integrativa de literatura, conduzida com o objetivo de analisar os mecanismos de resistência antibiótica em bactérias patogênicas de relevância clínica e veterinária, sem a coleta de dados primários. A investigação foi realizada de forma qualitativa e analítico-interpretativa, permitindo a síntese crítica e comparativa de informações oriundas de diferentes estudos e abordagens teóricas. Todas as etapas metodológicas foram planejadas de acordo com critérios de rigor científico, garantindo a confiabilidade dos achados e a possibilidade de reprodução do procedimento por outros pesquisadores, com base exclusivamente em fontes secundárias obtidas em periódicos e documentos técnicos reconhecidos na área de Ciências Biológicas e Ciências da Saúde.

Os dados analisados foram obtidos a partir de periódicos especializados, incluindo *Antibiotics*, *Pharmaceuticals*, *Frontiers in Cellular and Infection Microbiology*, *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, *Biolfilm* e *Revista de Geopolítica*, além de documentos institucionais e literatura técnica relevante, selecionados em função de sua pertinência temática, acesso integral, idioma (português e inglês), período de publicação recente (2013–2025) e qualidade metodológica. Foram excluídos trabalhos que não apresentavam métodos claros, revisões opinativas ou que não abordavam diretamente os mecanismos de resistência antibiótica em patógenos clínicos ou veterinários, garantindo consistência e foco na análise.

A busca foi operacionalizada de forma estruturada, abrangendo as áreas de Microbiologia, Medicina Veterinária, Saúde Pública e Ciências Biológicas, utilizando descritores em português e inglês, incluindo: “resistência antibiótica”, “antimicrobial resistance”, “bactérias patogênicas”, “Pseudomonas aeruginosa”, “Escherichia coli”, “biofilmes bacterianos”, “multidrug-resistant pathogens” e “veterinary medicine”, combinados com os operadores booleanos “AND” e “OR” para otimizar sensibilidade e especificidade da pesquisa. Essa estratégia permitiu recuperar estudos que abordassem integralmente os mecanismos de resistência, minimizando duplicidades e ruídos, assegurando abrangência e relevância científica.

Após a seleção dos estudos, os textos foram lidos integralmente, e informações relevantes foram extraídas de forma sistemática, incluindo: tipo de estudo, métodos empregados, agentes bacterianos investigados, mecanismos de resistência identificados, contexto clínico ou veterinário, resultados principais, limitações e implicações práticas. A análise foi realizada de forma qualitativa e temática, permitindo a identificação de convergências, divergências, lacunas no conhecimento e tendências emergentes sobre resistência antibiótica. O procedimento assegurou coerência interpretativa e consistência interna, possibilitando que outros pesquisadores reproduzam a revisão e corroborando a robustez científica dos resultados apresentados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos mecanismos de resistência antibiótica em bactérias patogênicas revela uma diversidade de estratégias adaptativas, destacando-se modificações de alvos enzimáticos, bombas de efluxo, degradação enzimática de fármacos e formação de biofilmes, que contribuem para a persistência bacteriana em ambientes clínicos e veterinários (Caneschi et al., 2023; Fernández-Billón et al., 2023). O campo apresenta um desenvolvimento crescente, com debates sobre a integração entre resistência genética e fatores ambientais, e consensos quanto à relevância de cepas multirresistentes como ameaça à saúde pública e animal (Elshobary et al., 2025; Nasrollahian et al., 2024). Tendências emergentes incluem terapias combinadas, agentes antivirulência e monitoramento molecular de genes de resistência, sendo aproximadamente metade dos estudos recentes focados em Pseudomonas aeruginosa e Escherichia coli como

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71033

modelos centrais (Urban-Chmiel et al., 2022; Silva et al., 2013). A **Tabela 1** sintetiza os principais estudos analisados, destacando metodologia, amostras e achados centrais, facilitando a compreensão panorâmica das abordagens.

Tabela 1 – Síntese dos principais estudos sobre mecanismos de resistência antibiótica.

Estudo	Tipo de Bactéria	Metodologia	Principais Achados
1	Pseudomonas aeruginosa	Análise molecular	Bombas de efluxo e biofilme
2	Escherichia coli	Cultivo in vitro	Resistência a múltiplos fármacos
3	Enterobacter spp.	Testes de sensibilidade	Enzimas beta-lactamase
4	Staphylococcus aureus	Biofilmes e genes de resistência	Resistência em biofilmes hospitalares

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Os resultados podem ser agrupados em categorias funcionais, como mecanismos enzimáticos, alterações de alvos, e estratégias de persistência associadas a biofilmes. Convergências observadas incluem a predominância de resistência mediada por beta-lactamases e a universalidade de biofilmes como fator de persistência, enquanto divergências surgem na extensão do impacto de bombas de efluxo e na suscetibilidade de diferentes espécies a combinações terapêuticas (Kraisch et al., 2025; Fernández-Billón et al., 2023). Algumas inconsistências metodológicas foram identificadas, como variações nos protocolos de teste de sensibilidade e a ausência de replicação em contextos veterinários, destacando a necessidade de padronização para permitir comparações mais robustas entre estudos.

Os achados têm implicações significativas para a prática clínica, veterinária e para o desenvolvimento de novas estratégias antimicrobianas. Inovações metodológicas incluem a aplicação de modelos de biofilmes tridimensionais e análises genômicas detalhadas que possibilitam o mapeamento preciso de genes de resistência (Fernández-Billón et al., 2023; Elshobary et al., 2025). Esses avanços permitem antecipar padrões de resistência, orientar o uso racional de antibióticos e subsidiar políticas de manejo de patógenos multirresistentes. A **Tabela 2** apresenta uma síntese das principais implicações, destacando os impactos teóricos, práticos e sociais derivados desses achados.

Tabela 2 – Principais implicações dos achados sobre resistência antibiótica.

Categoria	Contribuição	Impacto Teórico	Impacto Prático
Enzimática	Beta-lactamases identificadas	Compreensão molecular da resistência	Ajuste terapêutico
Biofilme	Persistência bacteriana	Modelos de crescimento e resistência	Estratégias de desinfecção
Efluxo	Evasão de drogas	Regulação genética	Desenvolvimento de inibidores
Terapias combinadas	Alternativas terapêuticas	Integração de abordagens	Protocolos clínicos/veterinários

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

As contribuições mais relevantes identificadas incluem o reconhecimento da complexidade multifatorial da resistência, a integração de dados moleculares e fisiológicos para compreensão do fenômeno, e a validação de abordagens inovadoras como terapias combinadas e monitoramento genômico (Nasrollahian et al., 2024; Silva et al., 2013). Tais avanços ampliam a compreensão das estratégias bacterianas, orientam intervenções mais eficazes e estimulam o surgimento de novas linhas de investigação, permitindo resolver problemas existentes e explorar áreas ainda pouco estudadas na interface entre saúde humana e veterinária.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71033

Apesar dos avanços, limitações significativas persistem, como falta de padronização metodológica, amostras reduzidas, ausência de replicações consistentes e carência de dados robustos sobre resistência em contextos veterinários de pequena escala. Lacunas teóricas incluem a compreensão incompleta das interações entre genes de resistência e biofilmes, enquanto lacunas metodológicas destacam a necessidade de modelos experimentais mais representativos e estudos longitudinais (Elshobary et al., 2025; Urban-Chmiel et al., 2022). A Tabela 3 sugere diretrizes para futuras investigações, indicando temas emergentes, metodologias promissoras e áreas prioritárias de pesquisa.

Tabela 3 – Limitações identificadas e diretrizes para pesquisas futuras.

Limitação	Impacto	Sugestão Metodológica	Linha de Pesquisa
Amostras pequenas	Baixa generalização	Aumento do número de cepas e locais	Epidemiologia molecular
Falta de padronização	Comparabilidade limitada	Protocolos uniformes de sensibilidade	Biofilmes e resistência
Pouca replicação	Confiabilidade reduzida	Estudos replicáveis e longitudinais	Resistência multirresistente
Dados insuficientes em veterinária	Lacunas aplicacionais	Expansão de estudos em animais	Manejo de antibióticos em saúde animal

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Os principais achados apontam que a resistência antibiótica é um fenômeno dinâmico e multifatorial, em constante evolução, exigindo integração entre conhecimentos moleculares, clínicos e veterinários. As implicações práticas incluem a necessidade de monitoramento contínuo, estratégias de manejo integradas e desenvolvimento de terapias inovadoras, enquanto as contribuições teóricas reforçam a compreensão da adaptação bacteriana e os mecanismos de persistência. A síntese proposta evidencia que, apesar das divergências metodológicas e lacunas existentes, os avanços identificados oferecem uma base sólida para futuras investigações, fortalecendo a interconexão entre ciência aplicada e saúde pública.

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo analisar os mecanismos de resistência antibiótica em bactérias patogênicas de importância clínica e veterinária. A integração dos achados evidencia que estratégias bacterianas como modificação de alvos, produção de enzimas degradativas, bombas de efluxo e formação de biofilmes são recorrentes e determinantes para a persistência e disseminação de patógenos multirresistentes. Foram identificadas convergências importantes entre estudos, como a predominância de resistência mediada por beta-lactamases e a influência crítica dos biofilmes na eficácia terapêutica, assim como divergências em relação à extensão da resistência e à eficácia de terapias combinadas.

Apesar da riqueza de informações obtidas, algumas limitações foram observadas, incluindo a heterogeneidade metodológica entre os estudos, a escassez de dados recentes sobre contextos veterinários específicos, a variação na padronização de testes laboratoriais e a falta de replicação em determinados ensaios. Além disso, lacunas conceituais permanecem quanto às interações entre mecanismos genéticos e ambientais na expressão da resistência, indicando áreas que necessitam de investigação adicional.

Os achados apresentam implicações relevantes para a prática clínica e veterinária, destacando a necessidade de estratégias de manejo integradas, protocolos de monitoramento de resistência e desenvolvimento de terapias inovadoras. Do ponto de vista teórico, a compreensão das bases genéticas e fisiológicas da resistência contribui para o avanço do conhecimento sobre adaptação bacteriana, fornecendo subsídios para a formulação de políticas de saúde pública e diretrizes de uso racional de antimicrobianos.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71033

Como perspectivas futuras, sugere-se a realização de estudos longitudinais com amostras ampliadas e diversificadas, a padronização de protocolos experimentais, a aplicação de abordagens genômicas avançadas e o desenvolvimento de modelos experimentais que considerem biofilmes e interações microbianas complexas. Esses caminhos prometem aprofundar a compreensão dos mecanismos de resistência e orientar intervenções terapêuticas mais eficazes, consolidando a base científica necessária para enfrentar os desafios impostos pelos patógenos multirresistentes na medicina humana e veterinária.

REFERÊNCIAS

CANESCHI, A.; BARDHI, A.; BARBAROSSA, A.; ZAGHINI, A. The use of antibiotics and antimicrobial resistance in veterinary medicine, a complex phenomenon: a narrative review. **Antibiotics**, v. 12, n. 3, art. 487, 2023. Disponível em: https://www.mdpi.com/2079-6382/12/3/487.

ELSHOBARY, M. E.; BADAWY, N. K.; ASHRAF, Y.; ZATIOUN, A. A.; MASRIYA, H. H.; AMMAR, M. M.; MOHAMED, N. A.; MOURAD, S.; ASSY, A. M. Combating antibiotic resistance: mechanisms, multidrug-resistant pathogens, and novel therapeutic approaches: an updated review. **Pharmaceuticals**, v. 18, n. 3, art. 402, 2025. Disponível em: https://www.mdpi.com/1424-8247/18/3/402.

FERNÁNDEZ-BILLÓN, M.; LLAMBÍAS-CABOT, A. E.; JORDANA-LLUCH, E.; OLIVER, A.; MACIÀ, M. D. Mechanisms of antibiotic resistance in Pseudomonas aeruginosa biofilms. **Biolfilm**, v. 5, art 100129, 2023. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590207523000266?via%3Dihub.

KRAISCH, R.; MÁRCIO, E.; ARAÚJO, W. K. A.; SANTOS, A. P. dos; SILVA, C. A. da; ALBUQUERQUE, Á. R.; CORREA, R. F. R.; OLIVEIRA, J. A. R. N.; SOUSA, J. C. de. Resistência antimicrobiana: bases genéticas e bioquímicas da adaptação bacteriana e desafios imunológicos. **Revista de Geopolítica**, v. 16, n. 5, art. e960, 2025. Disponível em: https://revistageo.com.br/revista/article/view/960.

NASROLLAHIAN, S.; GRAHAM, J. P.; HALAJI, M. A review of the mechanisms that confer antibiotic resistance in pathotypes of E. coli. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 14, art. 1387497, 2024. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/cellular-and-infection-microbiology/articles/10.3389/fcimb.2024.1387497/full.

SILVA, K. C. da; KNOBEL, T.; MORENO, A. M. Antimicrobial resistance in veterinary medicine: mechanisms and bacterial agents with the greatest impact on human health. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 50, n. 3, p. 171-183, 2013. Disponível em: https://revistas.usp.br/bjvras/article/view/64538.

URBAN-CHMIEL, R.; MAREK, A.; STĘPIEŃ-PYŚNIAK, D.; WIECZOREK, K.; DEC, M.; NOWACZEK, A.; OSEK, J. Antibiotic resistance in bacteria - a review. **Antibiotics**, v. 11, n. 8, art. 1079, 2022. Disponível em: https://www.mdpi.com/2079-6382/11/8/1079.

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

ADAPTAÇÕES NEUROMUSCULARES EM ESPÉCIES DOMÉSTICAS E SILVESTRES SUBMETIDAS AO SEDENTARISMO E À ATIVIDADE FÍSICA

SAMUEL PAULO CUNHA E SILVA; ANA CAROLINA CORRÊA BONATES MENEZES; MATHEUS PEREIRA RESENDE; SÂMARA CAMILA MACHADO ALVES; CAROLINE DE OLIVEIRA ALENCAR; LUIZ SÁTIRO SILVA CARNEIRO; HYAGO LUZ ANDRADE CORRÊA

RESUMO

As adaptações neuromusculares em espécies domésticas e silvestres submetidas ao sedentarismo ou à atividade física constituem um tema central para a compreensão da fisiologia funcional e do bem-estar animal. O sedentarismo prolongado tem sido associado à atrofia muscular, aumento do estresse oxidativo e diminuição da excitabilidade neuronal, enquanto a prática de exercícios estruturados promove plasticidade sináptica, manutenção da massa muscular e aprimoramento do desempenho motor. Diante desse contexto, o presente trabalho teve como objetivo investigar as respostas neuromusculares em diferentes espécies, comparando os efeitos da inatividade e da atividade física, identificando padrões adaptativos, divergências e lacunas de conhecimento. Para tanto, foi conduzida uma revisão integrativa, de abordagem qualitativa e analítico-interpretativa, baseada exclusivamente em fontes secundárias, selecionadas em periódicos especializados nas áreas de fisiologia do exercício, neurociências e ciências da saúde. Os critérios de inclusão abrangeram publicações entre 2004 e 2025, com acesso integral, relevância temática, rigor metodológico e clareza na apresentação de resultados, enquanto estudos duplicados, opinativos ou fora do escopo foram excluídos. A busca foi operacionalizada com descritores em português e inglês, utilizando operadores booleanos para aumentar a sensibilidade e especificidade, e os textos foram analisados integralmente, extraindo informações sobre espécies, protocolos experimentais, respostas musculares e neuronais, limitações e implicações práticas. Os resultados demonstraram que a atividade física, especialmente de alta intensidade ou combinada com enriquecimento ambiental, promove respostas adaptativas consistentes, incluindo preservação da massa muscular, melhora da função motora e expressão gênica favorável, enquanto a inatividade resulta em declínio funcional significativo. Divergências foram observadas quanto à magnitude das respostas entre espécies e protocolos, destacando a necessidade de padronização metodológica e replicação. Conclui-se que intervenções planejadas de exercício, aliadas a estratégias de manejo ambiental, são essenciais para otimizar a plasticidade neuromuscular, prevenir efeitos deletérios do sedentarismo e aprimorar o bem-estar animal, oferecendo diretrizes aplicáveis a programas de conservação, reabilitação e manejo funcional, ao mesmo tempo em que indicam caminhos promissores para futuras pesquisas que aprofundem os mecanismos moleculares, longitudinais e comparativos das respostas neuromusculares.

Palavras-chave: Fisiologia do exercício; Manutenção da massa muscular; Reabilitação animal.

1 INTRODUÇÃO

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71066

ISSN: 2675-813X

A compreensão das adaptações neuromusculares em organismos submetidos a diferentes níveis de atividade física envolve a análise das alterações estruturais e funcionais que ocorrem em músculos e neurônios diante de estímulos de movimento ou de sedentarismo. Essas adaptações englobam modificações na excitabilidade neuronal, no recrutamento de fibras musculares e na plasticidade sináptica, refletindo diretamente na capacidade motora e na resistência à fadiga (Dai et al., 2024; Bogdanis, 2012). No contexto atual, em que o sedentarismo tem se intensificado tanto em populações humanas quanto em espécies mantidas em cativeiro, compreender essas respostas fisiológicas torna-se crucial, não apenas para otimizar programas de atividade física, mas também para preservar a saúde e o bem-estar animal (Meyer et al., 2024; Gungor-Orhan et al., 2025). Avanços recentes revelam que intervenções de exercício, mesmo de curta duração ou alta intensidade, podem modular positivamente processos metabólicos e neurofuncionais, apontando para tendências inovadoras na promoção de saúde e desempenho em animais domésticos e silvestres (Mauro et al., 2024; Boveris & Navarro, 2008). O impacto potencial dessas descobertas é amplo, oferecendo insights para manejo ambiental, programas de reabilitação animal e estratégias de prevenção de doenças associadas ao sedentarismo (Huang et al., 2024).

Ao se aprofundar na temática, o foco concentra-se especificamente nas alterações neuromusculares provocadas pelo contraste entre sedentarismo prolongado e atividade física estruturada em espécies domésticas e silvestres. Embora existam diversos trabalhos sobre os efeitos do exercício e da inatividade, ainda há lacunas significativas quanto à extensão dessas adaptações em diferentes tipos de fibras musculares, nas respostas sinápticas e na integridade funcional do sistema locomotor (Dai et al., 2024; Meyer et al., 2024). A questão central que emerge é como o equilíbrio entre atividade física e sedentarismo influencia de maneira diferenciada a plasticidade neuromuscular, principalmente em animais sujeitos a ambientes controlados ou restritos. Essa problemática justifica atenção especial, uma vez que limitações no conhecimento atual dificultam a elaboração de protocolos eficientes de manejo, treinamento ou reabilitação voltados à manutenção da função neuromuscular (Gungor-Orhan et al., 2025; Bogdanis, 2012).

A relevância desse tema se confirma diante da crescente demanda por estratégias que promovam saúde, funcionalidade e bem-estar animal, tanto em contextos domésticos quanto em programas de conservação de espécies silvestres (Huang et al., 2024; Boveris & Navarro, 2008). Evidências recentes indicam que a atividade física modulada pode atenuar processos de atrofia muscular, estresse oxidativo e declínio funcional, enquanto o sedentarismo prolongado intensifica esses efeitos adversos (Gungor-Orhan et al., 2025; Meyer et al., 2024). Ainda assim, divergências persistem sobre os protocolos ideais, duração e intensidade do exercício, bem como sobre a plasticidade neuromuscular específica de diferentes espécies (Mauro et al., 2024). Nesse sentido, investigar essas respostas proporciona oportunidades de aprimorar o conhecimento sobre mecanismos adaptativos e de propor abordagens mais eficazes para manutenção da função muscular e neural, promovendo avanços significativos no manejo fisiológico e comportamental dos animais (Dai et al., 2024; Bogdanis, 2012).

O objetivo geral consiste em explorar as adaptações neuromusculares induzidas pelo sedentarismo e pela prática de atividade física em espécies domésticas e silvestres, destacando diferenças, padrões e mecanismos envolvidos. Pretende-se mapear como alterações na estrutura e função muscular, bem como na plasticidade neuronal, estão associadas a distintos níveis de exercício ou inatividade (Dai et al., 2024; Mauro et al., 2024). Espera-se que os achados forneçam uma visão integrada das respostas neuromusculares, contribuindo para estratégias de manejo, reabilitação e promoção de saúde animal, além de oferecer subsídios para futuras pesquisas que busquem otimizar protocolos de exercício e prevenção de efeitos deletérios do sedentarismo (Huang et al., 2024; Boveris & Navarro, 2008).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71066

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho caracteriza-se como uma revisão integrativa de literatura, conduzida com o propósito de analisar de forma crítica e comparativa as adaptações neuromusculares em espécies domésticas e silvestres submetidas ao sedentarismo e à prática de atividade física. A abordagem adotada foi qualitativa e analítico-interpretativa, objetivando sintetizar evidências provenientes de estudos empíricos e teóricos, identificando padrões, divergências e mecanismos subjacentes às respostas musculares e neuronais. Ressalta-se que não houve coleta de dados primários, sendo toda a análise baseada exclusivamente em fontes secundárias selecionadas de acordo com critérios científicos rigorosos, garantindo a confiabilidade, a consistência e a reprodutibilidade dos resultados obtidos.

Os estudos analisados foram provenientes de periódicos de relevância internacional nas áreas de fisiologia do exercício, neurociências e ciências da saúde, incluindo o *Journal of Sport and Health Science*, *Physiological Reports*, *Experimental Physiology*, *Frontiers in Physiology*, *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, *Free Radical Biology and Medicine* e *Advanced Biology*. Adicionalmente, foram considerados documentos técnicos e diretrizes institucionais pertinentes à atividade física e ao manejo de espécies animais. Os critérios de inclusão contemplaram publicações entre 2004 e 2025, em língua inglesa, com acesso integral ao texto, relevância temática direta, rigor metodológico explícito e clareza na apresentação dos resultados. Foram excluídos estudos duplicados, sem metodologia detalhada, de caráter opinativo ou fora do escopo definido, garantindo seleção criteriosa e representatividade científica.

A busca foi operacionalizada nas áreas de Ciências Biológicas e Ciências da Saúde, com ênfase em fisiologia do exercício, neurobiologia e biologia comparativa. Os descritores utilizados englobaram termos em português e inglês, tais como: “adaptações neuromusculares”, “sedentarismo”, “atividade física”, “fisiologia do exercício”, “plasticidade neuronal”, “muscle atrophy”, “oxidative stress”, “rodent exercise” e “environmental enrichment”. Para aprimorar a sensibilidade e especificidade da pesquisa, operadores booleanos foram aplicados: “AND” para garantir a presença simultânea de todos os termos essenciais, “OR” para incluir sinônimos ou termos relacionados, e “NOT” para excluir publicações irrelevantes. Essa estratégia visou maximizar a abrangência da busca, captando estudos relevantes e minimizando ruídos conceituais.

Após a seleção, os textos foram lidos integralmente, permitindo extração sistemática de informações relevantes, como tipo de estudo, métodos empregados, espécie analisada, protocolos de atividade física ou sedentarismo, resultados principais, limitações e implicações práticas e teóricas. A análise foi conduzida de forma qualitativa e comparativa, destacando convergências, divergências, lacunas e tendências emergentes nas respostas neuromusculares. Os achados foram sintetizados de modo a preservar coerência interpretativa, consistência interna e possibilidade de reprodutibilidade, oferecendo uma visão consolidada e fundamentada das adaptações musculares e neuronais em diferentes contextos de atividade física e inatividade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As adaptações neuromusculares em espécies domésticas e silvestres submetidas a diferentes níveis de atividade física evidenciam padrões consistentes de resposta adaptativa, embora apresentem variabilidade dependendo da espécie, intensidade e duração do estímulo. Observa-se que o sedentarismo prolongado induz atrofia muscular, aumento do estresse oxidativo e diminuição da excitabilidade neuronal, enquanto protocolos de exercício, incluindo alta intensidade ou enriquecimento ambiental, promovem plasticidade sináptica, manutenção

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71066

da massa muscular e aprimoramento do desempenho motor (Dai et al., 2024; Gungor-Orhan et al., 2025). O campo apresenta-se em desenvolvimento, com consenso sobre os efeitos deletérios do sedentarismo e benefícios gerais da atividade física, mas divergências quanto aos protocolos ideais e respostas específicas entre espécies. Tendências recentes indicam foco em exercícios intervalados de curta duração, modelos preditivos de plasticidade neuromuscular e impacto do ambiente enriquecido sobre a função motora (Mauro et al., 2024; Huang et al., 2024). A diversidade de abordagens metodológicas, que inclui análises moleculares, fisiológicas e comportamentais, revela a complexidade do tema e a necessidade de integração multidisciplinar. A **Tabela 1** sintetiza os principais achados, destacando características de métodos, amostras e resultados.

Tabela 1 – Principais achados e características dos estudos sobre adaptações neuromusculares.

Estudo	Espécie/População	Protocolo/Condição	Principais Resultados
1	Roedores	Sedentarismo	Atrofia muscular, estresse oxidativo
2	Roedores	Exercício de alta intensidade	Melhora da plasticidade sináptica, desempenho motor
3	Espécies silvestres	Enriquecimento ambiental	Aumento da função motora, expressão gênica adaptativa
4	Roedores	Exercício intervalado curto	Preservação de massa muscular, redução de fadiga

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Os achados podem ser agrupados em três categorias principais: efeitos do sedentarismo, impactos de exercícios estruturados e influências de ambientes enriquecidos. Convergências incluem consenso sobre o efeito negativo da inatividade sobre a massa muscular e função neuronal, bem como benefícios claros da prática de exercícios regulares. Divergências surgem na magnitude das respostas adaptativas entre espécies e na escolha de protocolos ideais de treinamento. Algumas inconsistências metodológicas foram observadas, como pequenas amostras, diferenças nos tempos de exposição ao estímulo e variabilidade na mensuração de desfechos funcionais, indicando necessidade de padronização e replicação futura.

As implicações dos achados revelam contribuições significativas para o manejo e bem-estar animal, sugerindo que intervenções físicas podem ser aplicadas de forma preventiva e corretiva em populações domésticas e silvestres. A inovação reside na integração de protocolos de exercício com estratégias de enriquecimento ambiental, proporcionando benefícios combinados sobre a função neuromuscular e metabólica (Boveris & Navarro, 2008; Meyer et al., 2024). Além disso, as evidências indicam a possibilidade de desenvolvimento de modelos preditivos de resposta adaptativa, úteis para orientar práticas em conservação, reabilitação e manejo funcional. A **Tabela 2** apresenta as principais implicações de forma comparativa.

Tabela 2 – Implicações teóricas, práticas e sociais das adaptações neuromusculares.

Categoria	Inovação/Avanço	Impacto	Aplicação
Exercício	Protocolos de alta intensidade e intervalados	Melhora da plasticidade neuronal	Programas de treinamento animal
Sedentarismo	Identificação de biomarcadores de atrofia	Prevenção e monitoramento	Manejo de espécies domésticas
Enriquecimento ambiental	Integração físico-ambiental	Aumento da função motora e resistência	Conservação e bem-estar animal

Metodologia	Modelos integrativos e preditivos	Maior precisão na análise	Planejamento de protocolos adaptativos

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

As contribuições mais relevantes incluem o reconhecimento da importância da intensidade, duração e tipo de estímulo para modular adaptações neuromusculares, além da evidência de que ambientes enriquecidos podem potencializar efeitos benéficos do exercício. Novas perspectivas metodológicas e analíticas, como abordagens de transcriptômica e modelos de alta resolução funcional, ampliam o conhecimento sobre mecanismos adaptativos e oferecem oportunidades para intervenções mais específicas. Esses avanços permitem não apenas o aprimoramento teórico da fisiologia neuromuscular, mas também aplicações práticas em manejo, treinamento e reabilitação animal.

Apesar dos avanços, limitações significativas foram identificadas, como amostras reduzidas, falta de padronização nos protocolos de exercício, variabilidade nas espécies estudadas e ausência de replicação em contextos naturais. Lacunas teóricas incluem a insuficiência de dados sobre respostas de longo prazo, efeitos combinados de diferentes estímulos e mecanismos moleculares específicos em diversas espécies. Essas limitações indicam a necessidade de novas investigações com desenhos experimentais mais robustos, amostras representativas e abordagens integrativas. A Tabela 3 apresenta diretrizes sugeridas para pesquisas futuras.

Tabela 3 – Limitações identificadas e direcionamentos para pesquisas futuras.

Limitação	Lacuna Identificada	Proposta para Futuras Pesquisas	Limitação
Amostras pequenas	Representatividade limitada	Estudos com maior número de indivíduos e diferentes espécies	Amostras pequenas
Falta de padronização	Comparabilidade reduzida	Protocolos homogêneos e replicáveis	Falta de padronização
Curto período de exposição	Desconhecimento de efeitos prolongados	Estudos longitudinais	Curto período de exposição
Poucos dados moleculares	Mecanismos adaptativos pouco claros	Investigação de biomarcadores e transcriptômica	Poucos dados moleculares

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Em síntese, os achados indicam que a prática de atividade física, aliada a estratégias de manejo ambiental, exerce efeitos protetores e adaptativos sobre o sistema neuromuscular, enquanto a inatividade compromete função e integridade muscular. A interpretação científica sugere que intervenções planejadas podem maximizar a plasticidade neuronal e muscular, oferecendo diretrizes concretas para programas de treinamento, conservação e reabilitação. A integração das evidências apresentadas reforça a relevância das abordagens multidisciplinares para entender e otimizar respostas adaptativas em espécies domésticas e silvestres.

4 CONCLUSÃO

A presente investigação teve como objetivo explorar as adaptações neuromusculares em espécies domésticas e silvestres submetidas ao sedentarismo e à atividade física, destacando diferenças, padrões e mecanismos associados. Os achados indicam que a prática de exercício regular, especialmente de alta intensidade ou combinada com enriquecimento ambiental, promove plasticidade neuronal, preservação da massa muscular e aprimoramento da função motora, enquanto a inatividade prolongada resulta em atrofia, aumento do estresse oxidativo e declínio funcional. Padrões consistentes incluem a relação direta entre estímulo físico e

manutenção da integridade neuromuscular, bem como a influência do ambiente sobre respostas adaptativas. Evidenciou-se também que diferentes espécies apresentam respostas específicas, o que reforça a necessidade de abordagens ajustadas ao contexto biológico e ao tipo de atividade.

As limitações observadas incluem a heterogeneidade metodológica dos estudos analisados, amostras reduzidas, variação na duração e intensidade dos protocolos, escassez de dados de longo prazo e lacunas conceituais sobre mecanismos moleculares detalhados. Além disso, algumas informações permaneceram restritas devido a limitações de acesso a dados completos, enquanto outros contextos ambientais ou espécies ainda são pouco investigados. Essas restrições destacam a necessidade de cautela na generalização dos resultados e apontam para áreas que demandam maior investigação científica.

Os achados possuem implicações significativas para o campo das ciências biológicas aplicadas à fisiologia e ao manejo animal. Teoricamente, contribuem para o entendimento dos mecanismos de plasticidade neuromuscular e das respostas adaptativas a diferentes estímulos. Na prática, oferecem diretrizes para programas de exercício, reabilitação e conservação de espécies, evidenciando que a combinação entre atividade física estruturada e enriquecimento ambiental potencializa efeitos positivos sobre a função muscular e neuronal. Aplicações tecnológicas podem incluir o desenvolvimento de modelos preditivos de resposta adaptativa, auxiliando em decisões de manejo e monitoramento da saúde animal.

Para pesquisas futuras, recomenda-se a padronização de protocolos experimentais, o aumento do tamanho das amostras, a inclusão de períodos de acompanhamento mais longos e a investigação de espécies ainda pouco estudadas. Sugere-se também explorar abordagens moleculares e transcriptômicas para identificar biomarcadores de adaptação neuromuscular, bem como avaliar os efeitos combinados de diferentes estímulos físicos e ambientais. Tais iniciativas permitirão ampliar a compreensão do fenômeno, consolidar práticas de manejo e oferecer bases mais sólidas para intervenções preventivas e corretivas em espécies domésticas e silvestres.

REFERÊNCIAS

BOGDANIS, G. C. Effects of physical activity and inactivity on muscle fatigue. **Frontiers in Physiology**, v. 3, art. 142, 2012. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2012.00142/full.

BOVERIS, A.; NAVARRO, A. Systemic and mitochondrial adaptive responses to moderate exercise in rodents. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 44, n. 15, p. 224-229, 2008. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0891584907005849?via%3Dihub.

DAI, Y.; CHENG, Y.; GE, R.; CHEN, K. YANG, L. Exercise-induced adaptation of neurons in the vertebrate locomotor system. **Journal of Sport and Health Science**, v. 13, n. 2, p. 160-171, 2024. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095254623001047?via%3Dihub.

GUNGOR-ORHAN, I.; AKIN, S.; POWERS, S. K.; OLGAZ-BINGOL, S.; DEMIREL, H. A. Sedentary lifestyle induces oxidative stress and atrophy in rat skeletal muscle. **Experimental Physiology**, v. 110, n. 6, p. 857-865, 2025. Disponível em: https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1113/EP092331.

HUANG, W.; BATES, R.; ZOU, X.; QUEEN, N. J.; MO, X.; ARNOLD, W. D.; RAY, A.;

OWENDOFF, G.; CAO, L. Environmental enrichment improves motor function and muscle transcriptome of aged mice. **Advanced Biology**, v. 8, n. 1, art. 2300148, 2004. Disponível em: https://advanced.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adbi.202300148.

MAURO, M.; SÁNCHEZ-ALCARAZ MARTÍNEZ, B. J.; MAIETTA LATESSA, P.; MARINI, S.; TOSELLI, S.Long-term physiological adaptations induced by short-interval high-intensity exercises: an RCT comparing active and passive recovery. **Journal of Functional Morphology and Kinesiology**, v. 9, n. 4, art. 229, 2024. Disponível em: https://www.mdpi.com/2411-5142/9/4/229.

MEYER, A.; KIM, N.; NGUYEN, M.; MISCH, M.; MARMO, K.; DOWD, J.; WILL, C.; JANOSEVIC, M.; STEPHENSON, E. J. Inactivity-mediated molecular adaptations: Insights from a preclinical model of physical activity reduction. **Physiological Reports**, v. 12, n. 23, art. e70140, 2024. Disponível em: https://physoc.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.14814/phy2.70140.

ESTRATÉGIAS DE PREVENÇÃO E MANEJO DE INFECÇÕES HOSPITALARES EM PACIENTES IMUNOCOMPROMETIDOS

GABRIELLE BARRETO BOMFIM; JOÃO PEDRO NASCIMENTO MARTINS; ANA CAROLINE RODRIGUES DE ALMEIDA; RILLARY BRENDA FERREIRA CARVALHO; ELANY ALLANA NUNES MACIEL; BIANCA FARIAS LOULY; ROSIANE ALMEIDA MINET MARSAIOLI

RESUMO

As infecções hospitalares em pacientes imunocomprometidos representam um desafio crítico para a prática clínica e a saúde pública, devido à vulnerabilidade dessa população a microrganismos oportunistas e multirresistentes, que aumentam morbimortalidade, tempo de internação e custos assistenciais. O objetivo deste trabalho foi investigar estratégias de prevenção e manejo de infecções hospitalares em pacientes imunocomprometidos, analisando medidas clínicas, administrativas e microbiológicas capazes de reduzir a incidência desses eventos. O estudo foi conduzido como uma revisão integrativa, utilizando fontes secundárias selecionadas com base em critérios de relevância, qualidade científica, abrangência temática e acessibilidade ao texto completo. Foram incluídos estudos com abordagens descritivas, qualitativas e analítico-interpretativas, com foco em unidades de terapia intensiva, centros de oncologia e hospitais gerais que aplicam protocolos de controle de infecção. A busca foi operacionalizada a partir de descritores específicos em português e inglês, combinados com operadores booleanos para maximizar sensibilidade e especificidade, garantindo a seleção de materiais pertinentes e confiáveis. Os dados extraídos incluíram tipo de estudo, população, medidas preventivas, resultados e limitações, e foram analisados de forma qualitativa e temática, identificando padrões, lacunas, convergências e divergências. Os achados demonstraram que protocolos combinados, higienização rigorosa das mãos, isolamento de pacientes, monitoramento contínuo e controle de microrganismos resistentes constituem as estratégias mais eficazes. A integração de equipes multidisciplinares e a aplicação de medidas adaptáveis a diferentes contextos hospitalares se mostraram fatores determinantes para a segurança do paciente e a eficiência das práticas assistenciais. Apesar de avanços significativos, identificaram-se limitações como heterogeneidade metodológica, amostras pequenas, ausência de replicações e escassez de estudos sobre patógenos emergentes, indicando necessidade de pesquisas futuras com maior rigor científico e abrangência. Conclui-se que estratégias integradas e baseadas em evidências promovem redução consistente das infecções hospitalares, fortalecem a segurança do paciente e oferecem subsídios para políticas institucionais mais eficazes, evidenciando a importância de abordagens adaptáveis, vigilância contínua e capacitação profissional para o manejo de pacientes imunocomprometidos.

Palavras-chave: Vigilância e controle patogênico; Qualificação de serviços hospitalares; Cuidados especializados em saúde.

1 INTRODUÇÃO

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71069

As infecções hospitalares em pacientes imunocomprometidos configuram um desafio crítico para a saúde moderna, refletindo diretamente na morbimortalidade, na duração da internação e nos custos assistenciais (Alrebish et al., 2023; Kreitmann et al., 2024). Indivíduos com imunidade comprometida, seja por condições clínicas crônicas ou terapias imunossupressoras, apresentam vulnerabilidade acentuada a microrganismos oportunistas, incluindo bactérias multirresistentes e fungos emergentes como *Candida auris* (Shimabukuro et al., 2023; Ribeiro et al., 2023). A implementação de protocolos de prevenção, monitoramento contínuo e estratégias não farmacológicas revela-se indispensável para mitigar a incidência desses eventos, reforçando a necessidade de adesão rigorosa às práticas de controle de infecção (Curtis, 2008; Mehta et al., 2014). Esses fatores tornam o tema relevante não apenas para a prática clínica, mas também para a formulação de políticas de saúde, treinamento profissional e qualidade de vida do paciente (Valentine et al., 2019).

Dentro desse contexto, é essencial direcionar o foco para estratégias específicas de prevenção e manejo de infecções em unidades críticas, onde a ocorrência de eventos infecciosos é mais elevada e as consequências clínicas são mais severas (Kreitmann et al., 2024). Apesar da existência de protocolos padronizados, a adesão e efetividade das medidas preventivas ainda apresentam variações, especialmente frente à resistência microbiana crescente (Alrebish et al., 2023; Ribeiro et al., 2023). Surge, portanto, a questão central: como otimizar as estratégias de prevenção e controle de infecções hospitalares em pacientes imunocomprometidos, garantindo maior eficácia frente aos desafios clínicos e microbiológicos (Shimabukuro et al., 2023; Valentine et al., 2019). A resposta a essa questão é vital para aprimorar a segurança clínica e reduzir desfechos adversos em populações de alto risco.

A relevância do tema se evidencia pelo impacto direto das infecções hospitalares sobre a saúde pública e a prática assistencial, bem como pela persistência de lacunas na implementação de medidas preventivas (Curtis, 2008; Mehta et al., 2014). Estudos recentes demonstram que, mesmo com protocolos estabelecidos, há inconsistência na adesão às estratégias preventivas e falta de dados integrados sobre intervenções direcionadas a microrganismos emergentes e resistentes (Alrebish et al., 2023; Shimabukuro et al., 2023). Divergências entre recomendações e sua execução prática reforçam a necessidade de abordagens integradas e baseadas em evidências, capazes de orientar futuras práticas clínicas e políticas de saúde (Ribeiro et al., 2023; Valentine et al., 2019). A investigação proposta oferece potencial para preencher essas lacunas e propor soluções mais efetivas para a proteção de pacientes vulneráveis.

O objetivo deste trabalho é investigar estratégias de prevenção e manejo de infecções hospitalares em pacientes imunocomprometidos, enfatizando medidas clínicas, protocolos de vigilância e controle de microrganismos resistentes. Pretende-se compreender como diferentes intervenções podem reduzir a incidência de infecções em ambientes hospitalares críticos, contribuindo para maior segurança do paciente e aprimoramento das práticas profissionais (Mehta et al., 2014; Kreitmann et al., 2024). Espera-se que os resultados forneçam subsídios para otimização de condutas assistenciais, orientação de políticas de saúde e avanço do conhecimento científico no manejo de infecções em populações de alto risco (Alrebish et al., 2023; Ribeiro et al., 2023; Shimabukuro et al., 2023).

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa, conduzida com o propósito de sintetizar e interpretar resultados provenientes de diferentes estudos empíricos e teóricos sobre estratégias de prevenção e manejo de infecções hospitalares em pacientes imunocomprometidos. A análise foi realizada de forma qualitativa e descritivo-interpretativa,

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71069

buscando identificar convergências, divergências e tendências emergentes nas abordagens adotadas, sem a coleta de dados primários. Todo o processo metodológico foi estruturado para assegurar rigor científico, confiabilidade e reprodutibilidade, apoiando-se exclusivamente em fontes secundárias selecionadas de acordo com critérios de relevância e qualidade.

Os dados foram obtidos a partir de periódicos especializados em Ciências da Saúde, incluindo *Healthcare*, *The Journal of Hospital Infection*, *Intensive Care Medicine*, *Indian Journal of Critical Care Medicine*, *Revista Saúde (Santa Maria)*, *Brazilian Journal of Health Review* e *International Journal of Epidemiology*. Complementarmente, foram considerados documentos institucionais e diretrizes técnicas relacionadas à prevenção e controle de infecções hospitalares. Foram aplicados critérios claros de inclusão e exclusão, como período de publicação, acesso ao texto completo, pertinência temática, idioma, metodologia explícita e qualidade científica, garantindo a seleção de materiais consistentes e evitando duplicidade ou estudos fora do escopo.

A busca foi operacionalizada nas áreas de Ciências da Saúde, com enfoque em subáreas de Infectologia, Terapia Intensiva e Epidemiologia hospitalar. Foram utilizados descritores em português e inglês, incluindo “infecção hospitalar”, “paciente imunocomprometido”, “controle de infecção”, “prevenção de infecção”, “multirresistência”, “hospital-acquired infection” e “immunocompromised patient”, combinados com operadores booleanos “AND” e “OR” para aumentar a sensibilidade e a especificidade da busca. Essa estratégia permitiu identificar estudos que abordassem simultaneamente o tema central e seus aspectos relacionados, minimizando ruídos e garantindo a abrangência da análise.

Após a seleção, os estudos foram lidos integralmente, e informações relevantes foram extraídas sistematicamente, incluindo tipo de estudo, métodos aplicados, população ou contexto hospitalar, principais resultados, limitações e implicações práticas e teóricas. A análise seguiu abordagem qualitativa e temática, permitindo identificar padrões, lacunas, convergências e divergências nas estratégias de prevenção e manejo de infecções. A síntese dos achados foi realizada de forma consistente, garantindo coerência interpretativa, rigor científico e possibilidade de reprodução por outros pesquisadores interessados no tema.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os achados indicam que as estratégias de prevenção e manejo de infecções hospitalares em pacientes imunocomprometidos são multidimensionais, envolvendo abordagens clínicas, administrativas e de vigilância. Observa-se tendência crescente na padronização de protocolos, monitoramento contínuo e controle de microrganismos multirresistentes, evidenciando consenso quanto à necessidade de adesão rigorosa a medidas de biossegurança. Aproximadamente metade dos estudos foca em intervenções não farmacológicas, como higienização das mãos, isolamento de pacientes e protocolos de desinfecção, enquanto o restante enfatiza políticas de vigilância e gestão de agentes multirresistentes. A diversidade metodológica, com abordagens descritivas, qualitativas e analítico-interpretativas, reflete diferentes perspectivas sobre prevenção de infecções e manejo de pacientes críticos. A **Tabela 1** sintetiza os principais estudos, destacando tipo de abordagem, população-alvo, medidas adotadas e resultados principais.

Tabela 1 – Características principais dos estudos sobre prevenção e manejo de infecções hospitalares.

Estudo	Tipo de abordagem	População/Contexto	Principais medidas
1	Analítico	UTIs adultas	Higienização, protocolos padronizados
2	Descritivo	Pacientes imunocomprometidos	Isolamento, monitoramento contínuo

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71069

3	Qualitativo	UTIs pediátricas	Treinamento da equipe
4	Analítico-interpretativo	Centros de oncologia	Protocolos combinados

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Os estudos foram agrupados em três categorias principais: estratégias clínicas (medidas diretas de prevenção), estratégias administrativas (protocolos, treinamento e monitoramento) e estratégias microbiológicas (controle de microrganismos resistentes). Convergências significativas incluem a eficácia da higienização das mãos, isolamento adequado e adesão a protocolos padronizados. Divergências surgem na aplicação prática e efetividade de medidas frente a patógenos emergentes, como *Candida auris*, evidenciando lacunas na adaptação local de normas internacionais. Observou-se ainda heterogeneidade metodológica e amostras reduzidas, o que reforça a necessidade de padronização e replicabilidade em pesquisas futuras.

As implicações dos achados indicam avanços na compreensão de como diferentes abordagens podem ser integradas para reduzir infecções hospitalares em pacientes imunocomprometidos. Estudos recentes introduzem modelos de vigilância contínua, protocolos adaptativos e integração entre equipes multidisciplinares, destacando inovações na prática clínica. Esses aprimoramentos favorecem a redução de eventos infecciosos, fortalecimento da segurança do paciente e melhoria na formação profissional. A **Tabela 2** apresenta as principais implicações teóricas, práticas e sociais, destacando convergências e divergências entre abordagens.

Tabela 2 – Principais implicações das estratégias de prevenção e manejo.

Categoria	Inovação/Aprendizado	Impacto Prático	Impacto Social
Clínica	Protocolos combinados	Redução de HAI	Segurança do paciente
Administrativa	Treinamento e monitoramento	Maior adesão	Formação profissional
Microbiológica	Controle de microrganismos resistentes	Prevenção de surtos	Políticas hospitalares
Integrativa	Equipes multidisciplinares	Eficiência operacional	Melhoria na qualidade assistencial

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

As contribuições mais significativas incluem padronização de protocolos, introdução de estratégias de controle de microrganismos emergentes, integração entre equipes e uso de abordagens combinadas que envolvem medidas clínicas, administrativas e microbiológicas. Tais avanços ampliam a compreensão sobre prevenção de infecções, oferecendo soluções práticas para ambientes hospitalares complexos e destacando a importância de práticas adaptáveis a diferentes realidades institucionais.

Apesar dos avanços, limitações metodológicas persistem, incluindo amostras pequenas, falta de padronização, ausência de replicações e dados insuficientes sobre a efetividade de estratégias frente a patógenos emergentes. Lacunas teóricas incluem necessidade de modelos preditivos confiáveis e protocolos adaptáveis a diferentes contextos hospitalares. A Tabela 3 apresenta diretrizes para futuras pesquisas, indicando áreas prioritárias para investigação e metodologias promissoras.

Tabela 3 – Limitações identificadas e diretrizes para futuras pesquisas.

Limitação	Impacto	Lacuna	Sugestão para pesquisa
Amostras pequenas	Reduz generalização	Representatividade limitada	Aumentar tamanho e diversidade da amostra
Falta de padronização	Comparabilidade limitada	Protocolos heterogêneos	Desenvolvimento de guias adaptáveis

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71069

Ausência de replicação	Validade questionável	Necessidade de evidência robusta	Estudos multicêntricos e longitudinais
Dados insuficientes sobre patógenos emergentes	Falha na prevenção	Informações sobre resistência e adaptação	Pesquisas focadas em agentes multirresistentes

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Em síntese, os achados demonstram que estratégias integradas e adaptáveis promovem redução consistente das infecções hospitalares em pacientes imunocomprometidos, destacando a importância de protocolos combinados, monitoramento contínuo e controle de microrganismos resistentes. A implementação de medidas baseadas em evidências, aliada a treinamento e integração de equipes, otimiza a segurança do paciente, reforça políticas hospitalares e orienta futuras pesquisas em ambientes críticos, consolidando avanços teóricos e práticos no manejo de infecções hospitalares.

4 CONCLUSÃO

A presente investigação teve como objetivo analisar estratégias de prevenção e manejo de infecções hospitalares em pacientes imunocomprometidos, identificando medidas clínicas, administrativas e microbiológicas capazes de reduzir a incidência desses eventos. Os achados indicam que protocolos combinados, monitoramento contínuo, higienização rigorosa das mãos, isolamento adequado e controle de microrganismos multirresistentes constituem padrões consistentes entre as abordagens mais eficazes. A integração de equipes multidisciplinares e a aplicação de medidas adaptáveis a diferentes contextos hospitalares emergem como fatores críticos para a segurança do paciente e a eficiência das práticas assistenciais.

Entre as limitações observadas, destaca-se a heterogeneidade metodológica dos estudos revisados, a escassez de pesquisas recentes sobre patógenos emergentes, a ausência de replicações multicêntricas e restrições de acesso a informações detalhadas sobre intervenções implementadas em contextos específicos. Essas limitações indicam lacunas conceituais e a necessidade de padronização de protocolos e metodologias, reforçando a importância de avaliações futuras com amostras mais amplas e diversificadas, que permitam maior generalização dos achados.

As implicações teóricas e práticas deste trabalho são significativas, pois consolidam evidências sobre medidas preventivas eficazes, fortalecem a compreensão sobre controle de infecções em pacientes imunocomprometidos e fornecem subsídios para a elaboração de políticas institucionais mais robustas. No âmbito tecnológico e aplicado, os resultados apontam para a necessidade de integração de sistemas de vigilância, treinamento contínuo de equipes e protocolos adaptativos que respondam à evolução de microrganismos resistentes.

Para pesquisas futuras, recomenda-se o desenvolvimento de estudos longitudinais e multicêntricos que explorem a efetividade de intervenções combinadas, a resistência emergente de patógenos e a aplicabilidade de modelos de gestão integrados. Além disso, é relevante investigar abordagens inovadoras de vigilância digital, uso de indicadores de desempenho e estratégias adaptativas personalizadas para diferentes unidades hospitalares, ampliando a compreensão do fenômeno e contribuindo para a otimização da segurança do paciente e das práticas de controle de infecção.

REFERÊNCIAS

ALREBISH, S. A.; YUSUFOGLU, H. S.; ALOTIBI, R. F.; ABDULKHALIK, N. S.; AHMED, N. J.; KHAN, A. H. Epidemiology of healthcare-associated infections and adherence to the HAI prevention strategies. **Healthcare**, v. 11, n. 1, art. 63, 2023. Disponível

em: https://www.mdpi.com/2227-9032/11/1/63.

CURTIS, L. T. Prevention of hospital-acquired infections: review of non-pharmacological interventions. **The Journal of Hospital Infection**, v. 69, n. 3, p. 204-219, 2008. Disponível em: https://www.journalofhospitalinfection.com/article/S0195-6701(08)00150-3/fulltext.

KREITMANN, L.; HELMS, J.; MARTIN-LOECHES, I.; SALLUH, J.; POULAKOU, G.; PÈNE, F.; NSEIR, S. ICU-acquired infections in immunocompromised patients. **Intensive Care Medicine**, v. 50, p. 332-349, 2024. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s00134-023-07295-2.

MEHTA, Y.; GUPTA, A.; TODI, S.; MYATRA, S. N.; SAMADDAR, D. P.; PATIL, V.; BHATTACHARYA, P. K.; RAMASUBBAN, S. Guidelines for prevention of hospital acquired infections. **Indian Journal of Critical Care Medicine**, v. 18, n. 3, 2014, p. 149-163. Disponível em: https://www.ijccm.org/doi/pdf/10.4103/0972-5229.128705.

RIBEIRO, E. A.; FERREIRA, I. J. B.; MACHADO, G. S. Impacto de intervenções para controle e mitigação de infecções relacionadas à assistência à saúde causadas por bactérias multirresistentes - revisão integrativa. **Revista Saúde (Santa Maria)**, v. 49, n. 2, art. e69797, 2023. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/revistasaude/article/view/69797.

SHIMABUKURO, P. M. S.; SILVA, C. P. R.; MORAIS, R. B. de; FELIX, A. M. S.; FIGUEIREDO, R. M. de; FERNANDES, H.; HINO, P.; TAMINATO, M. Prevenção e controle de infecção por Candida auris em serviços de saúde: contribuição da revisão integrativa integrativa da literatura. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 6, n. 6, p. 28141-28159, 2023. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/64823.

VALENTINE, J. C.; HALL, L.; VERSPOOR, K. M.; WORTH, L. J. The current scope of healthcare-associated infection surveillance activities in hospitalized immunocompromised patients: a systematic review. **International Journal of Epidemiology**, v. 48, n. 6, p. 1768-1782, 2019. Disponível em: https://academic.oup.com/ije/article/48/6/1768/5541037.

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

AVANÇOS NO DIAGNÓSTICO E MANEJO DE DOENÇAS INFECCIOSAS EMERGENTES: ESTRATÉGIAS ATUAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

ALINE RODRIGUES DOS SANTOS; ELANY ALLANA NUNES MACIEL; GIOVANNA BRENDA MÁXIMO DE ALMEIDA; ROBERTA LEHANE DIAS DE SOUZA; JÉSSYKA ROCHA FERREIRA; EMILY DE MENEZES SILVA; EDUARDA HOLANDA DE SOUZA

RESUMO

Doenças infecciosas emergentes representam um desafio crescente à saúde global devido à rápida propagação de agentes patogênicos e à complexidade de seu manejo clínico. A detecção precoce e o manejo eficaz dessas enfermidades são essenciais para reduzir morbidade e mortalidade, além de minimizar impactos sociais e econômicos associados a surtos. O objetivo deste trabalho foi investigar os avanços recentes no diagnóstico e manejo de doenças infecciosas emergentes, destacando estratégias inovadoras e perspectivas futuras que possam aprimorar a resposta clínica e a vigilância epidemiológica. Para tanto, realizou-se uma revisão integrativa baseada em estudos publicados em periódicos multidisciplinares nas áreas de saúde, biologia e ciências médicas, selecionando artigos com texto completo, publicados nos últimos cinco anos e diretamente relacionados ao tema. Os dados foram organizados por tipo de abordagem – molecular, epidemiológica, terapêutica e vacinal – analisando métodos aplicados, contexto populacional, principais achados e contribuições práticas e teóricas. A síntese evidenciou a relevância de testes moleculares rápidos, integração de dados epidemiológicos em tempo real, protocolos clínicos adaptativos e desenvolvimento de vacinas inovadoras, com destaque para a redução de tempo entre detecção e intervenção, aumento da eficácia terapêutica e melhoria de desfechos populacionais. Convergências observadas incluíram a importância da multidisciplinaridade e da adaptação tecnológica, enquanto divergências envolveram sensibilidade de métodos diagnósticos, viabilidade de implementação em diferentes contextos e lacunas em protocolos padronizados. Apesar dos avanços, foram identificadas limitações relacionadas à heterogeneidade metodológica, amostras restritas e lacunas conceituais sobre resistência antimicrobiana e adaptação viral. Em conclusão, os achados reforçam que a integração de diagnósticos moleculares, estratégias preventivas e protocolos clínicos adaptativos constitui um caminho promissor para o enfrentamento de doenças infecciosas emergentes. Pesquisas futuras devem priorizar estudos multicêntricos, padronização metodológica e incorporação de tecnologias emergentes, com vistas a ampliar a compreensão do fenômeno, reduzir lacunas existentes e fornecer subsídios robustos para políticas de saúde e práticas clínicas baseadas em evidências.

Palavras-chave: Sinais e sintomas de infecção; Fluxo assistencial; Farmacologia clínica.

1 INTRODUÇÃO

O surgimento de doenças infecciosas emergentes representa um desafio contínuo à saúde global, exigindo abordagens diagnósticas e terapêuticas cada vez mais sofisticadas. Essas

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71099

enfermidades envolvem a rápida propagação de agentes patogênicos virais, bacterianos ou fúngicos, frequentemente associados a mutações genéticas, adaptação a novos hospedeiros ou mudanças ambientais (Altindiş; Kahraman Kilbaş, 2023; Liu et al., 2023). O impacto dessas doenças é multidimensional, afetando diretamente a saúde populacional, sobrecarregando sistemas de atenção médica e influenciando a estabilidade socioeconômica de regiões vulneráveis (Campos et al., 2023; Gama et al., 2024). Avanços recentes em diagnóstico molecular, vigilância epidemiológica e desenvolvimento de vacinas oferecem novas perspectivas para detecção precoce e manejo eficaz, apontando tendências que incluem testes rápidos baseados em biologia molecular e inteligência artificial aplicada à saúde (Tsalik; Bonomo; Fowler Jr, 2018; Manolescu; Stoicescu; Fildan, 2025). O potencial impacto dessas estratégias se reflete não apenas na mitigação de surtos, mas também na consolidação de políticas públicas e na redução da mortalidade associada (Ribeiro et al., 2024).

Dentro desse contexto, o estudo concentra-se especificamente nas estratégias atuais e perspectivas futuras para o diagnóstico e manejo de doenças infecciosas emergentes, com foco em inovações moleculares e intervenções terapêuticas direcionadas. Apesar do progresso significativo, permanecem lacunas relevantes, como a limitada disponibilidade de testes altamente sensíveis em regiões de risco, a emergência de resistência antimicrobiana e a necessidade de integração de dados epidemiológicos em tempo real (Altindiş; Kahraman Kilbaş, 2023; Ribeiro et al., 2024; Tsalik; Bonomo; Fowler Jr, 2018). Essas lacunas destacam a urgência de abordagens mais eficientes e adaptativas, capazes de reduzir o tempo entre a detecção e a intervenção clínica. Assim, a problemática central deste trabalho reside na identificação e análise das estratégias que podem superar as limitações atuais, garantindo um manejo mais ágil e eficaz de surtos emergentes (Gama et al., 2024; Manolescu; Stoicescu; Fildan, 2025).

A relevância deste tema é reforçada pela crescente frequência e diversidade de agentes infecciosos emergentes, bem como pelo impacto direto na saúde pública e na segurança global. Estudos recentes enfatizam a necessidade de integrar diagnósticos moleculares avançados com abordagens preventivas, como vacinas inovadoras e protocolos clínicos adaptativos (Campos et al., 2023; Liu et al., 2023). Entretanto, existem divergências quanto à implementação prática dessas tecnologias em larga escala, evidenciando lacunas na acessibilidade, custo-benefício e aplicação em cenários de baixa infraestrutura (Ribeiro et al., 2024; Tsalik; Bonomo; Fowler Jr, 2018). O aprofundamento dessas questões permite não apenas mapear as falhas existentes, mas também propor soluções que aumentem a eficácia do manejo de doenças emergentes, contribuindo para o avanço científico e a redução do risco epidemiológico global (Altindiş; Kahraman Kilbaş, 2023; Manolescu; Stoicescu; Fildan, 2025).

Diante desse panorama, o objetivo geral deste trabalho é investigar e sintetizar os avanços recentes no diagnóstico e manejo de doenças infecciosas emergentes, destacando estratégias inovadoras e perspectivas futuras. Pretende-se abordar, de forma integrada, o papel de técnicas moleculares de detecção, intervenções terapêuticas e medidas preventivas no enfrentamento de surtos emergentes (Liu et al., 2023; Campos et al., 2023; Gama et al., 2024). Espera-se que este estudo forneça uma visão consolidada das práticas mais eficazes e das tendências emergentes, servindo como referência para pesquisadores, profissionais de saúde e formuladores de políticas, promovendo a implementação de estratégias mais precisas e adaptadas à realidade epidemiológica global (Ribeiro et al., 2024; Manolescu; Stoicescu; Fildan, 2025).

2 MATERIAL E MÉTODOS

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71099

O presente trabalho consiste em uma revisão integrativa da literatura, conduzida com o objetivo de sintetizar avanços recentes no diagnóstico e manejo de doenças infecciosas emergentes. A análise buscou consolidar informações oriundas de diferentes estudos empíricos e teóricos, aplicando abordagem qualitativa, descritivo-analítica e interpretativa, com ênfase na identificação de tendências inovadoras e lacunas ainda existentes. Não houve coleta de dados primários, sendo toda a investigação baseada em fontes secundárias, garantindo a confiabilidade científica e a consistência metodológica compatíveis com revisões bibliográficas rigorosas.

Os dados foram obtidos por meio da seleção criteriosa de artigos publicados em periódicos multidisciplinares nas áreas de saúde, biologia e ciências médicas, incluindo revistas indexadas que disponibilizam textos completos, como as referências previamente listadas. Foram incluídos documentos oficiais, diretrizes institucionais e literatura técnica de relevância reconhecida, publicados nos últimos cinco anos, em idioma português ou inglês, e diretamente relacionados ao tema central. Estudos duplicados, opinativos, sem metodologia explícita ou fora do escopo do tema foram excluídos, garantindo a qualidade e a pertinência científica do corpus analisado.

A busca foi operacionalizada considerando subáreas de Ciências Biológicas, Medicina e Saúde Pública, utilizando descritores-chave em português e inglês, sem repetição, como “doenças infecciosas emergentes”, “diagnóstico molecular”, “resistência antimicrobiana”, “manejo clínico” e “vacinas inovadoras”. Foram aplicados operadores booleanos para otimizar a seleção: “AND” para recuperar artigos que contivessem todos os termos, “OR” para incluir sinônimos e “NOT” para excluir termos irrelevantes. A combinação estratégica dos descritores buscou maximizar a sensibilidade, captando a maior quantidade possível de estudos relevantes, e aumentar a especificidade, minimizando a inclusão de resultados não pertinentes.

Após a seleção, os artigos foram lidos integralmente e analisados de forma sistemática. Foram extraídas informações relativas ao tipo de estudo, métodos aplicados, contexto ou população investigada, principais resultados, limitações, implicações práticas e contribuições teóricas. A análise seguiu abordagem qualitativa, temática e comparativa, permitindo identificar convergências, divergências, lacunas e tendências emergentes na área. A síntese resultante preserva coerência interpretativa, consistência interna e reprodutibilidade, oferecendo uma visão consolidada e confiável do panorama atual sobre o diagnóstico e manejo de doenças infecciosas emergentes.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O panorama atual sobre o diagnóstico e manejo de doenças infecciosas emergentes evidencia uma diversidade de abordagens que combinam técnicas moleculares avançadas, estratégias preventivas e intervenções terapêuticas adaptativas. Observa-se que o campo encontra-se em rápido desenvolvimento, marcado por debates sobre sensibilidade e especificidade de métodos diagnósticos, além de desafios relacionados à resistência antimicrobiana e à implementação de vacinas inovadoras. Entre as tendências emergentes, destacam-se o uso de testes rápidos baseados em PCR e biossensores, a integração de dados epidemiológicos em tempo real e a adaptação de protocolos clínicos por meio de inteligência artificial. Aproximadamente metade dos estudos enfatiza a importância da detecção precoce e da integração multidisciplinar no manejo das doenças, evidenciando a heterogeneidade metodológica e a diversidade de contextos abordados. A **Tabela 1** sintetiza os principais estudos, destacando métodos, populações analisadas, foco das intervenções e resultados relevantes.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71099

Tabela 1 – Principais características dos estudos sobre doenças infecciosas emergentes.

Tipo de abordagem	População/Contexto	Métodos principais	Principais achados
Molecular	Hospitais urbanos	PCR, biossensores	Detecção rápida de patógenos
Epidemiológico	População rural	Vigilância em tempo real	Identificação precoce de surtos
Terapêutico	Adultos infectados	Protocolos clínicos adaptativos	Redução de mortalidade
Vacinal	Comunidades de risco	Ensaios clínicos de novas vacinas	Indução de resposta imune eficaz

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Os estudos foram organizados em quatro categorias temáticas: diagnóstico molecular, controle de resistência antimicrobiana, estratégias preventivas (incluindo vacinas) e protocolos clínicos adaptativos. Convergências entre os trabalhos indicam que a integração de métodos diagnósticos rápidos e a aplicação de intervenções direcionadas aumentam significativamente a eficácia do manejo de surtos. Divergências surgem principalmente na escolha de técnicas moleculares específicas, sensibilidade dos testes e viabilidade de implementação em regiões com recursos limitados. Observou-se ainda inconsistência na padronização de protocolos clínicos, reforçando a necessidade de diretrizes mais uniformes e replicáveis.

As implicações desses achados abrangem aspectos teóricos, práticos e sociais. No campo teórico, os estudos avançam na compreensão da interação entre patógenos emergentes e sistemas de detecção molecular, oferecendo modelos conceituais inovadores para análise de surtos. No âmbito prático, os achados sugerem a adoção de testes rápidos combinados com vigilância epidemiológica, otimização de protocolos clínicos e priorização de vacinas emergentes, aumentando a capacidade de resposta a epidemias. Socialmente, as contribuições favorecem a redução do impacto populacional de doenças infecciosas emergentes, promovendo políticas de saúde mais eficazes. A **Tabela 2** apresenta de forma comparativa as principais implicações identificadas para cada eixo temático.

Tabela 2 – Implicações teóricas, práticas e sociais por eixo temático.

Eixo temático	Implicações teóricas	Implicações práticas	Implicações sociais
Diagnóstico molecular	Modelos de detecção precoce	Testes rápidos aplicáveis em hospitais	Redução de propagação de surtos
Resistência antimicrobiana	Compreensão de mecanismos adaptativos	Uso racional de antibióticos	Preservação da eficácia terapêutica
Estratégias preventivas	Perspectiva de imunização inovadora	Ensaios clínicos e vacinas emergentes	Proteção de comunidades vulneráveis
Protocolos clínicos	Abordagens adaptativas para tratamento	Implementação de fluxos clínicos otimizados	Melhoria de desfechos de saúde

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

As contribuições mais significativas incluem a consolidação de métodos moleculares precisos, avanços em vacinas contra patógenos emergentes e a implementação de estratégias clínicas adaptativas. Tais avanços ampliam a compreensão dos mecanismos de detecção e manejo, oferecendo alternativas mais eficazes para reduzir a morbidade e mortalidade associadas. Além disso, a integração de dados em tempo real e a utilização de abordagens preditivas representam um salto qualitativo no planejamento e na resposta a surtos.

Apesar dos progressos, limitações persistem. Observa-se falta de padronização metodológica, amostras pequenas ou heterogêneas, ausência de replicações consistentes e lacunas teóricas sobre mecanismos específicos de resistência ou adaptação viral. A necessidade de novos estudos com amostras representativas, protocolos replicáveis e integração de tecnologias emergentes torna-se evidente. A **Tabela 3** apresenta diretrizes sugeridas para

pesquisas futuras, destacando áreas que demandam maior investigação e abordagens inovadoras.

Tabela 3 – Diretrizes e lacunas para pesquisas futuras.

Área de pesquisa	Lacunas identificadas	Sugestões metodológicas	Possíveis avanços
Diagnóstico molecular	Sensibilidade limitada em campo	Ensaios comparativos de biossensores	Detecção mais rápida e confiável
Resistência antimicrobiana	Protocolos pouco uniformes	Estudos longitudinais e replicáveis	Uso racional de antibióticos
Vacinas emergentes	Cobertura populacional limitada	Ensaios clínicos multicêntricos	Aumento da imunização comunitária
Protocolos clínicos adaptativos	Padronização insuficiente	Modelagem preditiva e fluxos clínicos	Redução de mortalidade e otimização de recursos

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Em síntese, os achados revelam que o manejo de doenças infecciosas emergentes evoluiu significativamente, com destaque para diagnósticos moleculares, vacinas inovadoras e estratégias clínicas adaptativas. A interpretação científica indica que a integração dessas abordagens pode aumentar a efetividade das respostas a surtos, reduzir impactos sociais e aprimorar políticas de saúde. As tendências emergentes e as lacunas identificadas fornecem uma base sólida para direcionar futuras investigações, promovendo avanços contínuos na detecção precoce e no manejo eficiente de patógenos emergentes.

4 CONCLUSÃO

A revisão permitiu consolidar avanços recentes no diagnóstico e manejo de doenças infecciosas emergentes, destacando métodos moleculares precisos, estratégias clínicas adaptativas, vacinas inovadoras e integração de dados em tempo real como padrões consistentes de eficácia. Os achados evidenciam que a detecção precoce e a aplicação de intervenções direcionadas reduzem morbidade e mortalidade, fortalecendo a capacidade de resposta a surtos e oferecendo bases sólidas para políticas de saúde mais eficazes. Observou-se ainda convergência entre diferentes abordagens quanto à importância da integração multidisciplinar e da adaptação tecnológica às necessidades locais.

Entre as limitações identificadas, destacam-se a escassez de estudos recentes em determinadas regiões, heterogeneidade metodológica, lacunas conceituais sobre resistência e adaptação de patógenos, restrições de acesso a dados completos e a necessidade de padronização de protocolos clínicos. Essas delimitações evidenciam que, embora os avanços sejam significativos, existem áreas que requerem aprofundamento para garantir consistência e reprodutibilidade científica.

As implicações dos achados abrangem aspectos teóricos, com novos modelos conceituais de vigilância e manejo; práticos, com a implementação de protocolos clínicos e testes rápidos; e tecnológicos, com a incorporação de biossensores e análise preditiva de surtos. O estudo demonstra que a integração desses elementos pode ampliar a compreensão do fenômeno investigado e oferecer soluções mais ágeis para a saúde pública, favorecendo a tomada de decisões baseada em evidências.

Para futuras pesquisas, sugere-se o desenvolvimento de estudos multicêntricos e replicáveis, ensaios clínicos ampliados e abordagens metodológicas padronizadas que permitam comparar resultados entre diferentes contextos. Recomenda-se também explorar novas tecnologias de detecção, estratégias de prevenção e integração de dados epidemiológicos em tempo real, visando reduzir lacunas existentes e aprofundar o conhecimento sobre a dinâmica de doenças infecciosas emergentes. Esses caminhos promissores podem consolidar

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71099

práticas mais eficazes, promover inovações no manejo clínico e orientar políticas de saúde baseadas em evidências robustas.

REFERÊNCIAS

ALTINDIŞ, M.; KAHRAMAN KILBAŞ, E. P. Managing viral emerging infectious diseases via current and future molecular diagnostics. **Diagnostics**, v. 13, n. 8, art. 1421, 2023. Disponível em: https://www.mdpi.com/2075-4418/13/8/1421.

CAMPOS, Y. M. C.; COSTA, M.; MARQUES, L. S. M.; ABDALA, B. B.; ZAQUEL, M. K.; GOLART, B. S.; SILVA, A. J. A.; COSTA, A. C. M. S. F. da; ROMEIRO, E. T.; SOUSA, G. T. de. Perspectivas promissoras em vacinas contra doenças infecciosas emergentes. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 9, n. 7, p. 1698-1709, 2023. Disponível em: https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/10700.

GAMA, K. M. da; ROMEIRO, E. T.; SILVA, C. L. da; JESUS, B. M. S. de; FREITAS, H. C. de; SOUSA, B. E. de; SANTOS, V. S. dos; MEDEIROS, G. A. A. de; HACKENHAAR, T. S.; LUSTOSA, A. Estratégias de controle e prevenção de doenças infecciosas emergentes: lições aprendidas e futuras direções**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 3, p. 38-44, 2024. Disponível em: https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/13103.

LIU, Q.; JIN, X.; CHENG, J.; ZHOU, H.; ZHANG, Y.; DAI, Y. Advances in the application of molecular diagnostic techniques for the detection of infectious disease pathogens (review). **Molecular Medicine Reports**, v. 27, n. 5, art. 104, 2023. Disponível em: https://www.spandidos-publications.com/10.3892/mmr.2023.12991.

MANOLESCU, D.; STOICESCU, E. R.; FILDAN, A. P. Editorial: advances in the diagnosis and management of infectious diseases. **Frontiers in Cellular and Infection Microbiology**, v. 15, art. 1765521, 2025. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/cellular-and-infection-microbiology/articles/10.3389/fcimb.2025.1765521/full.

RIBEIRO, V. A.; BARBOSA, M. G. de M.; MANZAN, A. L. L. V.; VERDEROZI, M. E. R.; LEÃO, A. Q.; BARRETO, T. C.; SILVESTRE, M. de A. Desafios da resistência antimicrobiana no manejo de doenças infecciosas em adultos. **Revista Eletrônica Acervo Médico**, v. 24, p. e18455, 2024. Disponível em: https://acervomais.com.br/index.php/medico/article/view/18455.

TSALIK, E. L.; BONOMO, R. A.; FOWLER JR, V. G. New molecular diagnostic approaches to bacterial infections and antibacterial resistance. **Annual Review of Medicine**, v. 69, p. 379-394, 2018. Disponível em: https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-med-052716-030320.

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

BIOLOGIA FORENSE E ENRIQUECIMENTO CURRICULAR PARA ALTAS HABILIDADES

ANNA FERNANDES SILVA CHAGAS DO NASCIMENTO; RÔMULO TEIXEIRA BRAGA NUNES

Introdução: As altas habilidades/superdotação são compreendidas como um fenômeno multidimensional, alinhado a modelos contemporâneos que enfatizam a interação entre habilidades cognitivas, criatividade, motivação e fatores socioemocionais. A identificação ampla e contínua dos estudantes, a necessidade de práticas educacionais inclusivas, o enriquecimento curricular e a flexibilização pedagógica no ensino regular constituem elementos-chave para uma jornada educacional consolidada, promovendo experiências cristalizadoras.O estudo da biologia forense é importante por promover a aprendizagem contextualizada e significativa, ao aplicar conceitos biológicos em situações reais ou simuladas de investigação científica.**Objetivo:** Promover o enriquecimento curricular de estudantes com altas habilidades/superdotação por meio do estudo prático da biologia forense, desenvolvendo competências investigativas, pensamento científico e autonomia intelectual.**Relato de caso/experiência:** A proposta de oficina de biologia forense foi desenvolvida durante 6 meses, no primeiro semestre de 2025, com encontros semanais de 2 horas de duração por encontro. As aulas eram pensadas a partir da utilização de casos fictícios de crimes,elaborados com intencionalidade didática,nos quais os alunos atuaram como investigadores científicos responsáveis pela resolução dos problemas apresentados. As atividades foram estruturadas com base na aprendizagem investigativa, envolvendo a análise de vestígios simulados e a aplicação de conceitos de biologia forense e biotecnologia,tais como genética, identificação por DNA, biologia molecular e microbiologia.Os estudantes foram desafiados a formular hipóteses,interpretar dados,correlacionar evidências biológicas e justificar conclusões de forma argumentativa e científica. Observou-se elevado engajamento,autonomia intelectual e aprofundamento conceitual,além do desenvolvimento de habilidades cognitivas superiores, como pensamento crítico, resolução de problemas complexos e tomada de decisão baseada em evidências. A experiência evidenciou que o uso de casos forenses fictícios constitui uma metodologia eficaz para contextualizar conteúdos biológicos, potencializar o ensino prático e atender às necessidades educacionais específicas de estudantes com altas habilidades.**Conclusão:**A abordagem investigativa possibilitou a integração entre teoria e prática, favorecendo a aplicação contextualizada de conceitos de biologia forense e biotecnologia em situações-problema complexas e desafiadoras. O protagonismo dos estudantes no processo investigativo contribuiu significativamente para o desenvolvimento de competências científicas,pensamento crítico,autonomia intelectual e capacidade de argumentação baseada em evidências.Além disso,a proposta mostrou-se alinhada às necessidades educacionais específicas desse público,ao oferecer desafios cognitivos compatíveis com seu potencial,evitando a fragmentação ou superficialidade dos conteúdos.

Palavras-chave: **ALTAS HABILIDADES; ENRIQUECIMENTO ACADÊMICO; BIOLOGIA FORENSE**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71102

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

A ESCRITA LITERÁRIA COMO PONTE ENTRE CIÊNCIA E ARTE NO DESENVOLVIMENTO DE ALTAS HABILIDADES

ANNA FERNANDES SILVA CHAGAS DO NASCIMENTO; VINÍCIUS RICHTER GUIMARÃES; ROMULO TEIXEIRA BRAGA NUNES

Introdução: As altas habilidades/superdotação são compreendidas como um fenômeno multifatorial, alinhado à interação de competências cognitivas, criatividade, dimensões socioemocionais e envolvimento com a aprendizagem e a tarefa.Nesse cenário,o incentivo à escrita criativa assume relevância ao favorecer uma aprendizagem significativa e contextualizada,na qual os alunos com altas habilidades podem, por meio da produção de textos autorais, articular temas como ciência e artes, desenvolvendo habilidades expressivas e pensamento crítico.**Objetivo:** Promover o enriquecimento da aprendizagem de estudantes com altas habilidades por meio da escrita criativa, estimulando a produção de textos autorais que integrem ciência e artes, desenvolvendo a expressão criativa e a sensibilidade estética, culminando na elaboração de um livro como produto do processo formativo.**Relato de caso/experiência:** As atividades foram organizadas em encontros sistemáticos, nos quais os estudantes tiveram contato com diferentes linguagens artísticas e temas científicos, como literatura, artes visuais, música, astronomia, biologia, tecnologia e questões contemporâneas. A partir desses estímulos, os alunos foram incentivados a explorar múltiplos gêneros textuais, incluindo contos, crônicas, poesias e narrativas híbridas, promovendo a experimentação linguística e o diálogo entre conhecimentos científicos e expressões artísticas. O processo de escrita foi desenvolvido de forma gradual e reflexiva, envolvendo momentos de leitura, discussão coletiva, escrita individual, revisão textual e socialização das produções. Os estudantes foram encorajados a elaborar textos autorais, construir personagens, cenários e enredos, bem como a utilizar conceitos científicos como elementos narrativos e simbólicos, favorecendo a interdisciplinaridade e a ampliação do repertório cultural. Como culminância do trabalho, os textos produzidos foram selecionados, organizados e editados coletivamente para a elaboração de um livro, que se configurou como produto final da oficina e como registro do processo criativo vivido pelos estudantes.**Conclusão:** A escrita pode ser explorada como território de experimentação, no qual arte e ciência se encontram para pensar o mundo e reinventá-lo pela palavra. A escrita criativa foi compreendida como um laboratório das palavras: um espaço de observação, formulação de hipóteses, erros e descobertas. Assim como o cientista testa suas ideias para compreender a realidade, observou-se que o processo de escrita pressupõe experimentar formas, imagens e sentidos para dar voz àquilo que permanece oculto na superfície das palavras.

Palavras-chave: **ALTAS HABILIDADES; CIÊNCIA E ARTES; ESCRITA CRIATIVA**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71110

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

ANÁLISE FILOGENÉTICA DO GÊNERO AKODON (RODENTIA, CRICETIDAE): VERIFICANDO A POSIÇÃO TAXONÔMICA DAS ESPÉCIES A. SERRENSIS E A. REIGI

JAQUELINE MACENA SANTOS SILVA; WILLIAM DE ASSIS SILVA

Introdução: O gênero *Akodon* (Rodentia, Cricetidae), com 45 espécies, é o maior gênero da tribo Akodontini. Atualmente, há incerteza quanto ao monofiletismo do gênero devido a análises filogenéticas envolvendo as espécies *A. serrensis* e *A. reigi*, pois a literatura mostra variações na posição taxonômica dessas espécies em algumas árvores filogenéticas preliminares, apresentando-se, muitas vezes, mais próximas a espécies de outros gêneros. **Objetivo:** O presente estudo objetivou testar o monofiletismo do gênero *Akodon* por meio de análises filogenéticas baseadas em três marcadores moleculares: o nuclear IRBP e os mitocondriais CYTB e COI. **Metodologia:** Foram analisadas 23 espécies de roedores sigmodontíneos, incluindo 14 representantes da tribo Akodontini, sete espécies do gênero *Akodon* e três espécies externas. As sequências foram obtidas do GenBank, alinhadas no MAFFT e analisadas individualmente e de forma concatenada. As inferências filogenéticas foram realizadas pelos métodos de Máxima Parcimônia (MP), Máxima Verossimilhança (MV) e Inferência Bayesiana (IB). O marcador IRBP apresentou 1.050 caracteres e 184 sítios informativos, com altos índices de consistência (CI = 0,87) e retenção (RI = 0,71). O marcador CYTB apresentou 728 caracteres e 314 sítios informativos, porém menores valores de consistência (CI = 0,39; RI = 0,35). O COI apresentou 648 caracteres e 205 sítios informativos, com valores intermediários (CI = 0,52; RI = 0,32). A análise concatenada totalizou 2.426 caracteres e 703 sítios informativos (CI = 0,48; RI = 0,38). **Resultados:** Os resultados indicaram que o gênero *Akodon* não é monofilético. *Akodon serrensis* apresentou posicionamento variável, agrupando-se com *Deltamys kempi* nas análises com IRBP e com *Thaptomys nigrita* nas análises com CYTB e nos dados concatenados, com valores de bootstrap variando entre 50 e 64 na MV e probabilidades posteriores inferiores a 0,08 na IB. Em contraste, *Akodon reigi* manteve-se próxima às demais espécies do gênero, formando agrupamentos com *A. paranaensis* e *A. montensis*, embora com politomias e suporte moderado (bootstrap ≈ 52). **Conclusão:** Portanto, fica evidente a necessidade da realização de análises mais robustas que envolvam a revisão taxonômica do gênero *Akodon*, que compreendam, além de análises moleculares, análises morfológicas, para que *A. serrensis* possa ser readequado no gênero correto, de acordo com seus critérios evolutivos.

Palavras-chave: **FILOGENIA; MONOFILETISMO; MARCADORES MOLECULARES**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71127

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

PRODUÇÃO DE MUDAS DE LEGUMINOSAE PARA RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA DO PARQUE ZOOBOTÂNICO LEOPOLDO LINHARES FERNANDES, ALTA FLORESTA, MATO GROSSO

JOSÉ MARTINS FERNANDES; ARTHUR GABRIEL MOREIRA DIAS; JOÃO RICARDO VACARO MONGUINI; PAULO HENRIQUE GOMES DOS SANTOS; SARA CRISTINA FLAUZINO DA SILVA; DANIEL VICENTE CARRARA; YANE EDUARDA CAMPOS VERRUCK

RESUMO

Entre os principais prejuízos ambientais provocados pela ação humana, estão a perda de biodiversidade, extinção de espécies da fauna e da flora, erosão genética, degradação do solo, assoreamento de rios e mudanças climáticas. Sendo a restauração ecológica uma intervenção viável para reestabelecer o equilíbrio dos ambientes. A restauração envolve a reconstrução gradual da vegetação, resgatando sua biodiversidade, função ecológica e sustentabilidade ao longo do tempo. Nesse sentido, o trabalho apresenta as espécies de Leguminosae que estão sendo usadas para a restauração ecológica do Parque Zoobotânico Leopoldo Linhares Fernandes, localizado no centro urbano do município de Alta Floresta, Mato Grosso. Entre abril de 2025 e abril de 2026, o parque está passando por etapas importantes em 48 anos de fundação, como a produção de mudas, georreferenciamento, corte controlado das lianas, construção de trilhas e plantio de mudas, por meio de projeto de extensão entre Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) e Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável de Alta Floresta. A coleta de órgãos vegetativos e reprodutivos foi realizada em 11 locais do município, principalmente sementes e plântulas. As mudas foram produzidas no Horto Medicinal de Alta Floresta, na Unidade I (UNEMAT/AF), fazendo uso de saquinhos de plástico e terra preta. Foram 14 espécies da família com produção de mudas - *Enterolobium maximum*, *Erythrina mulungu*, *Hydrochorea elegans*, *Hymenaea courbaril*, *Inga alba*, *Inga capitata*, *Inga edulis*, *Inga laurina*, *Inga nobilis*, *Inga pilosula*, *Parkia multijuga*, *Pseudalbizzia niopoides*, *Samanea tubulosa* e *Swartzia laurifolia*. A produção das mudas foi bem-sucedida, exceto da espécie *Samanea tubulosa*, que após o transplante nos saquinhos poucas plântulas sobreviveram. São espécies arbóreas de pequeno, médio e grande porte, que após o plantio irão contribuir na reconstrução do estrato arbóreo no entorno e no interior do parque, além de oferecer recursos alimentares como flores, frutos e sementes. Esses recursos irão contribuir com as relações ecológicas da flora e da fauna na unidade de conservação, principalmente as duas espécies de primatas ameaçadas de extinção - *Ateles chamek* (macaco-aranha-de-cara-preta Vulnerável) e *Plecturocebus grovesi* (zogue-zogue Criticamente ameaçado). O trabalho demonstra que recurso humano pode fazer a diferença na ausência de recurso financeiro.

Palavras-chave: Biodiversidade; Conservação; Extensão Universitária.

1 INTRODUÇÃO

A Constituição Federal de 1988 assegura a todos os brasileiros, no art. 225 um “meio ambiente ecologicamente equilibrado” e impõe ao poder público e à coletividade o dever de

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71296

defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 1988). No Brasil, as unidades de conservação são divididas em "Unidades de Proteção Integral" e "Unidades de Uso Sustentável", no primeiro grupo, a proteção da natureza é o principal objetivo, sendo permitido apenas o uso indireto dos recursos naturais, ou seja, aquele que não envolve consumo, coleta ou dano aos recursos naturais, como visitação, recreação em contato com a natureza, turismo ecológico, pesquisa científica, educação e interpretação ambiental em unidades federais, estaduais e municipais, enquanto no segundo grupo, é permitido o uso sustentável dos recursos naturais (OLIVEIRA; BARBOSA, 2010).

As unidades de conservação criadas pelos municípios podem representar uma importante ação para a ampliação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), além de proporcionar inúmeros benefícios aos municípios advindos da sua existência na região, tais como para a preservação e a restauração da diversidade de ecossistemas naturais (BRASIL, 2019). Porém, as unidades de conservação em áreas urbanas, principalmente em municípios com ampla expansão horizontal, enfrentam perca de diversidade e densidade de espécies da flora e da fauna devido a ação antrópica, sendo a restauração ecológica a forma apropriada para restabelecer a qualidade ambiental.

Dentre os prejuízos ambientais provocados pela ação humana, estão a perda de biodiversidade, extinção de espécies da fauna e flora, erosão genética, degradação do solo, assoreamento de rios e mudanças climáticas (CAMPOS et al., 2012). Como forma de reestabelecer o equilíbrio destes ambientes, utilizam-se a restauração ecológica. Segundo Sampaio (2021), a restauração ecológica é o processo de auxiliar o restabelecimento de um ecossistema após uma perturbação ou degradação, estabelecida pela Society for Ecological Restoration e reconhecida pela Sociedade Brasileira de Restauração Ecológica, incorporada nas políticas do Ministério do Meio Ambiente (MMA).

A restauração das florestas, portanto, envolve a reconstrução gradual da vegetação, resgatando sua biodiversidade, função ecológica e sustentabilidade ao longo do tempo, determinadas pelo resgate de várias espécies diferentes, incluindo outras formas de vidas além de árvores (ervas, arbustos, cipós, fauna, etc.) e as funções que cada espécie desempenha, de forma isolada ou em conjunto (BENINI et al., 2016). Segundo os mesmos autores, é necessária a mobilização dos governos municipal, estadual e federal, pessoas, empresas, do poder público e da sociedade de modo geral, que em sua maioria ainda não entendeu a importância de conservar e proteger o meio ambiente.

No caso do Parque Zoobotânico Leopoldo Linhares Fernandes, que é uma unidade de conservação municipal, fundada em 1978, acabou ficando no centro da área urbana e enfrentando ao longo do tempo os efeitos antrópicos (NISHI, 2001; SPANGA, 2004; SANTOS, 2024; FERNANDES, 2025). Dentre os problemas enfrentados na unidade, estão a perda de espécies, formação de clareiras, queda de diversas árvores de grande porte e predomínio de lianas, principalmente das famílias Bignoniaceae, Convolvulaceae, Leguminosae e Sapindaceae, com necessidade de corte controlado.

Entre abril de 2025 e abril de 2026, está acontecendo na área do parque a primeira restauração ecológica, com a produção de mudas, georreferenciamento, manejo controlado das lianas, construção de trilhas e plantio de mudas. Todas as etapas estão sendo finalizadas e serão publicadas em e-book, com todos os integrantes do projeto, mas aqui serão divulgadas apenas uma parte.

Nesse sentido, o trabalho teve como objetivo apresentar a produção de mudas da família Leguminosae para a restauração ecológica do Parque Zoobotânico Leopoldo Linhares Fernandes, localizado no município de Alta Floresta, Mato Grosso.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71296

2 MATERIAL E MÉTODOS

O Parque Zoobotânico Leopoldo Linhares Fernandes está localizado no município de Alta Floresta, Mato Grosso, considerado um importante fragmento florestal urbano, no bioma Amazônia (figura 1). Segundo Spanga (2004), o Parque Zoobotânico está situado no setor Industrial de Alta Floresta e possui 17,8 hectares. No início de 2025, a Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Alta Floresta (UNEMAT/AF), propôs uma parceria com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do município para a restauração ecológica do Parque Zoobotânico, por meio de projeto de extensão (UNEMAT/PJ063-2025).

Figura 1. Localização do município de Alta Floresta, Mato Grosso (A); Localização do Parque Zoobotânico Leopoldo Linhares Fernandes (B). Fonte: A) A. A. S. D. Almeida; B) Fernandes (2025).

Dentre as etapas do projeto, está a produção de mudas, com a coleta de frutos, sementes, plântulas e ramos em 19 locais do município de Alta Floresta. Aqui, são apresentados os dados apenas de Fabaceae, com a coleta de órgãos vegetativos e reprodutivos em 11 locais (Tabela 1). As mudas foram produzidas no Horto Medicinal de Alta Floresta, na Unidade I (UNEMAT/AF), fazendo uso de sementeiras para a coleta de plântulas, bem como a coleta de sementes e plântulas no campo para o plantio direto nos saquinhos, com o uso de terra preta. Tarefas como a produção, limpeza das ervas daninhas e irrigação das mudas foram executadas pela coordenação do projeto e durante ações de extensão.

A taxa de sucesso dos órgãos vegetativos e reprodutivos na produção de mudas foi organizada da seguinte forma: alta (100 – 80 %), média (79 – 30 %), baixa (29 – 0,1 %) e nenhuma (0 %). Os recursos alimentares das espécies estão de acordo com as características morfológicas dos órgãos vegetativos e reprodutivos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram 14 espécies arbóreas de Leguminosae com produção de mudas para a restauração ecológica do Parque Zoobotânico Leopoldo Linhares Fernandes, correspondendo a 56% das espécies, com apenas *Hydrochorea elegans* sem registro de ocorrência no parque (tabela 1; figura 2). São espécies para reestabelecer o estrato arbóreo em locais prioritários no entorno e no interior da unidade de conservação.

Leguminosae ou Fabaceae inclui 795 gêneros e quase 20.000 espécies no mundo, estando entre as três maiores famílias de plantas (LEWIS et al., 2005; LPWG, 2017), enquanto no Brasil é a principal família, com 3.133 espécies, estando entre as três famílias mais diversas

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71296

em todos os domínios fitogeográficos do país (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2026). Apresenta imensa importância ecológica e econômica pela forte associação da maioria de suas espécies com bactérias fixadoras de Nitrogênio, sendo as principais responsáveis pela entrada do Nitrogênio nos ecossistemas terrestres (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2026).

Tabela 1. Espécies arbóreas de Leguminosae para a restauração ecológica do Parque Zoobotânico Leopoldo Linhares Fernandes, Alta Floresta, Mato Grosso. Local de coleta dos órgãos vegetativos e reprodutivos para a produção de mudas (*): 1=Floresta Surucuá, 2=Chácara Serrinha, 3=Chácara Morada da Paz, 4=Sítio do Zeca, 5=Unidade II/UNEMAT, 6=Fazenda Novo Oriente, 7= Unidade I/UNEMAT, 8=Bairro Sol Nascente, 9=Bairro Jardim das Mangueiras, 10=Setor B, 11=região do laticínio. Taxa de sucesso na produção de mudas (**): alta[1], média[2], baixa[3], nenhuma[4]. Recursos alimentares das espécies (***): a=mesocarpo polposo, b=mesocarpo-endocarpo polposo, c=néctar foliar; d=néctar floral, e=pólen, f=pétalas carnosas ou não, g=arilo, h=sarcotesta, i=cotilédone carnoso, j=cotilédone não carnoso, k=endocarpo farináceo.

Família/espécie	Nome popular	Coleta do órgão*	Tipo de órgão para produção de mudas**	Plantio no parque ***
Enterolobium maximum Ducke	timburi	1	[2]semente	sim[a,c,d,e]
Erythrina mulungu Mart.	mulungu	9	[1]ramo	não[c,d,e,i]
Hydrochorea elegans (Ducke) M.V.B.Soares, Iganci & M.P.Morim	-	1	[3]semente	sim[c,d,e]
Hymenaea courbaril L.	jatobá	7, 11	[1]semente, plântula	sim[d,e,f,k]
Inga alba (Sw.) Willd.	ingá	6	[1]semente	sim[c,d,e,h,i]
Inga capitata Desv.	ingá	1	[1]semente	sim[c,d,e,h,i]
Inga edulis Mart.	ingá	8, 10	[1]semente	sim[c,d,e,h,i]
Inga laurina (Sw.) Willd.	ingá	5	[1]semente	sim[c,d,e,h,i]
Inga nobilis Willd.	ingá	5	[1]semente	não[c,d,e,h,i]
Inga pilosula (Rich.) J.F. Macbr.	ingá	5	[1]semente	sim[c,d,e,h,i]
Parkia multijuga Benth.	faveira	1	[1]semente	sim[c,d,e,i]
Pseudalbizzia niopoides (Spruce *ex* Benth.) E.J.M.Koenen & Duno	farinha-seca	3, 4	[1]plântula	sim[c,d,e,]
Samanea tubulosa (Benth.) Barneby & J.W.Grimes	sete-cascas	2, 3	[3]plântula	sim[a,c,d,e]
Swartzia laurifolia Benth.	gombeira-escamosa	7	[1]semente	sim[e,f,g]

As espécies do gênero *Inga*, que predominaram na produção de mudas, são árvores de pequeno a médio porte, entre 4 a 20 metros de altura na fase adulta (PENNINGTON, 1997; FERNANDES et al., 2023; FERNANDES, 2025), com a produção de frutos em poucos anos. Enquanto as árvores das espécies *Enterolobium maximum*, *Parkia multijuga* e *Pseudalbizzia niopoides*, podem chegar até 40 metros de altura (FERNANDES, 2023; FERNANDES, 2025), consideradas as mais altas no Parque Zoobotânico.

Os órgãos vegetativos e reprodutivos para a produção de mudas foram obtidos em 11 locais no município de Alta Floresta, principalmente semente e plântula (tabela 1). No caso da espécie *Erythrina mulungu*, não foi possível coletar as sementes, mas os galhos jovens demonstraram alta eficiência na produção de mudas.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71296

ISSN: 2675-813X

Figura 2. Mudas de Leguminosae para a restauração ecológica do Parque Zoobotânico Leopoldo Linhares Fernandes: a) *Enterolobium maximum*; b-c) *Erythrina mulungu*; d) muda de *Hydrochorea elegans* plantada no parque; e) *Hymenaea courbaril*; f) muda de *Inga alba* plantada no parque; g) *Inga edulis*; h-i) *Parkia multijuga*; j) *Pseudalbizzia niopoides*; k) sementes com arilo de *Swartzia laurifolia*; l) *Swartzia laurifólia*. Fotos: J. M. Fernandes.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71296

Como experimento, 11 ramos entre 20-40 cm de comprimento foram submetidos a enraizador com Ácido Indolbutírico, posteriormente colocados em saquinhos com terra preta, resultando em 100% dos ramos enraizados.

As sementes de *Hydrochorea elegans* demonstraram baixa taxa de germinação (tabela 1), mas todas as plântulas transplantadas nos saquinhos viraram mudas para o plantio no parque. As plântulas da espécie *Samanea tubulosa* coletadas no campo e transplantadas nos saquinhos tiveram baixa capacidade de sobrevivência, resultando em poucas mudas para o plantio no parque.

Quando as mudas ficaram adultas no parque irão oferecer vários recursos alimentares a fauna local, são eles: néctar foliar, néctar floral, pólen, pétalas carnosas ou não, frutos com mesocarpo polposo, mesocarpo-endocarpo polposo, endocarpo farináceo, sementes com arilo, sarcotesta adocicada, cotilédone carnoso e cotilédone não carnoso. Outros recursos também podem ser utilizados pela fauna, como as folhas. O macaco bugio, por exemplo, já foi observado se alimentando das folhas de *Inga alba* em fragmento florestal próximo ao Parque Zoobotânico. A fauna é bastante diversa no Parque Zoobotânico, com destaque aos primatas (prego, zogue-zogue, bugio, aranha-de-cara-preta e mico).

4 CONCLUSÃO

A produção de mudas para a restauração ecológica do Parque Zoobotânico Leopoldo Linhares Fernandes foi realizada com elevada riqueza de Leguminosae, correspondendo a 56% de todas as espécies com mudas produzidas, destacando-se o gênero *Inga*. São espécies que irão contribuir com a estrutura da floresta, bem como oferecer diversos recursos alimentares a fauna, incluindo espécies ameaçadas de extinção.

Toda iniciativa de restauração ecológica é importante para a melhoria de ambientes naturais, principalmente em florestas urbanas sob efeito antrópico, como no Parque Zoobotânico, e que os recursos humanos podem fazer a diferença em projetos sem financiamento.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição da república federativa do Brasil de 1988. Disponível: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm. Acesso: 20 jun. 2024.

BRASIL. Roteiro para Criação de Unidades de Conservação Municipais. 2 ed. Brasília – DF: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade, Departamento de Áreas protegidas, 2019.

CAMPOS, W. H.; MIRANDA-NETO, A.; PEIXOTO, H. J. C.; GODINHO, L. Contribuição da fauna silvestre em projetos de restauração ecológica no Brasil. Pesquisa Florestal Brasileira, v. 32, n. 72, p. 429-440, 2012.

SAMPAIO, A. B.; RIBEIRO, K. T.; VIEIRA, D. M.; SILVA, D. C. B. Guia de restauração ecológica para gestores de unidades de conservação - versão 1. Brasília – DF: Instituto Chico Mendes, Ministério do Meio Ambiente, 2021.

FERNANDES, J. M. Estudo florístico-taxonômico do clado Mimosoide (Caesalpinioideae, Leguminosae) no Parque Zoobotânico Leopoldo Linhares Fernandes, Alta Floresta, Mato

Grosso subsídios à conservação. Revista Brasileira de Geografia Física, 18(4), 2502–2524, 2025.

FERNANDES, J. M. Leguminosas Neotropicais - As espécies dos gêneros *Enterolobium, Leucochloron sensu lato* e *Robrichia*. Ponta Grossa – PR: Atena, 2023.

FERNANDES, J. M.; SOARES, C. R. A.; SILVA, D. R. *Inga micronectarium* (Leguminosae): A new species in the Amazon rainforest, Brazil. Phytotaxa, 619, 232-240, 2023.

FLORA E FUNGA DO BRASIL. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2026. Disponível em: < http://floradobrasil.jbrj.gov.br/ >. Acesso em: 11 jan. 2026

LEWIS, G. P.; SCHRIRE, B.; MACKINDER, B.; LOCK, M. Legumes of the World. Royal Botanic Gardens, 2005.

LPWG - The Legume Phylogeny Working Group. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. Taxon, 66, 44-77, 2027. https://doi.org/10.5061/dryad.61pd6).

NISHI, I. D. G. Flora medicinal arbustiva e arbórea do Parque Zoobotânico Leopoldo Linhares Fernandes – Alta Floresta – MT: contribuição para o conhecimento etnobotânico. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, Mato Grosso, 2001.

OLIVEIRA, J. C. C.; BARBOSA, J. H. C. Roteiro para criação de unidades de conservação municipais. Brasília - DF: Ministério do Meio Ambiente, 2010.

PENNINGTON, T. D. The genus *Inga*: Botany. Kew: Royal Botanic Gardens, 1997.

SANTOS, B. P. Estudo taxonômico de Annonaceae Juss. no Parque Municipal Leopoldo Linhares Fernandes, Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, Mato Grosso, 2004.

SPANGA, M. L. Estudo de caso de uma comunidade de primatas em um fragmento florestal urbano: densidade, dieta e outros aspectos ecológicos. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade do Estado de Mato Grosso, Alta Floresta, Mato Grosso, 2004.

BENINI, R.; SANTANA, P.; BORGO, M.; GIRÃO, V.; CAMPOS, M.; NETTO, D. S. A.; RODRIGUES, R. R.; NAVE, A. G.; GANDOLF, S. Cartilha de restauração florestal para a região de Alto Teles Pires, MT. 2016. Disponível: https://www.tnc.org.br/content/dam/tnc/nature/en/documents/brasil/cartilha-restauracao-mt.pdf. Acesso: 20 jun. 2024.

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

BIOLOGIA E PROMOÇÃO DA SAÚDE: UMA ANÁLISE CURRICULAR E PROPOSITIVA PARA A PREVENÇÃO DE DOENÇAS CRÔNICAS NA ESCOLA

LIANA RAQUEL OLIVEIRA XAVIER; MAGNO DE SOUZA HOLANDA

Introdução: Visando mitigar a histórica desconexão entre os conteúdos teóricos de Biologia e a realidade prática dos estudantes, este capítulo dedica-se à apresentação detalhada, estruturação e fundamentação de uma Unidade Didática (UD) voltada para turmas do 1º ano do Ensino Médio. A proposta surge como uma resposta pedagógica estratégica à necessidade de abordar a prevenção de distúrbios metabólicos, especificamente a obesidade e o diabetes, integrando-os organicamente ao currículo escolar. **Objetivo:** O objetivo central da intervenção foi promover a transposição didática de conceitos complexos de Bioquímica Celular e Metabolismo Energético, deslocando o foco da memorização de estruturas microscópicas abstratas para uma compreensão funcional e sistêmica do organismo humano. **Metodologia:** Metodologicamente, a Unidade Didática foi organizada em uma sequência lógica e articulada de quatro momentos pedagógicos, todos alicerçados em metodologias ativas que privilegiam o protagonismo juvenil. O percurso iniciou-se com uma sondagem diagnóstica para mapear concepções prévias e hábitos alimentares, seguida por aulas dialogadas que correlacionaram as funções das macromoléculas (carboidratos, lipídios e proteínas) com a dieta cotidiana. O eixo central da proposta consistiu em oficinas práticas de análise crítica de rótulos de alimentos industrializados, permitindo aos alunos decodificar informações nutricionais e identificar "armadilhas" ocultas nos produtos ultraprocessados. O ciclo encerrou-se com debates reflexivos sobre a fisiologia das doenças crônicas, consolidando o aprendizado. **Resultados:** A análise desta proposta evidencia que a contextualização do saber biológico é uma ferramenta poderosa para o engajamento discente. Ao entenderem os mecanismos celulares afetados pelas escolhas nutricionais, os estudantes não apenas absorvem o conteúdo curricular obrigatório, mas desenvolvem um letramento em saúde indispensável para a vida contemporânea. **Conclusão:** Conclui-se, portanto, que esta Unidade Didática valida a escola como um espaço vital de saúde pública, demonstrando que é possível e necessário formar cidadãos capazes de tomar decisões autônomas, críticas e conscientes sobre seu próprio bem-estar físico e social.

Palavras-chave: **ENSINO DE BIOLOGIA; BIOQUÍMICA CELULAR; LETRAMENTO EM SAÚDE**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71327

TECNOLOGIAS EMERGENTES NA CONSERVAÇÃO DE SÊMEN E SUA INFLUÊNCIA NA EFICIÊNCIA DA INSEMINAÇÃO ARTIFICIAL

ANA CAROLINE RODRIGUES DE ALMEIDA; ANA CLARA FERREIRA BORGES; TAÍS PEREIRA DOURADO; ELZA SAMARA CASTRO SOARES; LUANA DAMASCENO; DEMÓSTHENIS EDUARDO CÉSAR DOS REIS; MARIA EDUARDA RAMOS VASCONCELOS

RESUMO

A conservação de sêmen desempenha papel central nos programas de inseminação artificial, ao possibilitar a ampliação do uso do material genético, a otimização do desempenho reprodutivo e a sustentabilidade dos sistemas de produção animal. No contexto atual, o avanço de tecnologias emergentes aplicadas à conservação seminal tem despertado interesse científico, sobretudo diante dos desafios relacionados à manutenção da viabilidade e funcionalidade espermática após os processos de resfriamento e criopreservação. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo analisar as tecnologias emergentes na conservação de sêmen e sua influência na eficiência da inseminação artificial, buscando integrar evidências científicas que contribuam para a compreensão dos avanços, limitações e perspectivas do tema. A metodologia adotada consistiu em uma revisão bibliográfica de natureza integrativa, baseada exclusivamente em fontes secundárias, abrangendo publicações nacionais e internacionais pertinentes à área da reprodução animal. A busca contemplou estudos relacionados às técnicas tradicionais de conservação seminal, como sêmen resfriado e criopreservação, bem como abordagens inovadoras voltadas à proteção celular e à melhoria do potencial fecundante. Os dados foram analisados de forma qualitativa e temática, considerando aspectos metodológicos, contextuais e aplicados. Os resultados indicam que, embora as técnicas convencionais permaneçam amplamente utilizadas, ainda apresentam limitações associadas a danos estruturais e funcionais aos espermatozoides, refletindo em variabilidade nos índices de fertilidade. Em contrapartida, tecnologias emergentes demonstram potencial para reduzir esses efeitos adversos, ao aprimorar a integridade celular e ampliar a eficiência reprodutiva, especialmente quando adaptadas às particularidades de cada espécie e sistema produtivo. Observou-se, contudo, heterogeneidade metodológica entre os estudos e lacunas relacionadas à padronização de protocolos e à avaliação de longo prazo. Conclui-se que as tecnologias emergentes na conservação de sêmen representam avanços relevantes para a inseminação artificial, contribuindo para o aprimoramento dos programas reprodutivos. Entretanto, o fortalecimento desse campo depende do desenvolvimento de pesquisas mais robustas, integradas e padronizadas, capazes de consolidar evidências científicas e ampliar a aplicabilidade prática dessas inovações.

Palavras-chave: Melhora do potencial fecundante; Qualidade reprodutiva preservada; Conservação de linhagens genéticas.

1 INTRODUÇÃO

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71351

A conservação de sêmen constitui um conjunto de técnicas destinadas a preservar a viabilidade, a funcionalidade e o potencial fecundante dos espermatozoides, sendo indispensável para a consolidação e expansão da inseminação artificial em diferentes espécies animais. No cenário científico e produtivo atual, essas técnicas assumem papel estratégico ao possibilitar a difusão de material genético superior, a otimização de programas reprodutivos e a preservação de recursos genéticos de interesse zootécnico e conservacionista. A literatura evidencia que os métodos de resfriamento e criopreservação evoluíram significativamente ao longo das últimas décadas, incorporando melhorias em diluentes, crioprotetores e sistemas de armazenamento, com impactos diretos sobre a eficiência reprodutiva (Gillan; Maxwell; Evans, 2004; Men et al., 2012). Mais recentemente, observa-se a incorporação de abordagens inovadoras, como protocolos mais precisos de controle térmico e estratégias biotecnológicas avançadas, que ampliam o potencial de aplicação dessas técnicas em contextos científicos e produtivos cada vez mais exigentes (Dziekońska; Partyka, 2023).

Dentro desse panorama amplo, destaca-se o interesse crescente pelas tecnologias emergentes aplicadas à conservação de sêmen e pela forma como estas influenciam a eficiência da inseminação artificial. Embora técnicas tradicionais estejam consolidadas, a manutenção da integridade celular após os processos de resfriamento e congelamento ainda representa um desafio relevante, sobretudo em razão dos danos estruturais e funcionais causados às membranas espermáticas e ao metabolismo celular (Castelo; Frota; Silva, 2008; Toniolli; Cantanhêde, 2019). Evidências apontam que o uso de sêmen resfriado pode resultar em índices satisfatórios de fertilidade em protocolos de inseminação em tempo fixo, contudo os resultados variam de acordo com a espécie, o manejo e o protocolo adotado, revelando inconsistências quanto à sua superioridade ou equivalência frente à criopreservação convencional (Borges-Silva et al., 2016). Essas limitações reforçam a necessidade de aprofundar a compreensão sobre como novas tecnologias podem minimizar perdas funcionais e maximizar o desempenho reprodutivo.

A escolha desse recorte temático justifica-se pela constatação de que, embora avanços relevantes tenham sido alcançados, a literatura ainda apresenta lacunas quanto à aplicabilidade prática e à padronização das inovações tecnológicas na conservação seminal. Estudos recentes destacam o desenvolvimento de novas formulações de crioprotetores, a otimização de protocolos de resfriamento e a introdução de recursos biotecnológicos inovadores, como o uso de vesículas extracelulares engenheiradas, capazes de reduzir o estresse oxidativo e preservar a funcionalidade espermática após a criopreservação (Esmaeili et al., 2025; Arif et al., 2025). No entanto, persistem divergências quanto à eficácia dessas abordagens em diferentes espécies e sistemas de produção, especialmente no contexto da realidade brasileira, onde fatores ambientais, econômicos e operacionais influenciam diretamente os resultados reprodutivos (Maia, 2014). Tais aspectos evidenciam a necessidade de uma abordagem integrativa que permita compreender os limites e as potencialidades dessas tecnologias.

Diante desse contexto, o objetivo geral deste trabalho é analisar as tecnologias emergentes na conservação de sêmen e sua influência na eficiência da inseminação artificial, reunindo e discutindo evidências científicas nacionais e internacionais. Pretende-se examinar como diferentes estratégias tecnológicas impactam a qualidade seminal e os resultados reprodutivos, bem como identificar tendências, limitações e contribuições relevantes para o avanço do conhecimento na área da reprodução animal. Ao sintetizar essas informações, espera-se oferecer subsídios teóricos consistentes que possam orientar tanto o desenvolvimento de novas pesquisas quanto a aplicação prática dessas tecnologias em programas reprodutivos mais eficientes e sustentáveis.

2 MATERIAL E MÉTODOS

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71351

O presente trabalho caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de natureza integrativa, conduzida com a finalidade de reunir, organizar e interpretar criticamente o conhecimento científico existente acerca das tecnologias emergentes aplicadas à conservação de sêmen e sua influência na eficiência da inseminação artificial. Essa abordagem metodológica foi escolhida por permitir a síntese de evidências oriundas de estudos teóricos e aplicados, contemplando diferentes delineamentos e perspectivas científicas. A análise assumiu caráter qualitativo, descritivo e analítico-interpretativo, possibilitando a identificação de tendências, limitações e contribuições relevantes no campo da reprodução animal. Ressalta-se que não houve coleta de dados primários, uma vez que o estudo se baseou exclusivamente em fontes secundárias, adotando critérios metodológicos compatíveis com revisões científicas, de modo a assegurar consistência, confiabilidade e rigor acadêmico.

As fontes de dados foram selecionadas a partir de periódicos científicos de reconhecida relevância na área, incluindo revistas nacionais e internacionais especializadas em reprodução animal, biotecnologia reprodutiva, ciências agrárias e veterinárias, tais como *Veterinary Sciences*, *Reproduction, Fertility and Development*, *Animals*, *Reproductive Biology and Endocrinology*, *Theriogenology*, *Acta Veterinaria Brasilica* e *Ciência Animal*. Também foram incluídos anais de eventos científicos com reconhecida contribuição acadêmica na área de reprodução animal. A seleção dos estudos considerou critérios de inclusão previamente definidos, como publicação em periódicos científicos ou anais indexados, acesso ao texto completo, pertinência temática direta com conservação seminal e inseminação artificial, além de clareza metodológica. Foram excluídos estudos duplicados, textos opinativos, materiais sem metodologia explícita, publicações fora do escopo temático e trabalhos com baixo rigor científico, assegurando a qualidade e a relevância do corpus analisado.

A estratégia de busca foi operacionalizada com base em áreas do conhecimento relacionadas às Ciências Agrárias, Ciências Biológicas e Ciências da Saúde, com ênfase em reprodução animal e biotecnologia reprodutiva. Foram utilizados descritores em português e inglês, definidos a partir dos temas centrais das publicações selecionadas, incluindo termos como “conservação de sêmen”, “criopreservação seminal”, “sêmen resfriado”, “inseminação artificial”, “eficiência reprodutiva”, “tecnologias emergentes”, “reprodução animal”, “biotecnologia reprodutiva”, “artificial insemination”, “semen preservation”, “cryopreservation”, “reproductive efficiency” e “extracellular vesicles”. Os descritores foram combinados por meio de operadores booleanos, sendo o operador “AND” utilizado para restringir os resultados à interseção entre os termos, “OR” para ampliar a busca com sinônimos e variações conceituais, e “NOT” para excluir conteúdos não pertinentes. Essa estratégia visou aumentar a sensibilidade da busca, captando o maior número possível de estudos relevantes, e simultaneamente aprimorar a especificidade, reduzindo resultados irrelevantes.

Após a seleção, os estudos foram submetidos à leitura analítica integral, não se restringindo aos resumos. A extração das informações foi realizada de forma sistemática, considerando variáveis alinhadas ao objetivo da revisão, tais como tipo de estudo, métodos empregados, contexto ou espécie avaliada, tecnologias de conservação seminal utilizadas, principais resultados, limitações apontadas e implicações práticas ou teóricas. A análise dos dados ocorreu de maneira qualitativa e temática, permitindo a comparação entre abordagens, a identificação de convergências e divergências, bem como o reconhecimento de lacunas do conhecimento e tendências emergentes no campo da conservação de sêmen. O processo analítico foi conduzido de forma a garantir consistência interna, coerência interpretativa e possibilidade de reprodutibilidade metodológica, fortalecendo a robustez científica do estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71351

Os achados evidenciam um campo de conhecimento em contínua expansão, marcado pela diversidade de abordagens aplicadas à conservação de sêmen e pela busca constante por maior eficiência na inseminação artificial. Observa-se que parte expressiva das publicações concentra-se na avaliação de técnicas tradicionais de resfriamento e criopreservação, enquanto estudos mais recentes incorporam tecnologias emergentes voltadas à proteção celular e à melhoria do desempenho espermático. Há consenso quanto à relevância dessas técnicas para a difusão genética, a otimização de programas reprodutivos e a sustentabilidade dos sistemas de produção animal (Gillan; Maxwell; Evans, 2004; Men et al., 2012). Paralelamente, surgem tendências relacionadas ao uso de novos crioprotetores, diluentes mais complexos e abordagens biotecnológicas inovadoras, como a aplicação de vesículas extracelulares, que despontam como alternativas promissoras para minimizar danos celulares e ampliar a eficiência reprodutiva (Dziekońska; Partyka, 2023; Esmaeili et al., 2025). A Tabela 1 sintetiza os principais estudos incluídos, destacando metodologias, espécies avaliadas e principais resultados.

Tabela 1 – Panorama científico das tecnologias aplicadas à conservação de sêmen e seus efeitos reprodutivos.

Tecnologia/Abordagem	Espécies envolvidas	Parâmetros avaliados	Principais efeitos observados
Criopreservação convencional	Bovinos, suínos, caprinos	Motilidade, integridade de membrana, viabilidade	Redução progressiva da qualidade espermática após o descongelamento
Sêmen resfriado	Bovinos, caprinos	Motilidade, fertilidade, longevidade espermática	Melhora do desempenho reprodutivo em protocolos de curto prazo
Novos crioprotetores e diluentes	Aves, suínos, ruminantes	Estresse oxidativo, funcionalidade celular	Maior proteção celular durante o armazenamento
Tecnologias biotecnológicas emergentes	Diversas espécies	Integridade celular, potencial fecundante	Redução de danos estruturais e metabólicos

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

A organização dos achados permite o agrupamento dos estudos em eixos temáticos principais: técnicas convencionais de conservação seminal, estratégias alternativas de resfriamento e inovações biotecnológicas aplicadas à criopreservação. Dentro desses grupos, são observadas convergências quanto ao reconhecimento dos efeitos deletérios do frio sobre a integridade espermática, especialmente relacionados à perda de motilidade e à desorganização das membranas celulares (Castelo; Frota; Silva, 2008; Toniolli; Cantanhêde, 2019). Em contrapartida, emergem divergências quanto à superioridade de determinados protocolos, uma vez que resultados positivos associados ao uso de sêmen resfriado em inseminação artificial em tempo fixo não são uniformes entre espécies e contextos produtivos (Borges-Silva et al., 2016). Essas discrepâncias indicam que fatores metodológicos, como variações nos diluentes, tempos de armazenamento e condições de manejo, exercem influência direta sobre os resultados observados.

As implicações dos achados refletem avanços relevantes tanto no âmbito teórico quanto prático da reprodução animal. As inovações metodológicas, especialmente aquelas relacionadas à incorporação de biotecnologias emergentes, ampliam a compreensão dos mecanismos envolvidos na proteção celular durante a conservação seminal e apontam caminhos para o aprimoramento da eficiência reprodutiva. A introdução de novas abordagens, como o uso de vesículas extracelulares engenheiradas, representa um avanço conceitual ao propor soluções direcionadas aos danos oxidativos e estruturais sofridos pelos espermatozoides (Esmaeili et al., 2025). Tais contribuições possuem impacto direto sobre programas de inseminação artificial, ao possibilitar maior flexibilidade logística, melhor aproveitamento do material genético e

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71351

potencial incremento das taxas de fertilidade. As convergências e divergências observadas quanto às implicações práticas e tecnológicas são apresentadas de forma comparativa na Tabela 2.

Tabela 2 – Implicações práticas, tecnológicas e científicas das tecnologias emergentes na conservação seminal.

Dimensão analisada	Contribuições observadas	Impactos diretos	Potencial de aplicação
Eficiência reprodutiva	Aumento da viabilidade espermática	Melhoria nas taxas de fertilidade	Programas de inseminação artificial
Logística reprodutiva	Maior flexibilidade no armazenamento	Redução de perdas genéticas	Sistemas produtivos intensivos
Inovação tecnológica	Introdução de abordagens biotecnológicas	Avanços no controle de danos celulares	Pesquisa aplicada e experimental
Sustentabilidade genética	Preservação de material genético superior	Conservação de linhagens	Bancos genéticos e conservação animal

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Entre as contribuições mais significativas, destaca-se a consolidação do entendimento de que não existe uma estratégia única e universalmente eficaz para a conservação de sêmen, sendo necessária a adaptação dos protocolos às características específicas de cada espécie e sistema produtivo. Estudos voltados à avicultura, caprinocultura, suinocultura e bovinocultura demonstram que avanços em criopreservação e resfriamento estão diretamente associados à integração entre conhecimento biológico, tecnologia e manejo reprodutivo (Arif et al., 2025; Maia, 2014; Men et al., 2012). Esses avanços ampliam a compreensão dos limites e potencialidades das técnicas disponíveis, além de abrir novas perspectivas para a aplicação de tecnologias emergentes em contextos produtivos diversos.

Apesar dos progressos observados, a literatura ainda apresenta limitações importantes. Destacam-se a falta de padronização metodológica entre os estudos, a variabilidade nos desenhos experimentais, o uso de amostras reduzidas e a escassez de avaliações de longo prazo sobre os impactos reprodutivos das novas tecnologias. Também são identificadas lacunas teóricas relacionadas à compreensão aprofundada dos mecanismos celulares envolvidos na resposta dos espermatozoides às diferentes estratégias de conservação (Castelo; Frota; Silva, 2008; Toniolli; Cantanhêde, 2019). Essas limitações reforçam a necessidade de investigações futuras que adotem protocolos mais robustos, amostras representativas e abordagens integradas, conforme sintetizado na Tabela 3, que apresenta diretrizes e temas emergentes para pesquisas subsequentes.

Tabela 3 – Limitações atuais e direcionamentos estratégicos para pesquisas futuras.

Limitações identificadas	Impactos sobre os resultados	Necessidades científicas	Direções futuras propostas
Falta de padronização metodológica	Resultados pouco comparáveis	Protocolos uniformizados	Estudos multicêntricos controlados
Variabilidade entre espécies	Respostas reprodutivas inconsistentes	Abordagens espécie-específicas	Protocolos adaptativos
Amostras reduzidas	Baixa robustez estatística	Ampliação amostral	Ensaios com maior representatividade
Escassez de avaliações de longo prazo	Limitação na extrapolação dos dados	Monitoramento prolongado	Avaliação reprodutiva contínua

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Em síntese, os resultados indicam que as tecnologias emergentes na conservação de sêmen desempenham papel central na melhoria da eficiência da inseminação artificial, embora sua aplicabilidade ainda dependa de ajustes técnicos e validações adicionais. A interpretação

científica dos achados aponta para um cenário de avanços consistentes, porém heterogêneos, no qual a integração entre inovação biotecnológica e práticas reprodutivas consolidadas se mostra fundamental. Ao articular os principais consensos, divergências e lacunas identificadas, reforça-se a importância do desenvolvimento contínuo de estratégias tecnológicas adaptáveis, capazes de atender às demandas científicas e produtivas da reprodução animal contemporânea.

4 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo analisar as tecnologias emergentes aplicadas à conservação de sêmen e sua influência na eficiência da inseminação artificial, reunindo e integrando evidências científicas nacionais e internacionais. A síntese dos achados evidencia que as técnicas de conservação seminal evoluíram de forma consistente, incorporando avanços tecnológicos capazes de ampliar a viabilidade espermática e otimizar os resultados reprodutivos em diferentes espécies. Destaca-se como padrão recorrente a relação direta entre a qualidade do material conservado e o sucesso dos protocolos de inseminação artificial, especialmente quando há adequação dos métodos às particularidades biológicas e operacionais de cada sistema produtivo.

Os resultados indicam que estratégias tradicionais, como a criopreservação e o uso de sêmen resfriado, continuam desempenhando papel central nos programas reprodutivos, embora apresentem limitações relacionadas à integridade celular e à variabilidade dos resultados. Em paralelo, tecnologias emergentes voltadas à proteção das estruturas espermáticas e ao controle dos danos induzidos pelo frio demonstram potencial para superar restrições históricas desses métodos. A integração dessas abordagens reforça a compreensão de que a eficiência reprodutiva depende não apenas da técnica empregada, mas da interação entre tecnologia, manejo e contexto de aplicação.

Apesar dos avanços observados, algumas limitações foram identificadas ao longo do desenvolvimento do trabalho. Evidenciam-se a heterogeneidade metodológica entre os estudos, a escassez de pesquisas recentes em determinadas espécies, a ausência de padronização nos protocolos experimentais e a limitação de dados de longo prazo sobre os efeitos reprodutivos das tecnologias emergentes. Além disso, diferenças nos critérios de avaliação da qualidade seminal dificultam comparações diretas e a generalização dos resultados, reforçando a necessidade de maior uniformidade metodológica e transparência científica.

As implicações dos achados são relevantes para o campo da reprodução animal, tanto no âmbito teórico quanto aplicado. Os avanços discutidos contribuem para o aprimoramento das estratégias de conservação genética, para o aumento da eficiência da inseminação artificial e para a sustentabilidade dos sistemas produtivos. Do ponto de vista tecnológico, a incorporação de abordagens inovadoras amplia as possibilidades de uso do sêmen conservado em diferentes cenários, favorecendo programas de melhoramento genético e conservação de recursos animais.

Como perspectivas futuras, destaca-se a necessidade de investigações que priorizem protocolos padronizados, amostras mais representativas e avaliações integradas da qualidade seminal e do desempenho reprodutivo. Estudos voltados à aplicação prática das tecnologias emergentes, bem como à compreensão aprofundada dos mecanismos celulares envolvidos na conservação seminal, representam caminhos promissores para ampliar o entendimento do tema. O aprofundamento dessas abordagens poderá contribuir de forma decisiva para o desenvolvimento de técnicas mais eficientes, seguras e adaptáveis às demandas contemporâneas da reprodução animal.

REFERÊNCIAS

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71351

ARIF, A.; ZAHOOR, N.; TANG, J.; TANG, M.; DONG, L.; KHAN, S. Z.; DAI, G. Cryopreservation strategies for poultry semen: a comprehensive review of techniques and applications. **Veterinary Sciences**, v. 12, n. 2, art. 145, 2025. Disponível em: https://www.mdpi.com/2306-7381/12/2/145.

BORGES-SILVA, J. C.; SILVA, M. R.; MARINHO, D. B.; NOGUEIRA, E.; SAMPAIO, D. C.; OLIVEIRA, L. O. F.; ABREU, U. G. P.; MOURÃO, G. B.; SARTORI, R. Cooled semen for fixed-time artificial insemination in beef cattle. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 28, n. 7, p. 1004-1008, 2016. Disponível em: https://connectsci.au/rd/article-abstract/28/7/1004/50447/Cooled-semen-for-fixed-time-artificial?redirectedFrom=fulltext.

CASTELO, T. de S.; FROTA, T. R.; SILVA, A. R. Considerações sobre a criopreservação do sêmen de caprinos. **Acta Veterinaria Brasilica**, v, 2. n. 3, p. 67-75, 2008. Disponível em: https://periodicos.ufersa.edu.br/acta/article/view/885.

DZIEKOŃSKA, A.; PARTYKA; A. Current status and advances in semen preservation. **Animals**, v. 13, n. 1, art. 123, 2023. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-2615/13/1/123.

ESMAEILI, A.; ESMAEILI, V.; SHAHVERDI, A.; ESLAMINEJAD, M. B. Engineered extracellular vesicles: a breakthrough approach to overcoming sperm cryopreservation challenges. **Reproductive Biology and Endocrinology**, v. 23, art. 75, 2025. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s12958-025-01407-x.

GILLAN, L.; MAXWELL, W. M. C.; EVANS, G. Preservation and evaluation of semen for artificial insemination. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 16, n. 4, p. 447-454, 2004. Disponível em: https://connectsci.au/rd/article-abstract/16/4/447/48013/Preservation-and-evaluation-of-semen-for?redirectedFrom=fulltext.

MAIA, M. da S. Tecnologia de sêmen e inseminação artificial em caprinos. In: **Congresso Norte – Nordeste de Reprodução Animal**, 7., 2014, Mossoró, RN. Anais [...]. Mossoró: Revista Acta Veterinaria Brasilica, v. 8, supl. 2, p. 389-395, 2014. Disponível em: https://periodicos.ufersa.edu.br/acta/article/view/3959.

MEN, H.; WALTERS, E. M.; NAGASHIMA, H.; PRATHER, R. S. Emerging applications of sperm, embryo and somatic cell cryopreservation in maintenance, relocation and rederivation of swine genetics. Theriogenology, v. 78, n. 8, p. 1720-1729, 2012. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0093691X12003305?via%3Dihub.

TONIOLLI, R.; CANTANHÊDE, L. F. aspectos gerais da criopreservação de sêmen suíno. **Ciência Animal**, v. 29, n. 1, p. 45-62, 2019. Disponível em: https://revistas.uece.br/index.php/cienciaanimal/article/view/10953.

ISSN: 2675-813X

INTERVENÇÕES FARMACOLÓGICAS E PSICOSSOCIAIS NO TRATAMENTO DE TRANSTORNOS DE ANSIEDADE E DEPRESSÃO

ISADORA CAETANO INÁCIO DE CARVALHO; ELANY ALLANA NUNES MACIEL; ANGÉLICA MACIEL CARDOSO; LEILANE ZAMBONI DE MOURA; GILMARA SENA DE VILHENA; MARIA EDUARDA RAMOS VASCONCELOS; TAYNÁ BISPO LIMA

RESUMO

Os transtornos de ansiedade e depressão representam condições de alta prevalência e impacto social, caracterizadas por alterações no humor, comportamento e funcionamento diário, afetando a qualidade de vida e a produtividade dos indivíduos. Diante da complexidade desses distúrbios, tornou-se essencial investigar estratégias terapêuticas que combinem intervenções farmacológicas e psicossociais, buscando maximizar eficácia clínica e bem-estar. O objetivo deste trabalho foi analisar criticamente as abordagens disponíveis, avaliando mecanismos de ação, resultados clínicos, aplicabilidade e possíveis limitações. Para tanto, foi conduzida uma revisão integrativa de caráter analítico-interpretativo, com base em fontes secundárias obtidas em periódicos científicos relevantes, considerando ensaios clínicos, meta-análises, revisões sistemáticas e documentos técnicos. Foram aplicados critérios rigorosos de seleção, incluindo estudos publicados nos últimos cinco anos, em português ou inglês, com amostras representativas e metodologias detalhadas. Os dados foram extraídos de forma sistemática, contemplando tipo de intervenção, população-alvo, métodos, resultados principais e implicações práticas, e analisados de maneira comparativa e temática, destacando convergências, divergências, tendências emergentes e lacunas existentes. Os achados evidenciam que intervenções integradas, combinando farmacoterapia e estratégias psicossociais, apresentam maior eficácia no manejo dos sintomas, enquanto abordagens isoladas oferecem resultados mais limitados. Intervenções psicossociais demonstram impactos positivos sobre resiliência, habilidades de enfrentamento e engajamento social, e terapias farmacológicas promovem alívio rápido de sintomas agudos. Populações especiais, como idosos, gestantes e indivíduos com comorbidades, requerem adaptação das estratégias terapêuticas. As limitações identificadas incluem heterogeneidade metodológica, escassez de seguimento longitudinal e lacunas na padronização de protocolos. Em conclusão, a integração de abordagens farmacológicas e psicossociais, adaptadas a características individuais e contextuais, constitui a estratégia mais promissora, oferecendo suporte para práticas clínicas mais efetivas, políticas de saúde mental direcionadas e fundamentando futuras pesquisas que ampliem a compreensão e otimização do tratamento de transtornos de ansiedade e depressão.

Palavras-chave: Neurobiologia do estresse; Atendimento centrado no paciente; Atenção primária à saúde.

1 INTRODUÇÃO

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71357

Os transtornos de ansiedade e depressão constituem condições de saúde mental altamente prevalentes e impactantes, caracterizando-se por alterações significativas no humor, comportamento e funcionamento social dos indivíduos (He et al., 2023; Huang et al., 2025). Esses distúrbios representam um desafio crescente para sistemas de saúde em nível global, especialmente em contextos de crise, como a pandemia de COVID-19, que intensificou sintomas ansiosos e depressivos em diversas faixas etárias (He et al., 2023). Novas abordagens combinando estratégias farmacológicas e psicossociais têm emergido, refletindo tendências de integração terapêutica e atenção personalizada, com potencial de reduzir significativamente o sofrimento, melhorar a qualidade de vida e promover resiliência emocional (Schiele et al., 2025; Morgado et al., 2024). O impacto social desses transtornos é vasto, afetando produtividade, relações interpessoais e o bem-estar coletivo, o que reforça a necessidade de intervenções eficazes e fundamentadas cientificamente (Coelho et al., 2023).

Dentro desse panorama amplo, o foco deste trabalho concentra-se na análise comparativa das intervenções farmacológicas e psicossociais, avaliando sua efetividade, aplicabilidade e limitações em diferentes contextos clínicos e populacionais (Hua et al., 2025; Nardi et al., 2024). Embora diversas estratégias terapêuticas tenham sido propostas, persistem lacunas significativas em relação à combinação ideal de abordagens, à adaptação a perfis individuais e ao manejo de comorbidades, como transtornos de uso de substâncias associados à ansiedade (Nardi et al., 2024). A questão central que orienta esta investigação é compreender quais intervenções oferecem os melhores resultados clínicos e sociais e em que condições específicas elas se mostram mais eficazes, considerando as particularidades de cada população. A relevância dessa análise se evidencia na necessidade de otimizar recursos clínicos e promover cuidados de saúde mental baseados em evidências robustas.

A escolha desse tema se justifica pelo crescente reconhecimento da complexidade dos transtornos de ansiedade e depressão e pela necessidade de abordagens integradas que considerem tanto os aspectos neurobiológicos quanto os psicossociais do sofrimento humano (Schiele et al., 2025; Huang et al., 2025). Estudos recentes apontam que intervenções isoladas apresentam limitações, enquanto combinações terapêuticas tendem a potencializar resultados, sobretudo em casos resistentes ao tratamento convencional (Coelho et al., 2023; Morgado et al., 2024). Entretanto, divergências persistem quanto à padronização de protocolos, duração dos tratamentos e critérios de sucesso clínico, evidenciando lacunas que demandam maior sistematização e compreensão (Hua et al., 2025). Ao abordar essas questões, o estudo contribui para aprimorar práticas clínicas e oferece subsídios para a formulação de políticas de saúde mental mais eficazes e individualizadas (He et al., 2023; Nardi et al., 2024).

O objetivo central do trabalho é investigar, de forma crítica e integrada, as intervenções farmacológicas e psicossociais no tratamento de transtornos de ansiedade e depressão, destacando seus mecanismos de ação, eficácia e aplicabilidade em diferentes contextos clínicos (Schiele et al., 2025; Morgado et al., 2024). Busca-se mapear as estratégias mais promissoras, identificar condições de sucesso e propor reflexões que possam orientar a prática clínica e futuras pesquisas (Hua et al., 2025; Coelho et al., 2023). A expectativa é fornecer uma visão consolidada que auxilie profissionais, pesquisadores e gestores na tomada de decisão, promovendo abordagens terapêuticas mais efetivas e sustentáveis, alinhadas às necessidades atuais da população.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma revisão integrativa de caráter analítico-interpretativo, conduzida com o objetivo de mapear e comparar intervenções farmacológicas e psicossociais aplicadas no tratamento de transtornos de ansiedade e depressão. A investigação baseou-se exclusivamente em fontes secundárias, sem coleta de dados primários, utilizando

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71357

critérios de seleção rigorosos para assegurar confiabilidade científica. Foram analisados diferentes tipos de estudos, incluindo ensaios clínicos, revisões sistemáticas e relatos de experiência, com a finalidade de sintetizar evidências, identificar padrões de eficácia e oferecer uma compreensão aprofundada das abordagens terapêuticas. A análise foi conduzida de forma qualitativa e descritiva, garantindo interpretação crítica e consistência metodológica em todas as etapas do processo.

As fontes foram obtidas a partir de periódicos científicos de relevância na área da saúde, como *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences*, *Scientific Reports*, *BMC Psychiatry*, *Frontiers in Psychiatry*, *Healthcare* e *Journal of Substance Use and Addiction Treatment*, além de diretrizes institucionais e documentos técnicos pertinentes à prática clínica e à psicofarmacologia. Foram incluídos apenas artigos publicados nos últimos cinco anos, disponíveis em texto completo, em português ou inglês, abordando especificamente intervenções para transtornos de ansiedade e depressão em diferentes contextos populacionais. Foram excluídos estudos opinativos, com metodologia não explícita, duplicados entre bases ou de qualidade científica insuficiente, garantindo a integridade e a relevância das informações analisadas.

A busca foi operacionalizada nas áreas de Ciências da Saúde e Psicologia Clínica, contemplando subáreas relacionadas a psiquiatria, psicoterapia, farmacologia e saúde mental comunitária. Foram utilizados descritores em português e inglês, incluindo: “transtornos de ansiedade” OR “anxiety disorders”, “depressão” OR “depression”, “intervenções farmacológicas” OR “pharmacological interventions”, “intervenções psicossociais” OR “psychosocial interventions”, combinados com operadores booleanos para maximizar a sensibilidade e especificidade da pesquisa. A estratégia AND foi empregada para recuperar artigos que abordassem simultaneamente ansiedade ou depressão e as intervenções terapêuticas propostas, enquanto OR permitiu ampliar a inclusão de sinônimos e termos relacionados, e NOT foi aplicado para excluir estudos irrelevantes, assegurando abrangência e precisão.

Após a seleção, os textos foram lidos integralmente e submetidos a extração sistemática de informações, considerando variáveis como tipo de estudo, métodos empregados, população ou contexto, resultados principais, limitações e implicações práticas ou teóricas. Os achados foram analisados de forma temática e comparativa, identificando convergências, divergências, lacunas e tendências emergentes nas intervenções farmacológicas e psicossociais. A síntese dos resultados foi organizada para garantir coerência interpretativa, consistência interna e possibilidade de reprodutibilidade, permitindo que outros pesquisadores replicassem o processo ou utilizassem os achados como base para investigações futuras.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os achados indicam uma diversidade de abordagens no tratamento de transtornos de ansiedade e depressão, abrangendo intervenções farmacológicas, psicossociais e estratégias integrativas que combinam ambas. Estratégias farmacológicas incluem antidepressivos e ansiolíticos, enquanto intervenções psicossociais englobam terapias cognitivas, comportamentais e comunitárias, demonstrando eficácia variável dependendo da população e do contexto clínico (He et al., 2023; Coelho et al., 2023). O campo encontra-se em constante evolução, com debates sobre protocolos combinados e personalização do tratamento, refletindo a necessidade de alinhar terapias à complexidade clínica individual (Schiele et al., 2025). Entre as tendências emergentes, observa-se o aumento de abordagens integradas, atenção a grupos vulneráveis, e utilização de metodologias híbridas que combinam monitoramento digital e intervenções presenciais (Hua et al., 2025; Huang et al., 2025). Diferentes metodologias foram aplicadas, desde ensaios clínicos randomizados até análises observacionais, permitindo avaliar

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71357

resultados clínicos, funcionais e psicossociais. A **Tabela 1** sintetiza os principais achados, destacando os tipos de intervenção, população-alvo, metodologias e resultados relatados.

Tabela 1 – Características gerais e achados principais dos estudos analisados.

Tipo de Intervenção	População	Metodologia	Resultados Principais
Farmacológica	Adultos com depressão	Ensaios clínicos randomizados	Redução significativa de sintomas depressivos
Psicossocial	Idosos comunitários	Meta-análise	Melhora do humor, autoestima e funcionalidade social
Integrativa	Adultos com ansiedade resistente	Revisão sistemática	Maior eficácia combinada em comparação às intervenções isoladas
Psicossocial	Gestantes e puérperas	Ensaios clínicos	Redução de sintomas de ansiedade e depressão perinatal

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Os resultados foram organizados em quatro categorias temáticas: farmacológica, psicossocial, integrativa e populações especiais (gestantes, idosos, comorbidades). Convergências indicam que intervenções psicossociais melhoram habilidades de enfrentamento, adesão ao tratamento e qualidade de vida, enquanto estratégias farmacológicas proporcionam alívio mais rápido de sintomas agudos (Morgado et al., 2024; Coelho et al., 2023). Divergências surgem na eficácia de protocolos combinados versus isolados, na duração recomendada das terapias e na adaptação a perfis individuais, especialmente em comorbidades psiquiátricas e uso concomitante de substâncias (Nardi et al., 2024; Schiele et al., 2025). Algumas metodologias apresentaram limitações, como amostras pequenas ou ausência de seguimento prolongado, indicando necessidade de cautela na generalização dos resultados.

Os achados têm implicações teóricas, práticas e sociais significativas. No plano conceitual, reforçam a compreensão da interação entre fatores neurobiológicos e psicossociais no desenvolvimento e manutenção de transtornos de humor, evidenciando a necessidade de abordagens integradas (Huang et al., 2025; Hua et al., 2025). Do ponto de vista prático, os resultados orientam profissionais a combinarem estratégias farmacológicas e psicossociais, personalizando intervenções de acordo com características individuais e contextos específicos (He et al., 2023). Socialmente, a adoção de práticas mais eficazes pode reduzir o impacto econômico e psicossocial desses transtornos, promovendo qualidade de vida e inclusão. A **Tabela 2** apresenta de forma comparativa as principais implicações observadas, destacando avanços e limitações de cada abordagem.

Tabela 2 – Principais implicações teóricas, práticas e sociais das intervenções.

Tipo de Intervenção	Implicações Teóricas	Implicações Práticas	Impacto Social
Farmacológica	Compreensão dos mecanismos neuroquímicos	Redução rápida de sintomas	Melhora funcional e profissional
Psicossocial	Enfoque em fatores cognitivos e comportamentais	Aumento da adesão e resiliência	Maior engajamento comunitário
Integrativa	Interação entre biológico e psicossocial	Sinergia de resultados	Redução do impacto econômico e social
Psicossocial em populações especiais	Sensibilidade a fases da vida	Estratégias adaptadas	Promoção do bem-estar perinatal e do envelhecimento saudável

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71357

As contribuições mais relevantes incluem a consolidação de intervenções integradas como abordagem promissora, a identificação de estratégias psicossociais adaptadas a populações específicas e a ampliação do conhecimento sobre respostas individuais ao tratamento farmacológico (Schiele et al., 2025; Morgado et al., 2024). Os avanços metodológicos também são significativos, destacando o uso de ensaios clínicos controlados, análises comparativas e monitoramento longitudinal que permitiram quantificar efeitos, identificar variáveis mediadoras e delimitar contextos de eficácia. Esses avanços ampliam a compreensão da complexidade dos transtornos de ansiedade e depressão, fornecendo subsídios para intervenções mais direcionadas, eficazes e sustentáveis, ao mesmo tempo que estimulam novas pesquisas em áreas ainda pouco exploradas.

Apesar dos progressos, limitações importantes foram observadas. Muitos estudos apresentaram heterogeneidade metodológica, amostras pequenas e falta de padronização de protocolos, dificultando comparações diretas e replicações (Hua et al., 2025; Nardi et al., 2024). Lacunas persistem em relação a populações específicas, eficácia a longo prazo e interação com comorbidades ou fatores socioeconômicos. A **Tabela 3** sintetiza essas limitações, sugerindo direcionamentos para futuras pesquisas, incluindo ampliação de amostras, padronização metodológica, acompanhamento prolongado e desenvolvimento de protocolos integrativos adaptáveis.

Tabela 3 – Limitações identificadas e diretrizes para futuras pesquisas.

Limitação	Consequência	Sugestão para Pesquisas Futuras	Limitação
Heterogeneidade metodológica	Dificulta comparações e síntese	Padronizar protocolos e critérios de avaliação	Heterogeneidade metodológica
Amostras pequenas	Reduz poder estatístico	Ampliar tamanho e diversidade da amostra	Amostras pequenas
Falta de acompanhamento longitudinal	Limita análise de efeitos a longo prazo	Estudos de seguimento estendido	Falta de acompanhamento longitudinal
Populações específicas pouco exploradas	Limita generalização	Pesquisas focadas em gestantes, idosos e comorbidades	Populações específicas pouco exploradas

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Em síntese, os achados demonstram que intervenções farmacológicas e psicossociais, isoladas ou combinadas, oferecem resultados relevantes no manejo de transtornos de ansiedade e depressão. Estratégias integrativas emergem como promissoras, com evidência de maior eficácia clínica e impacto social positivo. A interpretação científica indica que a personalização das intervenções, considerando fatores individuais, contextuais e psicossociais, é crucial para maximizar resultados terapêuticos. As diretrizes sugeridas contribuem para orientar futuros esforços de pesquisa e prática clínica, consolidando avanços significativos no campo da saúde mental.

4 CONCLUSÃO

O objetivo do estudo foi investigar as intervenções farmacológicas e psicossociais no tratamento de transtornos de ansiedade e depressão, avaliando eficácia, aplicabilidade e potencial de integração entre abordagens. Os achados indicam que estratégias integradas, combinando medicamentos e terapias psicossociais, apresentam maior efetividade clínica e impacto positivo na qualidade de vida. Intervenções psicossociais promovem resiliência, habilidades de enfrentamento e engajamento comunitário, enquanto terapias farmacológicas proporcionam alívio rápido de sintomas agudos. Populações especiais, como idosos e gestantes,

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71357

demandam adaptações específicas, reforçando a importância de personalização do tratamento. Padrões consistentes incluem a combinação de abordagens para maximizar resultados e a atenção a fatores individuais e contextuais que modulam respostas terapêuticas.

Entre as limitações identificadas destacam-se a heterogeneidade metodológica, amostras pequenas, ausência de seguimento prolongado e escassez de estudos recentes em algumas populações específicas. Lacunas conceituais e metodológicas persistem, como a padronização de protocolos integrativos e a avaliação de efeitos a longo prazo. Restrições de acesso a dados e diferenças nos critérios de inclusão/exclusão dificultam comparações diretas, reforçando a necessidade de maior consistência em pesquisas futuras.

As implicações teóricas incluem uma compreensão mais ampla da interação entre fatores neurobiológicos e psicossociais na manifestação de ansiedade e depressão. Do ponto de vista prático, os achados orientam a implementação de protocolos terapêuticos mais eficazes e adaptáveis, promovendo cuidados centrados no indivíduo. Em termos aplicados, os resultados sustentam políticas de saúde mental que valorizem abordagens integrativas e estratégias preventivas.

Para futuras investigações, recomenda-se ampliar amostras, padronizar metodologias, promover acompanhamento longitudinal e explorar populações pouco estudadas, incluindo comorbidades psiquiátricas e contextos socioeconômicos variados. Estudos que combinem monitoramento digital, terapias presenciais e estratégias comunitárias emergem como caminhos promissores. A consolidação de abordagens integradas e personalizadas pode ampliar significativamente o entendimento do tratamento de transtornos de ansiedade e depressão, oferecendo base sólida para práticas clínicas e avanços científicos.

REFERÊNCIAS

COELHO, M. F. de A.; NASCIMENTO, B. D. do; FONSECA, M. G.; NATAL, A. B. di M. S.; VIDOTTI, A. L. F.; GASPARRETTO, N. P. B.; IEFFET, E. B.; MELO, V. B.; HESPANHA JUNIOR, N. G.; PINOTTI, M.; MELO, P. G. B.; OLIVEIRA, A. Q.; SILVA, M. G. G. N. da; TAVORA, L. A. B. Análise das intervenções psicoterapêuticas e farmacológicas no tratamento da depressão pós-parto: uma revisão abrangente. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 5, n. 5, p. 5596-5310, 2023. Disponível em: https://bjihs.emnuvens.com.br/bjihs/article/view/1062.

HE, J.; LIN, J.; SUN, W.; CHEUNG, T.; CAO, Y.; FU, E.; CHAN, S. H. W.; TSANG, H. W. H. The effects of psychosocial and behavioral interventions on depressive and anxiety symptoms during the COVID-19 pandemic: a systematic review and meta-analysis. **Scientific Reports**, v. 13, art. 19094, 2023. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41598-023-45839-0.

HUA, G.; YUE, K.; ZHU, Y.; YANG, F.; ZHOU, M. Different psychological interventions for perinatal depression: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **BMC Psychiatry**, v. 25, art. 981, 2025. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s12888-025-07462-3.

HUANG, C.; LIU, X.; LIU, Y.; LUO, C.; CAI, J.; WANG, Y.; CHEN, J.; SHI, Z.; JIN, X. Psychosocial interventions for anxiety disorders in adults: evidence mapping and guideline appraisal. **Frontiers in Psychiatry**, v. 16, art. 1677705. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/psychiatry/articles/10.3389/fpsyt.2025.1677705/full.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71357

MORGADO, B.; SILVA, C.; AGOSTINHO, I.; BRÁS, F.; AMARO, P.; LUSQUINHOS, L.; SILVA, M. R.; FONSECA, C.; ALBACAR-RIOBÓO, N.; GUEDES DE PINHO, L. Psychotherapeutic interventions for depressive symptoms in community-dwelling older adults: a systematic review with meta-analysis. **Healthcare**, v. 12, n. 24, art. 2551, 2024. Disponível em: https://www.mdpi.com/2227-9032/12/24/2551.

NARDI, W. R.; KELLY, P.; ROY, A.; BECKER, S.; BREWER, J.; SUN, S. A systematic review and meta-analysis of psychosocial interventions for persons with comorbid anxiety and substance use disorders. **Journal of Substance Use and Addiction Treatment**, v. 165, art. 209442, 2024. Disponível em: https://www.jsatjournal.com/article/S2949-8759(24)00154-1/abstract.

SCHIELE, M. A.; FAGAN, H. A.; BALDWIN, D. S.; DOMSCHKE, K. Integrative systematic review on pharmacological, psychotherapeutic, and neurostimulatory treatment options in treatment-resistant anxiety disorders. **Psychother Psychosom**, p. 1-34, 2025. Disponível em: https://karger.com/pps/article/doi/10.1159/000547926/934916/Integrative-Systematic-Review-on-Pharmacological.

ESPÉCIES DA FAMÍLIA LAMIACEAE NO HORTO MEDICINAL DE ALTA FLORESTA, MATO GROSSO

JOSÉ MARTINS FERNANDES; ARTHUR GABRIEL MOREIRA DIAS; JOÃO RICARDO VACARO MONGUINI; PAULO HENRIQUE GOMES DOS SANTOS; SARA CRISTINA FLAUZINO DA SILVA; DANIEL VICENTE CARRARA; YANE EDUARDA CAMPOS VERRUCK

RESUMO

Os hortos medicinais estão presentes em diversas universidades no Brasil, proporcionando atividades de ensino, pesquisa e extensão. São espaços multidisciplinares que aproximam teoria e prática, e permitem a interação entre professores, acadêmicos e população local com a diversidade de plantas e culturas. Dentre as plantas cultivadas nos hortos, a família Lamiaceae se destaca em número de espécie devido a presença de óleos essenciais com importância terapêutica. Nesse sentido, o trabalho teve como objetivo apresentar as espécies da família Lamiaceae cultivadas no Horto Medicinal de Alta Floresta, Mato Grosso, além de informações sobre origem, uso medicinal e fotografias para cada uma das espécies. Foi realizado em janeiro de 2026, com a organização das espécies de Lamiaceae em tabela, onde os nomes científicos foram conferidos em sites de botânica como Flora e Funga do Brasil e Global Biodiversity Information Facility. Para cada espécie, foi selecionado e colocado um nome popular e oferecida a sua distribuição geográfica nativa, além de informações de uso medicinal. Atualmente, o Horto Medicinal possui 11 espécies de Lamiaceae, considerada a principal família, correspondendo a 16,17% das espécies cultivadas no espaço, que foi lançado em 14 de novembro de 2025. São elas: *Coleus amboinicus* Lour. (hortelã-graúda), *Coleus amboinicus* Lour. 'variegata' (hortelã-graúda-variegata), *Coleus barbatus* (Andrews) Benth. (boldo), *Coleus neochilus* (Schltr.) Codd (boldo-miúdo), *Lavandula angustifolia* Mill. (alfazema), *Lavandula dentata* L. (alfazema), *Mentha pulegium* L. (poejo), *Mentha* x *piperita* L. (hortelã-pimenta), *Ocimum campechianum* Mill. (alfavaca), *Salvia rosmarinus* Spenn. (alecrim) e *Tetradenia riparia* (Hochst.) Codd (mirra), com apenas *O. campechianum* nativa no Brasil. São plantas aromáticas utilizadas principalmente para problemas do fígado, estomacais, respiratórios, cardíacos, antimicrobianos e para verminoses. As espécies da família estão entre as mais estudadas quanto a eficácia no tratamento de doenças, por serem aromáticas e amplamente usadas no velho mundo, influenciando o uso das espécies no Brasil.

Palavras-chave: *Coleus;* Labiatae; óleo essencial.

1 INTRODUÇÃO

Embora a medicina moderna esteja bem desenvolvida na maior parte do mundo, a Organização Mundial da Saúde reconhece que grande parte da população dos países em desenvolvimento depende da medicina tradicional para sua atenção primária, tendo em vista que 80% desta população utilizam práticas tradicionais nos seus cuidados básicos de saúde e 85%, plantas ou preparações delas (BRASIL, 2016).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71358

O interesse mundial pelos conhecimentos e práticas tradicionais nas últimas décadas faz parte de diversos debates públicos, dos quais alguns se concretizaram em políticas públicas, em que se inclui a Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (PNPMF) do governo brasileiro, em 2006, em que institucionalizou o saber popular e tradicional na disseminação do conhecimento da biodiversidade nacional e no fomento à indústria farmacêutica nacional (BRASIL, 2006ª; CASTRO et al. 2019). Nesse sentido, o Ministério da Saúde do Brasil também apresentou, em 2006, a Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares (PNPIC) no Sistema Único de Saúde (SUS), cuja implementação envolveu justificativas de natureza política, técnica, econômica, social e cultural (BRASIL, 2006b; BRASIL, 2016).

Alguns princípios nortearam a elaboração da PNPMF, tais como melhoria da atenção à saúde, uso sustentável da biodiversidade brasileira e fortalecimento da agricultura familiar, geração de emprego e renda, desenvolvimento industrial e tecnológico, e perspectiva de inclusão social e regional, além da participação popular e do controle social sobre todas as ações decorrentes dessa iniciativa (BRASIL, 2006ª; BRASIL, 2016). Enquanto a PNPIC atende, sobretudo, à necessidade de se conhecer, apoiar, incorporar e implementar experiências que já vêm sendo desenvolvidas na rede pública de muitos municípios e estados, totalizando 29 práticas integrativas, dentre elas, as Plantas Medicinais e a Fitoterapia (BRASIL, 2006b; BRASIL, 2016; BRASIL, 2022).

De acordo com o SUS, a disponibilidade de plantas medicinais e fitoterápicos ao usuário na Unidade Básica de Saúde envolve áreas multidisciplinares, como, por exemplo a Botânica, Etnobotânica, Farmacologia, Química, Fitoquímica e Medicina, na busca de resultados que possam validar ou não o uso de plantas no tratamento de doenças. No caso da Botânica, contribui principalmente com a coleta, identificação, classificação, estudo morfológico e etnobotânico, incorporação em herbário e distribuição geográfica das espécies (MACIEL et al., 2002; FERNANDES et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2016; LIMA et al., 2020), geralmente sob a responsabilidade de um botânico taxonomista.

A taxonomia de plantas medicinais pode ser considerada complexa, levando em consideração a quantidade de espécies vegetais conhecidas no mundo, a introdução constante de espécies exóticas influenciada por diferentes culturas e saberes, as mudanças taxonômicas em decorrência dos trabalhos filogenéticos moleculares, o número elevado de sinônimos disponíveis e, principalmente, devido ao número reduzido de especialistas em identificação botânica (FERNANDES et al., 2021).

O Brasil é o país de maior biodiversidade do planeta (BRASIL, 2016). Dados recentes mostram que a flora brasileira está representada por cerca de 38.200 espécies de plantas nativas (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2026), o que reafirma, mais uma vez, o seu reconhecimento como o principal país megadiverso, e que, para continuar identificando todas essas espécies, inúmeras delas medicinais, precisa de muita gente interessada no assunto.

A identificação de plantas medicinais sempre foi um assunto complicado, mas isso vem mudando à medida que as pessoas têm maior acesso às literaturas taxonômicas *online* com descrições morfológicas, fotografias, ilustrações, exsicatas digitalizadas, comentários taxonômicos e chaves de identificação, como encontrado na *Flora e Funga do Brasil,* para as espécies nativas (FERNANDES, 2022), Flora of China e Flora of Pakistan, por exemplo, para as exóticas. A identificação de plantas medicinais é a base para a organização de um horto medicinal.

Horto medicinal é um local de cultivo de plantas medicinais, em que cada uma precisa ter informações básicas como nome popular, nome científico e família botânica. São espaços que possuem diversas finalidades, dentre elas, o uso do espaço para atividades de extensão, como conscientização dos visitantes sobre a importância das plantas na prevenção e na cura de doenças; discutir sobre o uso da biodiversidade vegetal nativa e exótica; proporcionar o bem-estar aos visitantes; uso do espaço para práticas de identificação botânica, cultivo, manejo,

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71358

colheita, armazenamento e preparo para uso; servir para práticas de ensino, desde o básico até o superior, bem como para pesquisas interdisciplinares, principalmente.

Dentre as plantas medicinais utilizadas no Brasil, a família Lamiaceae se destaca em número de espécie, consequentemente nos hortos medicinais. Segundo a Flora e Funga do Brasil (2026), a família, apesar da grande diversidade morfológica, é de fácil reconhecimento, já que seus representantes majoritariamente apresentam caule quadrangular, folhas simples, opostas, serreadas, sem estípulas, flores zigomorfas, bilabiadas, estilete ginobásico, ovário bicarpelar, fruto do tipo núcula e presença de óleos essenciais, que conferem, a muitas espécies da família, propriedades aromáticas relacionadas ao principal uso econômico da família.

Nesse sentido, o trabalho teve como objetivo apresentar as espécies da família Lamiaceae cultivadas no Horto Medicinal de Alta Floresta, além de informações sobre origem, uso medicinal e fotografias.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O Horto Medicinal de Alta Floresta está localizado na Unidade I (UNEMAT), Alta Floresta, Mato Grosso. O município localiza-se na região Norte do estado, no bioma Amazônia, clima tropical chuvoso, com as estações verão chuvoso e inverno seco; temperatura entre 20° a 38 °C, pluviosidade com médias de até 2.750 mm ao ano, e com população estimada de 62.158 habitantes, em 2025 (PMAF, 2021; IBGE, 2026).

Começou a ser estruturado em abril de 2025 e lançado no dia 14 de novembro, do mesmo ano, por meio de projeto de extensão. Atualmente, possui cerca de 270 metros^2, com 68 espécies medicinais, distribuídas em 41 famílias botânicas.

O trabalho foi realizado em janeiro de 2026, com base nas espécies de Lamiaceae cultivadas no horto medicinal. Os nomes das espécies e famílias foram conferidos em Lorenzi e Matos (2021), Flora e Funga do Brasil (2026) e Global Biodiversity Information Facility (GBIF, 2026). A distribuição geografia e usos medicinais foram obtidos em literaturas especializadas (SCHLECHTER, 1896; FRANCO et al., 1972; HARLEY, 1972; CODD, 1975; ANVISA, 2015; O'LEARY, 2017; LORENZI; MATOS, 2021). As fotografias foram tiradas no horto e organizadas no programa *Powerpoint*.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Horto Medicinal de Alta Floresta possui 11 táxons de Lamiaceae, cultivados para atividades de ensino, pesquisa e extensão, correspondendo a 16,17% das espécies da coleção viva (Tabela 1; Figura 1). Apenas a espécie *Ocimum campechianum*, conhecida como alfavaca, é nativa no Brasil, todas as outras são exóticas, principalmente da Europa e África.

Tabela 1. Espécies da família Lamiaceae no Horto Medicinal de Alta Floresta, Mato Grosso. Uso medicinal (LORENZI; MATOS, 2021): a=respiratório, b=estomacal, c=fígado, d=calmante, e=antisséptico, f=hipertensão, g=cicatrizante, h=hemorroida, i=febre, j=virose, k=verminose, l=bactericida.

Espécie	Nome popular	Uso medicinal	Distribuição nativa
Coleus amboinicus Lour.	hortelã-graúda	a, l	Nova Guiné (LORENZI; MATOS, 2021).
Coleus amboinicus Lour. 'variegata'	hortelã-graúda-variegata	a, l	Nova Guiné (LORENZI; MATOS, 2021).
Coleus barbatus (Andrews) Benth.	Boldo	b, c	Etiópia, Sudão, Tanzânia e Índia (CODD, 1975).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71358

Coleus neochilus (Schltr.) Codd	boldo-miúdo	b, c	África do Sul, Botswana, Zâmbia e Zimbábue (SCHLECHTER, 1896; CODD, 1975).
Lavandula angustifolia Mill.	Alfazema, lavanda	a, e, d, k	Europa (LORENZI; MATOS, 2021).
Lavandula dentata L.	Alfazema, lavanda	a, e, d, k	Europa (LORENZI; MATOS, 2021).
Mentha pulegium L.	poejo	a, b, e, f, l	Europa, Mediterrâneo, Norte do Irã e Etiópia (HARLEY, 1972).
Mentha x *piperita* L.	hortelã-pimenta	a, b, c, j, k	Europa (ANVISA, 2015; LORENZI; MATOS, 2021).
Ocimum campechianum Mill.	alfavaca	a, b, d, f	Desde a Flórida (EUA) até ao Norte da Argentina (O'LEARY, 2017).
Salvia rosmarinus Spenn.	Alecrim	f, g, h	Mediterrâneo (FRANCO et al., 1972).
Tetradenia riparia (Hochst.) Codd	mirra	a, b, e, i, j	África (LORENZI; MATOS, 2021).

As espécies de Lamiaceae cultivadas no Horto Medicinal de Alta Floresta possuem diversos usos, como antisséptico, bactericida, calmante, cicatrizante, estomacal, febre, fígado, hemorroida, hipertensão, respiratório, verminose e virose. Problemas bastante corriqueiros nas unidades básicas de saúde, que podem ser facilmente tratados com plantas medicinais ou como complementares ao tratamento convencional.

Dentre os gêneros apresentados, *Coleus* Lour. se destaca em riqueza de espécie, descrito em 1790, possui distribuição geográfica nativa na África, Sul da Ásia, Oceania e Austrália, representado por 320 espécies aceitas (KEW, 2026). No Brasil, ocorrem nove espécies exóticas (ANTAR; ALVES, 2026). As espécies mais comuns estão citadas na tabela 1, e amplamente cultivadas em quintais urbanos e rurais, na frente de estabelecimentos comerciais e até mesmo em áreas públicas, como praças. São plantas de fácil uso, como um macerado em água ou xarope, por exemplo.

4 CONCLUSÃO

A família Lamiaceae está representada por 11 espécies no Horto Medicinal de Alta Floresta, recém-lançado no município durante o II Workshop Alta-florestense de Práticas Integrativas e Complementares no SUS: Plantas Medicinais e Fitoterapia, como espaço para atividades de ensino, pesquisa e extensão. As espécies são usadas para o tratamento de diversos problemas de saúde, principalmente estomacais, respiratórios, cardíacos e antimicrobianos.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71358

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Figura 1. Espécies medicinais de Lamiaceae: a) Horto Medicinal de Alta Floresta, município de Alta Floresta, Mato Grosso; b) *Coleus amboinicus*; c) *Coleus amboinicus* 'variegata'; d) *Coleus barbatus*; e) *Coleus neochilus*; f) *Lavandula angustifolia*; g) *Lavandula dentata*; h) *Mentha pulegium*; i) *Mentha* x *piperita*; j) *Ocimum campechianum*; k) *Salvia rosmarinus*; l) *Tetradenia riparia*. Fotos: J. M. Fernandes.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71358

REFERÊNCIAS

ANTAR, G. M.; ALVES, D. S. ***Coleus*** in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2026. https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB23335. Acesso em: 05 jan. 2026.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Monografia da espécie *Mentha* x *piperita* L. (hortelã pimenta)**. Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

BRASIL. **Política e Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

BRASIL. **Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2006a.

BRASIL. **Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no SUS: atitude de ampliação de acesso**. Brasília: Ministério da Saúde. 2006b.

BRASIL. **Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no SUS**. 2022. Disponível em: https://aps.saude.gov.br/ape/pics/praticasintegrativas. Acesso em: 17 jan. 2022.

CASTRO, M. R.; FIGUEIREDO, F. F. Saberes tradicionais, biodiversidade, práticas Integrativas e complementares: o uso de plantas medicinais no SUS. **Hygeia**, v. 15, n. 31, p. 56-70, 2019.

CODD, L. E. *Plectranthus* (Labiatae) and allied genera in Southern Africa. **Bothalia**, v. 11, n. 4, p. 371-442, 1975.

FERNANDES, J. M. **Morfologia de plantas medicinais utilizadas em Alta Floresta: subsídios ao ensino, pesquisa e extensão em Botânica**. Nova Xavantina: Pantanal Editora, 2022.

FERNANDES, J. M.; GARCIA, F. C. P.; AMOROZO, M.C.M.; SIQUEIRA, L. C.; MAROTTA, C. P. B.; CARDOSO, I. M. Etnobotânica de Leguminosae entre agricultores agroecológicos na Floresta Atlântica, Araponga, Minas Gerais, Brasil. **Rodriguésia**, v. 65, p. 539-554, 2014.

FERNANDES, J. M.; SOARES-LOPES, C. R. A.; ALMEIDA, A. A. S. D. Morfologia de espécies medicinais de boldo cultivadas no Brasil. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, e42910615824, 2021. Doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15824

FLORA E FUNGA DO BRASIL. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2026. http://floradobrasil.jbrj.gov.br/. Acesso em: 05 jan. 2026.

FRANCO, J. A., et al. *Rosmarinus* L. (Labiatae). In: Tutin, T. G., et al. (eds.) **Flora Europaea: Diapensiaceae to Myoporaceae**. Vol. 3. Cambridge: Cambridge University Press, 1972.

GBIF **-** Global Biodiversity Information Facility**.** Species**.** 2026. https://www.gbif.org/species/search?q=. Acesso em: 05 jan. 2026.

HARLEY, R. M. *Mentha* L. (Labiatae). In: TUTIN, T. G.; HEYWOOD, V. H.; BURGES, N. A.; MOORE, D. M.; VALENTINE, D. H.; WALTERS, S. M.; WEBB, D. A. (eds.) **Flora Europaea: Diapensiaceae to Myoporaceae**. Vol. 3. Cambridge: Cambridge University Press, 1972.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Mato Grosso. **2026.** https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mt/pesquisa/24/76693. Acesso em: 05 jan. 2026.

Kew. **Plants of the World Online**. 2026. https://powo.science.kew.org/. Acesso em: 05 jan. 2026.

LIMA, R. A.; SALDANHA, L. S.; CAVALCANTE, F. S. A. A importância da taxonomia, fitoquímica e bioprospecção de espécies vegetais visando o combate e enfrentamento ao covid-19. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 7, p. 607-617, 2020.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. 3 ed. Nova Odessa: Jardim Botânico Plantarum, 2021.

MACIEL, A. M.; PINTO, A. C.; VEIGA-JÚNIOR, V. F.; GRYNBERG, N. F.; ECHEVARRIA, A. Plantas medicinais: a necessidade de estudos multidisciplinares. **Química Nova**, v. 25, n. 3, p. 429-438, 2002.

O'LEARY, N. Taxonomic revision of *Ocimum* (Lamiaceae) in Argentina. **Journal of the Torrey Botanical Society**, v. 144, p. 74–87, 2017.

OLIVEIRA, A. C. D.; ROPKE, C. D. Os dez anos da Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (PNPMF) e os principais entraves da cadeia produtiva de extratos vegetais e medicamentos fitoterápicos no Brasil. **Revista Fitos**, v. 10, n. 2, p. 95-219, 2016.

PMAF - Prefeitura municipal de Alta Floresta. **Geografia**. 2021. https://www.gp.srv.br/transparencia_altafloresta/servlet/inf_div_detalhe?12. Acesso em: 05 jan. 2026.

SCHLECHTER, F. R. R. Decades plantarum novarum austro-africanarum. **Journal of Botany**, v. 34, p. 391-395, 1896.

MÉTODOS ÉTICOS E SUSTENTÁVEIS PARA CONTROLE POPULACIONAL DE ESPÉCIES SINANTRÓPICAS E INVASORAS

GABRIELA DORNFELD DE ALMEIDA DOS REIS; ROSIANE ALMEIDA MINET MARSAIOLI; VIVIANE FERREIRA MATOS; LAILA CANANDA PEQUENO DA SILVA; SAMUEL FRANCISCO; VINÍCIUS DA SILVA FERREIRA MOURA; GIOVANNA MOREIRA SILVA SANTOS

RESUMO

O controle populacional de espécies sinantrópicas e exóticas invasoras constitui um dos principais desafios contemporâneos para a conservação da biodiversidade e a gestão ambiental, em razão de seus impactos ecológicos, sociais e econômicos. A expansão dessas espécies está associada à degradação de ecossistemas, à perda de espécies nativas e à alteração de processos ecológicos, demandando estratégias de manejo que conciliem eficiência, sustentabilidade e responsabilidade ética. Diante desse cenário, o presente trabalho teve como objetivo discutir e sistematizar métodos éticos e sustentáveis aplicados ao controle populacional de espécies sinantrópicas e invasoras, evidenciando padrões, implicações e desafios associados às práticas adotadas. A metodologia consistiu em uma revisão bibliográfica de natureza integrativa, de abordagem qualitativa e caráter analítico-descritivo, baseada exclusivamente em fontes secundárias, incluindo publicações científicas e diretrizes institucionais pertinentes ao manejo ambiental, à ética no controle da vida silvestre e à conservação da biodiversidade. Os estudos selecionados foram analisados de forma integral, com extração sistemática de informações relacionadas aos métodos de controle, fundamentos éticos, contextos de aplicação, implicações ecológicas e limitações metodológicas, permitindo a organização temática e comparativa dos achados. Os resultados indicaram predominância de abordagens integradas, com valorização do manejo adaptativo, da redução de impactos sobre espécies não alvo e da incorporação de critérios éticos no processo decisório. Observou-se convergência quanto à necessidade de planejamento de longo prazo e articulação entre ciência e gestão, embora persistam divergências na aplicação prática dos métodos e na padronização de protocolos. As análises também evidenciaram limitações recorrentes, como heterogeneidade metodológica e escassez de avaliações de longo prazo. Conclui-se que os métodos éticos e sustentáveis de controle populacional representam um avanço relevante para a gestão ambiental contemporânea, ao promover intervenções mais responsáveis e alinhadas à conservação da biodiversidade, destacando-se a necessidade de aprimoramento metodológico e de investigações futuras que integrem dimensões ecológicas, éticas e sociais.

Palavras-chave: Gestão de fauna e flora; Mitigação de danos ambientais; Bioética aplicada.

1 INTRODUÇÃO

O controle populacional de espécies sinantrópicas e exóticas invasoras compreende um conjunto de estratégias destinadas a reduzir, conter ou mitigar populações que, ao se expandirem fora de seus limites ecológicos naturais ou em estreita associação com ambientes

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71365

humanos, provocam desequilíbrios ambientais, econômicos e sanitários. Essas espécies estão entre os principais vetores de perda de biodiversidade, alteração de processos ecológicos e degradação de serviços ecossistêmicos, afetando diretamente a conservação de ecossistemas naturais e a qualidade de vida humana (Dias, 2025; Sampaio; Schmidt, 2013). No contexto contemporâneo, observa-se uma crescente preocupação com a adoção de métodos que conciliem eficiência de controle, sustentabilidade ambiental e princípios éticos, especialmente diante do aumento das invasões biológicas associado à globalização, às mudanças no uso do solo e às alterações climáticas (Larson et al., 2011). Tendências recentes apontam para a substituição de práticas exclusivamente letais por abordagens integradas, preventivas e baseadas em ciência, que consideram impactos ecológicos, sociais e morais de curto e longo prazo (Dubois et al., 2017), ampliando o debate sobre responsabilidade ética na gestão da fauna e flora problemáticas.

Dentro desse panorama amplo, destaca-se como recorte central a análise de métodos éticos e sustentáveis aplicados ao controle populacional, especialmente aqueles empregados em contextos de manejo ambiental, áreas protegidas e paisagens antropizadas. Embora existam diversas técnicas disponíveis (incluindo controle físico, químico, biológico e manejo integrado), persistem desafios relacionados à escolha de estratégias que minimizem sofrimento animal, impactos colaterais sobre espécies não alvo e efeitos cumulativos nos ecossistemas (National Invasive Species Information Center, s.d.). A problemática reside na dificuldade de alinhar eficácia operacional com princípios éticos e sustentabilidade, sobretudo em cenários onde decisões de manejo precisam ser rápidas e baseadas em evidências robustas. Essa questão permanece em debate porque diferentes contextos ecológicos, sociais e institucionais influenciam a aplicação e os resultados das técnicas disponíveis, gerando divergências quanto às melhores práticas a serem adotadas (ICMBio, 2023).

A relevância da discussão se sustenta no fato de que a literatura aponta avanços significativos na compreensão dos impactos das espécies invasoras e das respostas de manejo, mas ainda revela lacunas na integração sistemática entre ética, sustentabilidade e eficiência ecológica. Estudos globais demonstram que intervenções mal planejadas podem resultar em efeitos adversos, como resistência biológica, recolonização acelerada e prejuízos à restauração ecológica (Weidlich et al., 2020). Ao mesmo tempo, princípios internacionais propõem critérios éticos claros para orientar decisões de controle da vida silvestre, enfatizando proporcionalidade, necessidade e redução de danos evitáveis (Dubois et al., 2017). Entretanto, observa-se que tais princípios nem sempre são plenamente incorporados às políticas públicas e às práticas de manejo, especialmente em contextos locais e regionais, o que evidencia a necessidade de aprofundar o diálogo entre ciência aplicada, normativas institucionais e valores socioambientais (Larson et al., 2011; Dias, 2025).

Diante desse cenário, o objetivo geral deste trabalho é sistematizar e discutir métodos éticos e sustentáveis de controle populacional de espécies sinantrópicas e exóticas invasoras, a partir de contribuições científicas e diretrizes técnicas nacionais e internacionais. Busca-se abordar diferentes mecanismos de controle empregados em contextos ambientais distintos, destacando seus fundamentos, limitações e implicações ecológicas e éticas (National Invasive Species Information Center, s.d.; ICMBio, 2023). Como contribuição, espera-se oferecer uma visão integrada que auxilie na compreensão crítica das estratégias disponíveis, favorecendo decisões de manejo mais responsáveis, alinhadas à conservação da biodiversidade e aos princípios contemporâneos de sustentabilidade e ética ambiental.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de natureza integrativa, conduzida com a finalidade metodológica de reunir, organizar e interpretar

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71365

criticamente abordagens conceituais, técnicas e normativas relacionadas aos métodos éticos e sustentáveis de controle populacional de espécies sinantrópicas e exóticas invasoras. A opção por esse tipo de revisão permitiu a articulação de contribuições teóricas, estudos aplicados e diretrizes institucionais, possibilitando uma síntese analítico-interpretativa do conhecimento disponível. A abordagem adotada é qualitativa, de caráter descritivo e exploratório, fundamentada exclusivamente em fontes secundárias, sem envolvimento de coleta de dados primários. Foram observados critérios científicos compatíveis com revisões bibliográficas, assegurando consistência metodológica, rastreabilidade das informações e confiabilidade das interpretações apresentadas.

A busca pelos estudos foi realizada em periódicos científicos e fontes institucionais reconhecidas na área de Ciências Biológicas, Ciências Ambientais e manejo de fauna e flora, incluindo revistas especializadas em conservação, ecologia aplicada e gestão ambiental, além de documentos técnicos de órgãos governamentais e centros internacionais de referência. A inclusão de diretrizes institucionais e literatura técnica foi justificada pela relevância normativa e operacional desses materiais para a compreensão dos métodos de controle adotados em contextos reais de manejo ambiental. Os critérios de inclusão contemplaram publicações com acesso ao texto completo, pertinência direta ao tema, consistência metodológica e enquadramento temporal compatível com o avanço recente da área. Foram excluídos materiais duplicados, estudos fora do escopo temático, textos de natureza opinativa, documentos sem clareza metodológica e publicações com baixa robustez científica.

A operacionalização da busca considerou áreas do conhecimento vinculadas à ecologia, conservação da biodiversidade, manejo de espécies invasoras, restauração ecológica e ética ambiental. Para a recuperação dos estudos, foram utilizados descritores e termos-chave em português e inglês, tais como espécies exóticas invasoras, espécies sinantrópicas, controle populacional, manejo ambiental, conservação da biodiversidade, sustentabilidade, ética no manejo da vida silvestre, invasive species, wildlife control, invasive plant management, ecological restoration e environmental management, incluindo sinônimos conceitualmente equivalentes, sem repetições. Os termos foram combinados por meio de operadores booleanos, em que o operador AND foi empregado para exigir a presença simultânea dos descritores, o operador OR para ampliar a recuperação de estudos com termos alternativos e o operador NOT para excluir conteúdos não pertinentes. Essa estratégia visou aumentar a sensibilidade da busca, ao captar maior número de estudos relevantes, e aprimorar a especificidade, reduzindo resultados irrelevantes.

Após a seleção, os estudos foram submetidos à leitura analítica integral, contemplando não apenas os resumos, mas todo o conteúdo textual. As informações extraídas de forma sistemática incluíram o tipo de publicação, os métodos de controle abordados, o contexto ecológico ou institucional, os princípios éticos e sustentáveis considerados, os principais resultados, limitações identificadas e implicações práticas ou conceituais. A análise dos dados foi conduzida de maneira qualitativa, com organização temática e comparativa, permitindo a identificação de convergências, divergências, lacunas do conhecimento e tendências emergentes no campo do controle populacional de espécies sinantrópicas e invasoras. Esse procedimento assegurou coerência interpretativa, consistência interna e potencial de reprodutibilidade, fortalecendo a robustez metodológica do trabalho.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os achados evidenciam que o controle populacional de espécies sinantrópicas e invasoras é tratado de forma multifacetada, reunindo abordagens ecológicas, técnicas, éticas e institucionais. Predomina o entendimento de que intervenções isoladas e exclusivamente letais tendem a produzir efeitos limitados ou temporários, ao passo que estratégias integradas,

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71365

sustentadas por planejamento de longo prazo, apresentam maior efetividade ambiental. Observa-se também um campo em processo de amadurecimento, no qual consensos se consolidam em torno da necessidade de sustentabilidade e responsabilidade ética, embora persistam debates quanto à escolha e à aplicação dos métodos em diferentes contextos ecológicos e sociais. Tendências recentes incluem o fortalecimento do manejo adaptativo, a valorização de diretrizes institucionais e a ampliação do debate ético como elemento estruturante das decisões de controle. Esses padrões gerais e enfoques recorrentes encontram-se sintetizados na **Tabela 1**, que permite visualizar de forma integrada os principais eixos abordados.

Tabela 1 – Panorama dos enfoques sobre controle populacional ético e sustentável.

Eixo central	Escopo de análise	Tipo de abordagem	Ênfase principal
Impactos ecológicos	Biodiversidade e ecossistemas	Analítica	Redução de danos ambientais
Métodos de controle	Técnicas físicas, químicas e biológicas	Operacional	Eficiência e aplicabilidade
Ética no manejo	Bem-estar e proporcionalidade	Normativa	Minimização do sofrimento
Gestão ambiental	Políticas e diretrizes	Institucional	Planejamento sustentável

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

A organização dos resultados permitiu agrupar as contribuições em três grandes conjuntos: fundamentos éticos e normativos, estratégias técnicas de controle e consequências ecológicas e socioambientais. No primeiro conjunto, há convergência quanto à necessidade de justificar eticamente as intervenções, embora variem os critérios adotados para definir aceitabilidade e limites de ação. No segundo, observa-se consenso em relação à superioridade do manejo integrado, mas divergências quanto ao uso de métodos químicos e biológicos, sobretudo diante de riscos a espécies não alvo. No terceiro conjunto, os estudos reconhecem que o controle populacional pode favorecer a conservação e a restauração ecológica, porém apontam inconsistências metodológicas que dificultam a comparação direta de resultados entre diferentes contextos e escalas. Esses contrastes revelam que, apesar dos avanços conceituais, a aplicação prática ainda enfrenta desafios relacionados à padronização e à avaliação de eficácia.

As implicações dos achados são relevantes tanto para o campo teórico quanto para a prática da gestão ambiental. Destacam-se avanços na formulação de modelos que integram ética, sustentabilidade e eficiência ecológica, ampliando a compreensão do controle populacional como processo decisório complexo e não apenas técnico. Esses avanços contribuem para aprimorar políticas públicas, orientar protocolos de manejo e fortalecer a legitimidade social das intervenções. Ao mesmo tempo, os resultados indicam que a efetividade das ações depende da articulação entre conhecimento científico, capacidade institucional e adaptação contínua às respostas dos sistemas ecológicos. As principais implicações e seus desdobramentos encontram-se sistematizados na **Tabela 2**, permitindo uma visualização comparativa das contribuições identificadas.

Tabela 2 – Implicações dos métodos de controle para teoria e prática.

Dimensão	Contribuição central	Impacto esperado	Desafio associado
Ética ambiental	Critérios de proporcionalidade	Maior legitimidade	Aplicação contextual
Sustentabilidade	Planejamento de longo prazo	Redução de impactos	Continuidade institucional
Conservação	Proteção da biodiversidade	Recuperação ecológica	Monitoramento contínuo
Gestão pública	Base científica nas decisões	Eficiência operacional	Limitações de recursos

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71365

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Entre as contribuições mais significativas, destaca-se a consolidação de uma abordagem integrada, na qual o controle populacional é compreendido como etapa estratégica para a conservação e a restauração de ecossistemas. A incorporação de princípios éticos fortalece a tomada de decisão e amplia o diálogo entre ciência, gestão e sociedade, enquanto os avanços metodológicos associados ao manejo adaptativo permitem respostas mais eficazes à dinâmica das populações-alvo. Esses elementos ampliam o campo de atuação do controle populacional, deslocando-o de uma lógica meramente corretiva para uma perspectiva preventiva e sistêmica, com impactos positivos sobre a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos.

Apesar dos avanços, permanecem limitações importantes, como a ausência de padronização metodológica, a predominância de avaliações de curto prazo e a escassez de análises integradas que considerem simultaneamente fatores ecológicos, éticos e sociais. Lacunas teóricas ainda dificultam a compreensão dos efeitos cumulativos das intervenções, enquanto limitações metodológicas comprometem a replicabilidade e a comparação entre contextos distintos. Torna-se evidente a necessidade de ampliar investigações de longo prazo, fortalecer abordagens interdisciplinares e incorporar dimensões sociais de forma mais sistemática. As principais lacunas identificadas e os direcionamentos para futuras investigações estão organizados na **Tabela 3**.

Tabela 3 – Limitações identificadas e diretrizes para avanços futuros.

Limitação principal	Consequência	Necessidade científica	Direção futura
Falta de padronização	Resultados heterogêneos	Protocolos comuns	Estudos comparativos
Curta duração	Evidências parciais	Monitoramento prolongado	Avaliações de longo prazo
Enfoque técnico isolado	Visão fragmentada	Integração conceitual	Abordagens sistêmicas
Baixa inclusão social	Resistência às ações	Participação comunitária	Gestão participativa

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

De forma integrada, os resultados indicam que o controle populacional de espécies sinantrópicas e invasoras avança no sentido de maior responsabilidade ética e sustentabilidade ambiental, ainda que desafios persistam. A interpretação científica desses achados reforça que a efetividade das intervenções depende da convergência entre conhecimento ecológico, princípios éticos e capacidade de gestão, bem como da adaptação contínua às respostas dos sistemas naturais. Ao articular padrões, contrastes e lacunas, esta seção evidencia que o aprimoramento das práticas de controle requer não apenas inovação técnica, mas também compromisso institucional e social, consolidando o controle populacional como ferramenta estratégica para a conservação da biodiversidade e a gestão ambiental contemporânea.

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo geral sistematizar e discutir métodos éticos e sustentáveis para o controle populacional de espécies sinantrópicas e exóticas invasoras, a partir de contribuições científicas e diretrizes técnicas consolidadas. A síntese dos achados evidenciou padrões consistentes que apontam para a superação de práticas pontuais e exclusivamente letais, com crescente valorização de estratégias integradas, adaptativas e fundamentadas em princípios éticos. Destacou-se a convergência entre sustentabilidade ambiental, bem-estar animal e eficiência ecológica como eixo estruturante das ações de controle, bem como a importância do planejamento de longo prazo e da articulação entre ciência e gestão ambiental.

Os resultados permitiram avançar na compreensão do tema ao evidenciar que o controle populacional eficaz depende da integração entre diferentes métodos e da adequação das

estratégias aos contextos ecológicos, sociais e institucionais. Observou-se que abordagens que incorporam critérios éticos e diretrizes normativas tendem a apresentar maior legitimidade e potencial de conservação da biodiversidade, especialmente quando associadas a ações de monitoramento e restauração ecológica. As relações entre controle populacional, gestão ambiental e sustentabilidade emergiram como centrais, reforçando o papel dessas práticas como instrumentos estratégicos na mitigação de impactos ecológicos e na manutenção de serviços ecossistêmicos.

Entre as limitações identificadas, destacam-se a heterogeneidade metodológica das publicações, a predominância de avaliações de curto prazo e a escassez de análises comparativas de longo alcance. Lacunas conceituais persistem na integração sistemática entre princípios éticos e operacionalização prática, além de restrições relacionadas à padronização de indicadores de eficácia e à disponibilidade de dados aplicáveis a diferentes escalas de manejo. Ademais, as delimitações adotadas no processo de busca e a dependência de fontes secundárias podem restringir a generalização de alguns achados, ainda que preservem a reprodutibilidade científica.

As implicações derivadas dos resultados abrangem dimensões teóricas e aplicadas, ao reforçar a necessidade de modelos conceituais integradores, protocolos técnicos mais robustos e políticas públicas alinhadas à ciência e à ética ambiental. Do ponto de vista prático, os achados podem subsidiar decisões de manejo mais responsáveis, contribuindo para a redução de impactos negativos e para o fortalecimento da conservação da biodiversidade. Para pesquisas futuras, recomenda-se o desenvolvimento de estudos de longo prazo, a ampliação de abordagens interdisciplinares, a inclusão de dimensões sociais no planejamento do controle populacional e o aprimoramento de métodos comparativos que permitam avaliar de forma mais precisa a efetividade e a sustentabilidade das estratégias adotadas.

REFERÊNCIAS

DIAS, R. Espécies exóticas invasoras: impactos e estratégias para contenção. **Lumen et Virtus**, v. 16, n. 46, p. 2566-2582, 2025. Disponível em: https://periodicos.newsciencepubl.com/LEV/article/view/3965.

DUBOIS, S.; FENWICK, N.; RYAN, E. A.; BAKER, L.; BAKER, S. E.; BEAUSOLEIL, N. J.; CARTER, S.; CARTWRIGHT, B.; COSTA, F.; DRAPER, C.; GRIFFIN, J.; GROGAN, A.; HOWALD, G.; JONES, B.; LITTIN, K. E.; LOMBARD, A. T.; MELLOR, D. J.; RAMP, D.; SCHUPPLI, C. A.; FRASER, D. International consensus principles for ethical wildlife control. **Conservation Biology**, v. 31, n. 4, p. 753-760, 2017. Disponível em: https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/cobi.12896.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio. *Guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais*. Brasília, DF: ICMBio, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/manejo-de-especies-exoticas-invasoras/guias-e-materiais-orientadores/guias/guia-de-orientacao-para-o-manejo-de-especies-exoticas-invasoras-em-unidades-de-conservacao-federais.pdf.

LARSON, D. L.; PHILLIPS-MAO, L.; QUIRAM, G.; SHARPE, L.; STARK, R.; SUGITA, S.; WEILER, A. A framework for sustainable invasive species management: Environmental, social, and economic objectives. **Journal of Environmental Management**, v. 92, n. 1, p. 14-

22, 2011. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479710002732?via%3Dihub.

NATIONAL INVASIVE SPECIES INFORMATION CENTER. *Control Mechanisms*. United States Department of Agriculture. Disponível em: https://www.invasivespeciesinfo.gov/subject/control-mechanisms.

SAMPAIO, A. B.; SCHMIDT, I. B. Espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais do Brasil. **Diagnóstico e Controle de Espécies Exóticas Invasoras em Áreas Protegidas**, v. 3, n. 2, 2013. Disponível em: https://revistaeletronica.icmbio.gov.br/index.php/BioBR/article/view/351.

WEIDLICH, E. W. A.; FLÓRIDO, F. G.; SORRINI, T. B.; BRANCALION, P. H. S. Controlling invasive plant species in ecological restoration: a global review. **Journal of Applied Ecology**, v. 57, n. 9, p. 1806-1817, 2020. Disponível em: https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2664.13656.

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

CONFORMIDADE AMBIENTAL EM UM POSTO DE COMBUSTÍVEL LOCALIZADO EM UM MUNICÍPIO DO SUL DO CEARÁ: ANÁLISE DO CUMPRIMENTO DAS NORMAS LEGAIS

FERNANDA FERNANDES DE SOUSA LIMA TEIXEIRA

Introdução: A industrialização no Brasil ocorreu de forma acelerada e desordenada, muitas vezes negligenciando as questões ambientais em nome do lucro e do desenvolvimento econômico. Nesse contexto, surgiram diversas atividades potencialmente poluidoras, entre elas os Postos Revendedores de Combustíveis (PRC), que passaram a desempenhar papel relevante na matriz energética e na economia, mas também como fontes de riscos ambientais significativos. **Objetivo:** Diante disso, este trabalho visa avaliar as conformidades legais de um posto de combustível localizado no município de Farias Brito – CE, à luz das exigências da legislação ambiental vigente. **Material e métodos:** A análise concentra-se nos principais aspectos relacionados ao licenciamento ambiental, à gestão dos resíduos sólidos e ao tratamento de efluentes líquidos. A análise da conformidade ambiental do posto de combustível, conforme demonstrado no Quadro 01, evidencia que, embora o empreendimento apresente alguns avanços importantes — como a instalação de tanques jaquetados, conforme com a NBR 16.161, e a capacitação periódica de seus funcionários, conforme exigido pela NR-20 — ainda persistem sérias inconformidades. **Resultados:** Entre as principais falhas, destaca-se o não atendimento a condicionantes específicas da licença ambiental, como a ausência de documentação obrigatória junto à SEMACE e a inadequação no armazenamento de resíduos perigosos e não perigosos, bem como a manutenção irregular do sistema de drenagem oleosa. Além disso, verificou-se que os resíduos sólidos gerados são destinados de forma inadequada à coleta pública municipal, sem a elaboração de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), em desacordo com a Lei nº 12.305/2010. O sistema separador de água e óleo, embora presente, apresenta sinais de má conservação, com manutenção insuficiente e visível ineficiência, contrariando os padrões estabelecidos pela Resolução COEMA nº 02/2017. Soma-se a isso a ausência de revisão periódica do Plano de Atendimento a Emergências Ambientais, elemento essencial para a resposta eficaz a possíveis incidentes com impacto ambiental. **Conclusão:** Dessa forma, constata-se que o posto de combustível analisado necessita de intervenções imediatas para corrigir as não conformidades identificadas. A implementação de melhorias estruturais, operacionais e gerenciais é essencial para assegurar o cumprimento das normas legais e promover uma atuação ambientalmente responsável, reduzindo os riscos ao meio ambiente e à saúde da população local.

Palavras-chave: **POSTO DE COMBUSTIVEL; LEGISLAÇÃO AMBIENTAL; CONFORMIDADE AMBIENTAL**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71367

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

DISTRIBUIÇÃO DE *LEOPARDUS GUTTULUS* (HENSEL, 1872) NO INTERIOR DE UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO DE PROTEÇÃO INTEGRAL, NO NORTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, MATA ATLÂNTICA.

ÉVILEN LARA DE CASTRO DA SILVA; PAULO CARLOS GRÜBLER; DANUBIA PEREIRA DO NASCIMENTO; MARINA VARGAS BRANDÃO; HENAIR SANTOS DE FREITAS.

RESUMO

A Mata Atlântica é um dos principais hotspots de biodiversidade do planeta, caracterizando-se por elevada riqueza de espécies e altos níveis de endemismo, porém sofreu intensa redução e fragmentação ao longo do processo de ocupação humana. Esses impactos comprometem a conectividade da paisagem e afetam especialmente espécies sensíveis às alterações ambientais, como os carnívoros de pequeno porte. Entre eles, destaca-se o Leopardus guttulus, felino endêmico da Mata Atlântica, cuja conservação depende da manutenção de áreas florestais com elevada complexidade estrutural. Nesse contexto, Unidades de Conservação de Proteção Integral desempenham papel fundamental na preservação da espécie. O presente estudo teve como objetivo analisar a distribuição espacial de Leopardus guttulus no interior do Parque Estadual de Itapeva, localizado no litoral norte do estado do Rio Grande do Sul. A pesquisa foi realizada a partir de registros obtidos por armadilhas fotográficas instaladas em 18 pontos amostrais distribuídos em diferentes ambientes da unidade de conservação, no período de janeiro a dezembro de 2024. Foram obtidos 105 registros da espécie, distribuídos em 14 dos 18 pontos amostrais, confirmando sua ocorrência e utilização do espaço no interior do parque. Os registros concentraram-se principalmente em ambientes úmidos, áreas de transição e locais com maior cobertura vegetal e complexidade estrutural, enquanto áreas mais abertas ou com forte efeito de borda apresentaram menor frequência de ocorrência. Os resultados demonstram a importância do Parque Estadual de Itapeva como área relevante para a conservação de Leopardus guttulus e contribuem para o entendimento de sua ecologia espacial em ambientes costeiros da Mata Atlântica, fornecendo subsídios para o manejo e a conservação da espécie.

Palavras-chave: *Leopardus guttulus*, Distribuição, Unidade de Conservação.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71384

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

1 INTRODUÇÃO

A Mata Atlântica é reconhecida como um dos principais *hotspots* de biodiversidade do planeta, abrigando elevada riqueza de espécies e altos níveis de endemismo. Este bioma Atlântica compreende uma das florestas tropicais mais biodiversas do planeta, onde em sua ocorrência no território brasileiro, chegava a uma cobertura de 13% do território. De acordo com os dados mais recentes do MapBiomas (Coleção 10) publicado em 2025, a vegetação nativa da Mata Atlântica cobria apenas 25% de sua área total em 2024, refletindo uma trajetória de degradação que resultou na perda de 11% (4,4 milhões de hectares) de sua cobertura natural nos últimos 40 anos. Embora a ocupação humana tenha se intensificado desde a colonização — restando apenas 27% da área florestal original já em 1985 —, a última década (2015-2024) sinaliza uma fase de estabilidade, na qual o ganho e a perda de florestas tornaram-se equivalentes.

Nesse contexto de intensa redução e fragmentação da cobertura vegetal, os efeitos da degradação da Mata Atlântica tornam-se particularmente evidentes sobre a fauna silvestre, sobretudo sobre espécies que dependem de áreas florestais contínuas para sua sobrevivência. Com a conectividade da paisagem comprometida, acaba restringindo o fluxo gênico e aumentando a vulnerabilidade das populações animais. Entre as espécies afetadas por esse processo destaca-se o *Leopardus guttulus*, felino endêmico do bioma e altamente sensível às alterações antrópicas do ambiente florestal.

O *Leopardus guttulus* é uma espécie de felino listado como vulnerável em escala global pela UICN (União Internacional para a Conservação da Natureza), estado que reforça a necessidade de estudos específicos sobre sua ecologia e distribuição. Estudos recentes mostram que este mamífero apresenta grande vulnerabilidade associada à fragmentação de habitats, com populações já isoladas e conectividade reduzida entre remanescentes florestais da Mata Atlântica, o que compromete sua viabilidade em longo prazo e eleva o risco de extinção local (Sartor *et al*., 2024). Outros conflitos como as atividades humanas, transmissão de doenças por animais domésticos e atropelamentos (Pereira et, al 2024) também representam riscos para a espécie. Embora sua ocorrência esteja registrada em remanescentes da Mata Atlântica do Sul e Sudeste do Brasil, ainda há lacunas significativas quanto ao padrão de distribuição espacial da espécie em áreas protegidas, especialmente no interior de Unidades de Conservação de proteção integral. Estudos voltados à compreensão da distribuição de felinos de pequeno porte são considerados essenciais, pois esses animais atuam como importantes predadores de níveis tróficos intermediários e indicadores da qualidade ambiental.

Pesquisas realizadas em Unidades de Conservação permitem avaliar a efetividade dessas áreas na manutenção das populações de *L. guttulus*, além de fornecer subsídios para o manejo e a conservação da espécie. Neste sentido, o presente estudo tem como objetivo analisar a distribuição de *L. guttulus* no interior de uma Unidade de Conservação de proteção integral, contribuindo para o entendimento de sua ocorrência espacial e fortalecimento de estratégias de conservação da espécie.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Parque Estadual de Itapeva

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71384

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

O Parque Estadual de Itapeva (PEVA) é uma Unidade de Conservação (UC) do Grupo de Proteção Integral, estabelecida pelo Decreto Estadual nº 42.009 em 2002, situado em Torres, Rio Grande do Sul. O parque contém ambientes variados, como mata paludosa, dunas móveis e fixas, campos alagados e secos, proporcionando alta biodiversidade. A UC é vital para a preservação de espécies ameaçadas e endêmicas, sendo afetada por ações antrópicas que impactam seus ecossistemas.

Com o objetivo de avaliar e analisar as diferentes populações de animais silvestres no PEVA, em 2014 foi desenvolvido o Projeto de Monitoramento de Fauna de Vertebrados do Parque para avaliar as populações de animais silvestres, registrando espécies e atividades na UC, considerando sazonalidade, biologia e ecologia. Os pontos de amostragem foram definidos com base na geografia, características ambientais, conexões entre ambientes, segurança dos equipamentos e recursos disponíveis.

2.2 Equipamento

Para a amostragem dos dados foram utilizados equipamentos do tipo armadilhas fotográficas. Esse equipamento opera de forma remota e fornece dados confiáveis através de fotografias e vídeos. O seu funcionamento independe de operador humano (Marques, 2005), tornando-se assim, um método não invasivo e reduzindo o estresse causado aos animais durante o estudo (Melloti, 2021).

O dispositivo possui sensores de calor e movimento que aciona a câmera para a fotografia ou vídeo durante a passagem do indivíduo (Marques, 2005). Os equipamentos modernos são capazes de registrar a data e o horário de cada imagem, contam com a regulagem para registros diurnos, noturnos ou contínuos (Cullen, 2006), tornando possível fazer o registro de indivíduos com diferentes padrões de atividade (Melotti, 2021). Funcionam com pilhas, e seus dados são armazenados em cartão de memória com capacidade de 32 e 64 gigas para análise dos dados. Por serem distribuídas em diferentes ambientes, as armadilhas fotográficas garantem maior quantidade de áreas supervisionadas, maximizando a amostragem de áreas, inclusive aquelas de difícil acesso (Marques, 2005).

A armadilha fotográfica é um método simples de instalação, podendo ser fixada em troncos de árvores ou estacas de madeira a cerca de 30 cm do solo. As câmeras são posicionadas estrategicamente e verificadas semanalmente pela equipe de monitoramento do PEVA, com coleta dos cartões de memória a cada 21 dias, divididos em 3 blocos. Os vídeos registrados são copiados para um servidor remoto da Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA) e, após triagem, são nomeados com data, horário, nome popular, nome científico, local e número de indivíduos. Os dados identificados são organizados em uma planilha Excel para análise posterior.

A distribuição do *L. guttulus* foi avaliada conforme registros obtidos em 17 pontos amostrais. A frequência de ocorrência foi calculada a partir da presença ou ausência da espécie em cada um dos pontos, a abundância relativa foi calculada com base no número de registros por ponto amostral. O padrão de distribuição espacial foi avaliado por meio do índice de dispersão variância/média, conforme descrito por Brower *et al*. (1998), permitindo observar se a espécie apresenta distribuição agregada, aleatória ou uniforme na área de estudo.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi avaliada a distribuição de *L. guttulus* no PEVA, utilizando registros de armadilhas fotográficas de janeiro a dezembro de 2024, confirmando a ocorrência da espécie e seu uso em diferentes ambientes (Tabela 1).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71384

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

A distribuição dos registros por ponto amostral demonstrou uma variação no número de ocorrências entre os diferentes ambientes da UC, com maior parte dos registros em áreas úmidas, ambientes de transição e áreas próximas a corpos d'água, no entanto, alguns pontos não apresentaram registros da espécie. Esse padrão indica um uso espacial heterogêneo no interior da unidade de conservação.

Tabela 1. Caracterização dos pontos amostrais utilizados no estudo da distribuição espacial de *Leopardus guttulus* no Parque Estadual de Itapeva (PEVA), com dados obtidos por armadilhas fotográficas entre janeiro e dezembro de 2024.

Amostragem	Nome do local	Tipo de ambiente	Descrição	Nº de registros	Bloco
Ponto 1	Canil	Mata paludosa	Borda florestal caracterizado pela transição entre a mata e áreas abertas, apresentando sub-bosque pouco denso, com menor cobertura vegetal inferior, maior incidência de luz.	0	1
Ponto 2	Jerivá	Mata paludosa	Mata com sub-bosque denso, presença de córregos e baixa interferência antrópica.	8	1
Ponto 3	Brocca	Mata paludosa	Mata com sub-bosque denso e baixa interferência antrópica	6	1
Ponto 4	Bela vista	Mata paludosa	Mata com sub-bosque denso e formação de palmital.	0	1
Ponto 5	Walter	Mata arenosa	Mata localizada próxima às dunas, com solo mais seco e forte efeito de borda.	2	1
Ponto 6	PB01	Mata arenosa	Mata com árvores de grande porte e dossel fechado, estabelecida sobre solo arenoso, localizada posteriormente a uma duna vegetada.	0	1
Ponto 7	Mata do Simão	Área úmida	Área de transição entre ambiente aquático e terrestre, caracterizada por vegetação mais densa e úmida,	7	2
Ponto 8	Lagoa do Simão	Vegetação ripária	Mata com elevada umidade do solo, presença abundante de palmitos e cipós, localizada a aproximadamente 150–200 m da lagoa.	16	2
Ponto 9	Pedro Benck	Área úmida	Mata com características mais secas, localizada próxima à sanga, sob influência indireta da umidade do curso d'água.	14	2

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71384

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Ponto 10	Limite Sul	Mata arenosa	Mata sobre solo arenoso localizado entre dunas e o morro, com vegetação arbórea e arbustiva adaptada a baixa retenção hídrica.	8	2
Ponto 11	Morro	Mata arenosa de morro	Área de encosta com vegetação florestal, relevo mais elevado e solo bem drenado, apresentando maior complexidade estrutural em relação às áreas adjacentes.	3	2
Ponto 12	Rosinha	Dunas	Dunas arenosas com cobertura vegetal esparsa a moderada	0	2
Ponto 13	Camping	Área úmida de restinga	Faixa de mata de restinga localizada em baixadas úmidas entre dunas embrionárias e dunas interiores móveis, com solo saturado.	0	3
Ponto 14	Baixadas úmidas	Área úmida de restinga	Faixa de mata de restinga localizada em baixadas úmidas entre dunas embrionárias e dunas interiores móveis, com solo saturado.	35	3
Ponto 15	Dunas Vegetadas	Mata arenosa	Dunas com solo arenoso, cobertura vegetal herbácea e arbustiva, adaptada a alta insolação e influência de ventos.	2	3
Ponto 16	Transição	Mata paludosa	Ambiente de transição entre dunas vegetadas e mata paludosa, com solo arenoso e variação no grau de umidade, apresentando vegetação heterogênea.	2	3
Ponto 17	Banhado	Mata paludosa	Área de banhado com vegetação palustre e presença de lâmina d'água.	1	3

Fonte: Autores, 2026.

Foram obtidos 104 registros de *L. guttulus* ao durante o período amostral, distribuídos em 13 dos 17 pontos amostrais (76,5%), confirmando a ocorrência e o uso do espaço pela espécie no interior do Parque Estadual de Itapeva. Considerando todos os pontos amostrais, a abundância média foi de 6,12 registros por ponto, evidenciando elevada heterogeneidade espacial na distribuição da espécie, com valores variando de zero a 35 registros por ponto. A distribuição espacial foi avaliada pelo índice de dispersão, calculado como a razão entre a variância amostral e a média de registros por ponto (razão variância/média). Valores próximos de 1 indicam distribuição aleatória, valores maiores que 1 indicam distribuição agregada e menores que 1 indicam distribuição uniforme, conforme descrito em literatura de ecologia de populações (Endringer, 2015).A variância amostral ($s^2 = 79,74$) foi superior à média, apresentando valor aproximado de 13,03, indicando um padrão de distribuição espacial agregado. Esse padrão reflete a concentração dos registros em determinados pontos e ambientes da Unidade de Conservação, sugerindo uso espacial não homogêneo por parte da espécie ao longo da área de amostragem.

O padrão de distribuição espacial agregado observado no estudo indica uso seletivo do espaço no interior da unidade de conservação pelo *L. guttulus*. Os registros em determinados

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71384

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

pontos sugere maior utilização de ambientes específicos, possivelmente associados à maior disponibilidade de recursos e condições ambientais mais favoráveis, enquanto a ausência ou baixa frequência de registros em outros pontos reflete a heterogeneidade ambiental da área estudada.

4 CONCLUSÃO

Os registros de *L. guttulus* concentraram-se principalmente em pontos associados a os ambientes com maior cobertura vegetal e maior complexidade estrutural, enquanto áreas mais abertas ou com forte efeito de borda apresentaram menor número de registros. Esse padrão sugere maior uso desses ambientes pelo felino no interior do PEVA.

Outros estudos realizados na Mata Atlântica indicam que *L. guttulus* utiliza ambientes florestais densos e úmidos, típicos de áreas de mata fechada (Oliveira-Santos *et al*., 2012), demonstraram que a espécie mantém ocorrência consistente em ambientes de floresta ombrófila densa, mesmo quando em simpatria com felinos de maior porte, reforçando a importância das áreas de mata fechada para a conservação da espécie.

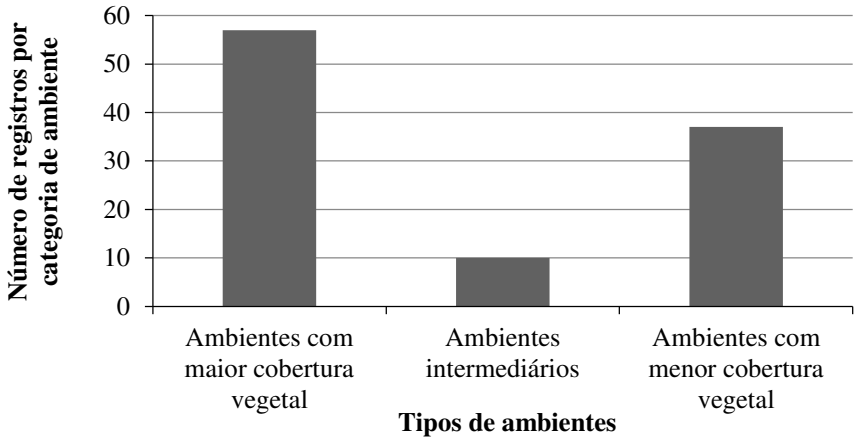


Figura 1. Número de registros de *L. guttulus* obtidos por armadilhas fotográficas em diferentes tipos de ambientes no interior da Unidade de Conservação, categorizados de acordo com o grau de cobertura vegetal (ambientes com maior cobertura vegetal, ambientes intermediários e ambientes com menor cobertura vegetal). Fonte: Autores, 2026.

Sartor *et al.* (2024) também reforçam a hipótese de que *L. guttulus* apresenta certa preferência por ambientes de mata fechada, assim como investigado neste estudo, onde as áreas com menor cobertura vegetal são utilizadas como localização ou forma ou oportunista. Neste sentido, a presença da espécie em ambientes mais abertos pode ser interpretada como indicativo da sua capacidade de tolerância em paisagens fragmentadas, especialmente quando a conectividade florestal é mantida.

Portanto, os resultados deste estudo, aliados às evidências apresentadas na literatura, sustentam a ideia de que *L. guttulus* apresenta maior afinidade ecológica por ambientes de mata fechada e bem conservada, ressaltando o papel das Unidades de Conservação na manutenção da conectividade e da integridade desses habitats.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71384

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Apesar de os resultados obtidos fornecerem informações relevantes sobre a distribuição espacial de *L. guttulus* no interior da UC, o período amostral restrito a um único ano limita análises mais robustas relacionadas à sazonalidade, variações interanuais e influências ecológicas mais complexas, como disponibilidade de presas, padrões de uso do habitat ao longo do ano e possíveis alterações comportamentais associadas a fatores climáticos. A ampliação do esforço amostral por múltiplos anos permitiria avaliar com maior precisão os padrões observados e investigar aspectos da ecologia de *L. guttulus*, subsidiando estratégias de manejo e conservação mais eficazes.

REFERÊNCIAS

Tese: ENDRINGER, Fabíola. **Padrões de distribuição espacial e estrutura populacional em comunidades ecológicas. 2015.** Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Campos dos Goytacazes, 2015.

Artigo: FAHRIG, L., 2003. **Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity.** Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, vol. 34.

Livro: GALINDO-LEAL, C e CÂMARA, I. G. (2005). **Status do hotspot Mata Atlântica: uma síntese.** Capítulo 1. In: Galindo-Leal, C. e Câmara, I.G. (Eds). Mata Atlântica: Biodiversidade, Ameaças e Perspectivas. Belo Horizonte: Conservação Internacional.

Artigo: NASCIMENTO, Yuri; SILVA, Lucas; SOUZA, Mauricio; PEREIRA, Cleidilene. A **Importância das atividades de monitoramento de fauna.** Diversitas Journal, v. 7,n. 4, out./dez. 2022.

Artigo: OLIVEIRA-SANTOS, L. G. R.; GRAIPEL, M. E.; TORTATO, M. A.; ZUCCO, C. A.; Cáceres, N. C., Goulart, F. V. **Abundance changes and activity flexibility of the oncilla, Leopardus tigrinus (Carnivora: Felidae), appear to reflect avoidance of conflict.** Zoologia (Curitiba), 29, n. 2, p. 115-120, 2012.

Livro: PAGLIA, Adriano P. *et al*. **Lista anotada dos mamíferos do Brasil.** Occasional papers in conservation biology. Tradução . Belo Horizonte: Conservação Internacional, 2012.

Artigo: PEREIRA, Karen Cristine de Albuquerque Ferreira; FRANÇA, Raqueli Teresinha; PREUSS, Jackson Fábio. **Impacto da rodovia BR-282 na mortalidade de felídeos silvestres no extremo oeste de Santa Catarina, Brasil: ameaça a conservação.** Sociedade & Natureza, v. 36, p. e72430, 2024.

Artigo: SARTOR, Caroline Charão *et al*. **Prioritizing conservation areas to mitigate connectivity loss and local extinction risk of a small carnivore (Leopardus guttulus) in South America.** Biodiversity and Conservation, v. 33, n. 5, p. 1605-1622, 2024.

Documento técnico oficial: SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE E INFRAESTRUTURA – SEMA. **Plano de Manejo do Parque Estadual de Itapeva.** Porto Alegre: SEMA/Departamento de Florestas e Áreas Protegidas – DEFAP; Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul; Projeto Conservação da Mata Atlântica do Rio Grande do Sul, **out. 2006.**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71384

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

Congresso Brasileiro de Especialidades Biológicas

IMPORTÂNCIA DA POPULARIZAÇÃO DA BIOTECNOLOGIA NO AMAZONAS

MILENA GAION MALOSSO; VERA LÚCIA IMBIRIBA BENTES; TATIANA GAION MALOSSO; RICARDO DOS SANTOS FARIA; IVAN MONTEIRO DOS SANTOS

Introdução: A Biotecnologia desempenha papel estratégico no desenvolvimento sustentável da Amazônia, especialmente diante de sua vasta biodiversidade e das demandas socioeconômicas regionais. A popularização dessa área do conhecimento torna-se essencial para aproximar a sociedade dos avanços científicos, promover alfabetização científica e estimular o uso responsável dos recursos biológicos. No contexto amazônico, ações educativas e tecnológicas voltadas à produção de processos e produtos derivados de seres vivos permitem gerar soluções inovadoras, acessíveis e de impacto direto na qualidade de vida da população. **Objetivo:** Analisar a importância da popularização da Biotecnologia no Amazonas, destacando seu potencial formativo, social e tecnológico para a elaboração de produtos biotecnológicos de baixo custo e alta qualidade a partir da biodiversidade local. **Metodologia:** O estudo seguiu abordagem qualitativa, por meio de relato de experiência, análise documental e revisão narrativa de iniciativas realizadas por projetos acadêmicos e extensionistas entre 2006 e 2025. Foram examinados relatórios institucionais, materiais de divulgação, registros de oficinas, projetos comunitários e percepções de participantes. A análise de conteúdo permitiu categorizar os impactos educacionais, sociais e tecnológicos dessas ações. **Resultados:** As atividades de popularização evidenciaram ampliação significativa da compreensão pública sobre Biotecnologia, maior engajamento estudantil e fortalecimento das relações entre universidade, escolas e comunidades. Projetos voltados ao desenvolvimento de insumos biotecnológicos, tais como fitoterápicos, biofertilizantes, bioprodutos cosméticos e materiais biodegradáveis, demonstraram viabilidade técnica e aceitação social, reforçando o potencial da biodiversidade amazônica. Observou-se ainda maior interesse de jovens pela área, fortalecendo a formação de futuros profissionais. **Conclusão:** A popularização da Biotecnologia no Amazonas constitui estratégia essencial para democratizar o conhecimento científico, valorizar recursos naturais e desenvolver produtos inovadores e acessíveis. Suas ações contribuem para o desenvolvimento regional sustentável e para a melhoria da qualidade de vida da população amazônica.

Palavras-chave: **BIOTECNOLOGIA; POPULARIZAÇÃO CIENTÍFICA; BIODIVERSIDADE AMAZÔNICA**

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71397

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

ESTRATÉGIAS COMPORTAMENTAIS ADAPTATIVAS DE ESPÉCIES SILVESTRES EM AMBIENTES ANTROPIZADOS

GABRIELA DORNFELD DE ALMEIDA DOS REIS; CRISTIANO PATRÍCIO ROCHA; STEPHANY SANTOS DE ARAÚJO; ISADORA RODRIGUES DA CUNHA FIGUEIREDO; GIOVANNA ASSIS MENDES; KAROLINE NÓBREGA JUSTINO; ROSIANE ALMEIDA MINET MARSAIOLI

RESUMO

A intensificação da urbanização e da ocupação humana tem promovido profundas alterações nos ecossistemas naturais, impondo novos desafios à fauna silvestre e exigindo respostas adaptativas capazes de garantir a persistência das espécies em ambientes antropizados. Nesse contexto, o comportamento animal assume papel central, uma vez que ajustes comportamentais podem ocorrer de forma mais rápida do que mudanças morfológicas ou genéticas, influenciando diretamente a sobrevivência, a reprodução e a coexistência com atividades humanas. O objetivo deste trabalho foi discutir as estratégias comportamentais adaptativas de espécies silvestres em ambientes antropizados, enfatizando padrões recorrentes, variabilidade interespecífica e implicações ecológicas dessas respostas. Para tanto, foi realizada uma revisão bibliográfica de natureza narrativa, com abordagem qualitativa e analítico-interpretativa, baseada exclusivamente em fontes secundárias provenientes de periódicos científicos internacionais relevantes nas áreas de ecologia comportamental, biologia da conservação e ecologia urbana. A seleção dos estudos considerou critérios de pertinência temática, qualidade científica, acesso ao texto completo e recorte temporal ampliado, permitindo a integração de diferentes abordagens conceituais e metodológicas. Os resultados indicam que a plasticidade comportamental constitui o principal mecanismo associado ao sucesso adaptativo em ambientes antropizados, manifestando-se por meio de alterações no uso do espaço, nos padrões temporais de atividade, nas interações sociais e nas respostas ao risco. Observou-se que a urbanização atua como um filtro comportamental, favorecendo indivíduos mais tolerantes à presença humana e capazes de explorar recursos antrópicos previsíveis, embora os limites e custos dessas adaptações variem conforme o contexto ecológico, o grupo taxonômico e a intensidade do distúrbio. A síntese dos achados também revelou divergências relacionadas às mudanças na estrutura social e à generalização dos padrões adaptativos, além de lacunas metodológicas e geográficas. Conclui-se que as estratégias comportamentais adaptativas são fundamentais para compreender a persistência da fauna silvestre em paisagens humanizadas, contribuindo para o avanço teórico da ecologia comportamental e oferecendo subsídios para ações de conservação, manejo da fauna e planejamento urbano sustentável.

Palavras-chave: Bem-estar animal; Cinco Liberdades; Sustentabilidade ambiental.

1 INTRODUÇÃO

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71454

A intensificação dos processos de urbanização e expansão das atividades humanas tem promovido transformações profundas nos ecossistemas naturais, configurando ambientes antropizados que impõem novos desafios à fauna silvestre. Nesse contexto, as estratégias comportamentais adaptativas emergem como um conjunto de respostas flexíveis que permitem a sobrevivência, a exploração de recursos e a manutenção de populações em paisagens modificadas pelo ser humano. Tais estratégias envolvem ajustes em padrões de atividade, uso do espaço, forrageamento, sociabilidade e respostas ao risco, sendo amplamente discutidas na ecologia comportamental contemporânea (Lowry; Lill; Wong, 2013). Evidências recentes demonstram que espécies submetidas a gradientes de urbanização apresentam mudanças comportamentais rápidas e, em alguns casos, previsíveis, refletindo tendências associadas à tolerância à presença humana, exploração de recursos antrópicos e reorganização de nichos ecológicos (Santini et al., 2018; Ritzel; Gallo, 2020). Essas adaptações possuem implicações diretas para a conservação da biodiversidade, o manejo de fauna e a coexistência entre humanos e espécies silvestres em cenários urbanos e periurbanos.

Dentro desse panorama amplo, destaca-se o recorte voltado à compreensão de como diferentes espécies silvestres ajustam seus comportamentos em resposta direta às pressões impostas por ambientes antropizados, especialmente no que se refere à variabilidade interespecífica dessas respostas. Observa-se que nem todas as espécies reagem de maneira homogênea à urbanização, havendo contrastes marcantes entre aquelas que exibem elevada plasticidade comportamental e aquelas mais sensíveis às alterações ambientais (Santini et al., 2018). Estudos apontam modificações em níveis de agressividade, tolerância social e organização espacial, levantando questionamentos sobre os fatores ecológicos e evolutivos que modulam tais respostas (Łopucki; Klich; Kiersztyn, 2021). Apesar do avanço das investigações, permanece como problema central compreender quais estratégias comportamentais são mais recorrentes e eficazes em contextos antropizados e por que determinados grupos taxonômicos se adaptam com maior sucesso do que outros, evidenciando lacunas relacionadas à generalização dos padrões observados (Ritzel; Gallo, 2020).

A relevância da abordagem reside no fato de que a literatura aponta resultados consistentes quanto à ocorrência de ajustes comportamentais, mas ainda revela divergências sobre seus limites, custos e consequências ecológicas. Pesquisas com pequenos mamíferos demonstram alterações significativas no uso do espaço e na resposta ao risco em ambientes urbanos, indicando que a proximidade com humanos pode favorecer indivíduos mais exploratórios ou tolerantes (Dammhahn et al., 2020). De forma complementar, investigações com predadores de topo evidenciam mudanças sutis, porém estratégicas, nos padrões de atividade e movimentação, sugerindo adaptações comportamentais complexas frente à urbanização (Ellington; Gehrt, 2019). Além disso, análises recentes ressaltam que a convivência com a atividade humana estimula respostas comportamentais inovadoras, como a modulação temporal para evitar conflitos e a aprendizagem associada à previsibilidade de recursos antrópicos (Hiremath, 2025). Essas constatações reforçam a necessidade de integrar diferentes perspectivas para compreender os mecanismos subjacentes às adaptações observadas e suas implicações ecológicas de longo prazo.

Diante desse cenário, o objetivo geral deste trabalho é discutir as estratégias comportamentais adaptativas adotadas por espécies silvestres em ambientes antropizados, com ênfase nos padrões de resposta ao gradiente de urbanização e na variabilidade entre diferentes grupos de mamíferos. Busca-se examinar como alterações no comportamento influenciam a tolerância à presença humana, a organização social e o uso do espaço, bem como destacar os principais fatores que condicionam o sucesso adaptativo em paisagens modificadas. Como contribuição, pretende-se ampliar a compreensão sobre os mecanismos comportamentais que favorecem a persistência da fauna silvestre em ambientes antropizados, oferecendo subsídios

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71454

teóricos relevantes para a ecologia comportamental, a conservação da biodiversidade e o planejamento urbano sustentável.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho caracteriza-se como uma revisão bibliográfica de natureza narrativa, com abordagem qualitativa e analítico-interpretativa, conduzida com a finalidade de discutir e sintetizar o conhecimento científico acerca das estratégias comportamentais adaptativas de espécies silvestres em ambientes antropizados. A opção por esse tipo de revisão deve-se à necessidade de integrar conceitos, abordagens teóricas e resultados empíricos produzidos por diferentes linhas de investigação dentro da ecologia comportamental e da biologia da conservação. O estudo foi desenvolvido exclusivamente a partir de fontes secundárias, não havendo coleta de dados primários, o que permitiu concentrar esforços na interpretação crítica e comparativa dos achados disponíveis. Ainda que não tenha seguido um protocolo rígido de revisão sistemática, foram adotados critérios metodológicos claros e coerentes, assegurando rigor científico, transparência e confiabilidade ao processo de síntese do conhecimento.

As fontes de informação utilizadas foram artigos científicos publicados em periódicos internacionais de reconhecida relevância nas áreas de ecologia, comportamento animal e evolução, contemplando periódicos como *Scientific Reports*, *Behavioral Ecology*, *Mammalian Biology*, *Biological Reviews*, *Frontiers in Ecology and Evolution*, *Ecology Letters* e coletâneas acadêmicas multidisciplinares voltadas ao estudo das interações entre fauna e ambientes humanizados. A seleção dos estudos baseou-se em critérios de inclusão previamente definidos, considerando publicações disponíveis em texto completo, redigidas em língua inglesa, com recorte temporal prioritário nos últimos quinze anos e aderência direta ao tema da adaptação comportamental de espécies silvestres em contextos urbanos ou antropizados. Foram excluídos trabalhos duplicados, estudos fora do escopo temático, textos opinativos, revisões sem fundamentação metodológica explícita e publicações com fragilidades conceituais ou metodológicas, garantindo a qualidade e a pertinência do material analisado.

A busca bibliográfica foi operacionalizada a partir de descritores relacionados às Ciências Biológicas, com ênfase em ecologia comportamental, biologia da conservação e ecologia urbana. Foram utilizados termos em língua inglesa associados às referências selecionadas, tais como *behavioral adaptation*, *urban wildlife*, *anthropized environments*, *urbanization*, *animal behavior*, *behavioral plasticity*, *urban mammals*, *social behavior* e *human disturbance*, combinados por meio de operadores booleanos. O operador “AND” foi empregado para restringir os resultados à presença simultânea de conceitos centrais, o operador “OR” para ampliar a recuperação de estudos com termos equivalentes ou sinônimos e o operador “NOT” para excluir resultados não pertinentes. Essa estratégia buscou equilibrar sensibilidade e especificidade, maximizando a identificação de estudos relevantes e minimizando a inclusão de materiais alheios ao objetivo da investigação.

Após a seleção, os estudos foram submetidos à leitura analítica integral, abrangendo introdução, métodos, resultados e discussão, de modo a assegurar compreensão aprofundada do conteúdo. As informações extraídas incluíram o tipo de abordagem metodológica, o grupo taxonômico analisado, o contexto ambiental, as principais estratégias comportamentais descritas, os fatores associados à adaptação, bem como limitações e implicações teóricas ou aplicadas. A análise adotada foi de caráter qualitativo e temática, permitindo a identificação de convergências, divergências, lacunas do conhecimento e tendências emergentes relacionadas à adaptação comportamental em ambientes antropizados. A síntese dos achados foi conduzida de forma crítica e coerente, priorizando a consistência interpretativa, a articulação entre os diferentes estudos e a possibilidade de reprodutibilidade do percurso metodológico adotado.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71454

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados evidenciam que as estratégias comportamentais adaptativas de espécies silvestres em ambientes antropizados constituem um campo de conhecimento em expansão, caracterizado por diversidade conceitual e metodológica. Os trabalhos convergem ao indicar que a urbanização atua como um forte modulador do comportamento animal, promovendo ajustes em padrões de atividade, exploração de recursos, uso do espaço e organização social (Lowry; Lill; Wong, 2013; Santini et al., 2018). Observa-se que a plasticidade comportamental emerge como tendência central, sendo associada à maior tolerância à presença humana e à capacidade de explorar recursos antrópicos previsíveis (Ritzel; Gallo, 2020). Estudos recentes ampliam o escopo taxonômico e incorporam análises ao longo de gradientes de urbanização, permitindo identificar padrões recorrentes e respostas específicas entre diferentes grupos ecológicos (Dammhahn et al., 2020; Ellington; Gehrt, 2019). De modo geral, os achados indicam um campo em amadurecimento, no qual consensos coexistem com debates sobre os limites e consequências ecológicas dessas adaptações. A síntese dos principais eixos abordados encontra-se organizada na **Tabela 1**.

Tabela 1 – Panorama dos padrões comportamentais adaptativos em ambientes antropizados.

Eixo comportamental	Grupos mais investigados	Contexto ambiental	Padrões recorrentes
Uso do espaço	Pequenos mamíferos	Urbano–rural	Redução da área de vida e maior fidelidade ao local
Atividade temporal	Predadores e mesopredadores	Urbano	Ajustes no período de atividade para evitar humanos
Interações sociais	Mamíferos sociais	Urbano	Alterações na agressividade e tolerância
Resposta ao risco	Fauna silvestre diversa	Antropizado	Diminuição da fuga e maior exploração

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

A organização comparativa dos achados permite agrupar os estudos em três grandes eixos temáticos: adaptações espaciais e temporais, mudanças nas interações sociais e modulação das respostas ao risco. Pesquisas focadas em pequenos mamíferos destacam ajustes finos no uso do espaço e na exploração de ambientes urbanos como reflexo de maior tolerância ao distúrbio humano (Dammhahn et al., 2020). Em contraste, investigações com predadores de topo indicam estratégias mais conservadoras, baseadas na alteração dos horários de atividade para minimizar encontros diretos com humanos (Ellington; Gehrt, 2019). Há convergência quanto ao papel da urbanização como filtro comportamental, favorecendo indivíduos mais flexíveis e exploratórios (Lowry; Lill; Wong, 2013). Contudo, surgem divergências na interpretação das mudanças sociais, uma vez que alguns contextos apontam aumento da agressividade, enquanto outros revelam maior tolerância intraespecífica, dependendo da disponibilidade de recursos e da densidade populacional (Łopucki; Klich; Kiersztyn, 2021).

As implicações dos achados transcendem o âmbito teórico, alcançando aplicações diretas na conservação e no manejo da fauna em paisagens humanizadas. Destacam-se avanços conceituais que compreendem a urbanização não apenas como fator de impacto negativo, mas também como agente seletivo que molda perfis comportamentais específicos (Santini et al., 2018). A incorporação de abordagens comparativas e sínteses amplas tem ampliado a compreensão dos mecanismos que sustentam a persistência de populações em ambientes antropizados, fornecendo subsídios para práticas de planejamento urbano e mitigação de

conflitos entre humanos e fauna (Hiremath, 2025). A **Tabela 2** apresenta uma visão integrada das principais implicações teóricas, ecológicas e aplicadas derivadas desses achados.

Tabela 2 – Implicações das adaptações comportamentais em ambientes antropizados.

Dimensão	Foco central	Contribuição principal	Impacto esperado
Teórica	Plasticidade comportamental	Redefinição de modelos adaptativos	Avanço conceitual
Ecológica	Persistência populacional	Compreensão de filtros urbanos	Conservação urbana
Social	Convivência humano-fauna	Redução de conflitos	Planejamento territorial
Aplicada	Manejo e gestão	Subsídios para políticas públicas	Sustentabilidade

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Entre as contribuições mais relevantes, destaca-se a consolidação da ideia de que não existe uma única estratégia comportamental capaz de explicar o sucesso de espécies em ambientes antropizados. Os estudos demonstram que as respostas são moduladas por características ecológicas, histórico evolutivo e intensidade do distúrbio humano, reforçando abordagens multiescalares e integrativas (Santini et al., 2018; Ritzel; Gallo, 2020). Avanços metodológicos também são evidentes, especialmente na utilização de gradientes de urbanização e na comparação entre ambientes urbanos e não urbanos, ampliando a capacidade explicativa das investigações (Lowry; Lill; Wong, 2013). Esses progressos fortalecem a ecologia comportamental ao ampliar a compreensão sobre adaptação, tolerância e coexistência em contextos de crescente antropização.

Apesar dos avanços, persistem limitações importantes. Observa-se heterogeneidade metodológica, concentração de estudos em poucos grupos taxonômicos e escassez de investigações de longo prazo. Lacunas teóricas permanecem quanto aos custos adaptativos associados à urbanização e à interação entre comportamento, fisiologia e genética. Do ponto de vista metodológico, destacam-se a necessidade de maior padronização das métricas comportamentais e a ampliação de estudos em regiões pouco representadas, como áreas tropicais. A **Tabela 3** sintetiza essas limitações e apresenta diretrizes que podem orientar pesquisas futuras, contribuindo para o fortalecimento do campo.

Tabela 3 – Limitações identificadas e diretrizes para avanços futuros.

Limitações atuais	Consequências	Direcionamentos propostos	Potencial científico
Métodos não padronizados	Baixa comparabilidade	Uniformização de métricas	Sínteses robustas
Foco taxonômico restrito	Generalizações limitadas	Inclusão de novos grupos	Expansão teórica
Estudos de curto prazo	Visão fragmentada	Monitoramento prolongado	Avaliação de custos
Viés geográfico	Lacunas regionais	Pesquisas em áreas tropicais	Visão global

Fonte: Elaborado pelos autores, 2026. (Adaptado)

Em conjunto, os achados indicam que as estratégias comportamentais adaptativas representam um elemento-chave para a persistência de espécies silvestres em ambientes antropizados. A urbanização emerge simultaneamente como desafio e força seletiva, promovendo comportamentos que favorecem a coexistência, mas impondo limites ainda pouco compreendidos. A interpretação integrada dos resultados reforça a importância de abordagens comparativas e interdisciplinares, capazes de aprofundar o entendimento dos processos

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71454

adaptativos e de subsidiar ações de conservação e planejamento urbano fundamentadas cientificamente.

4 CONCLUSÃO

Este trabalho teve como objetivo discutir as estratégias comportamentais adaptativas adotadas por espécies silvestres em ambientes antropizados, com ênfase nos padrões de resposta à urbanização e na variabilidade interespecífica dessas adaptações. A síntese dos achados evidencia que a plasticidade comportamental constitui o eixo mais consistente para explicar a persistência de populações em paisagens modificadas, manifestando-se por meio de ajustes no uso do espaço, na organização temporal das atividades, nas interações sociais e nas respostas ao risco. Observou-se que a urbanização atua como um filtro seletivo, favorecendo indivíduos e espécies capazes de modular seu comportamento frente à previsibilidade de recursos e à presença humana, ao mesmo tempo em que impõe limites adaptativos dependentes do contexto ecológico e do histórico evolutivo.

Os resultados permitem avançar na compreensão do tema ao integrar diferentes perspectivas sobre adaptação comportamental, demonstrando que não existe uma estratégia única ou universal para o sucesso em ambientes antropizados. As evidências apontam para relações consistentes entre intensidade do distúrbio humano, flexibilidade comportamental e persistência populacional, reforçando a importância de abordagens comparativas e multiescalares. As contribuições identificadas ampliam o entendimento sobre os mecanismos que sustentam a coexistência entre humanos e fauna silvestre, oferecendo bases conceituais relevantes para a ecologia comportamental, a biologia da conservação e o planejamento urbano orientado à biodiversidade.

Entretanto, algumas limitações foram identificadas. Destacam-se a heterogeneidade metodológica entre os estudos, a concentração de investigações em determinados grupos taxonômicos, a escassez de pesquisas de longo prazo e lacunas conceituais relacionadas aos custos adaptativos associados à urbanização. Também se observam restrições quanto à representatividade geográfica, com menor número de estudos em regiões tropicais, além de delimitações inerentes ao processo de busca e seleção das fontes, que podem influenciar a abrangência das interpretações.

Apesar dessas limitações, os achados apresentam implicações relevantes. Do ponto de vista teórico, contribuem para o refinamento de modelos explicativos sobre adaptação comportamental em contextos antrópicos. No âmbito prático e aplicado, oferecem subsídios para estratégias de manejo da fauna, mitigação de conflitos humano-fauna e formulação de políticas públicas voltadas à sustentabilidade urbana. Como perspectivas futuras, recomenda-se a ampliação de estudos comparativos entre biomas, o investimento em monitoramentos de longo prazo, a integração entre comportamento, fisiologia e genética, bem como o desenvolvimento de metodologias mais padronizadas e sensíveis às particularidades regionais. Esses caminhos mostram-se promissores para aprofundar o entendimento das respostas comportamentais da fauna silvestre frente ao avanço contínuo da antropização dos ambientes naturais.

REFERÊNCIAS

DAMMHAHN, M.; MAZZA, V.; SCHIRMER, A.; GÖTTSCHE, C.; ECCARD, J. A. Of city and village mice: behavioural adjustments of striped field mice to urban environments. **Scientific Reports**, v. 10, art. 13056, 2020. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41598-020-69998-6.

ELLINGTON, E. H.; GEHRT, S. D. Behavioral responses by an apex predator to urbanization. **Behavioral Ecology**, v. 30, n. 3, p. 821-829, 2019. Disponível em: https://academic.oup.com/beheco/article/30/3/821/5368417.

HIREMATH, K. G. Behavioral adaptations of urban wildlife to human activity. **Intersecting Realms: New Dimensions in Multidisciplinary Research**, v. 1, 2025. Disponível em: https://archives.publishing.org.in/index.php/archives/article/view/1017.

ŁOPUCKI, R.; KLICH, D.; KIERSZTYN, A. Changes in the social behavior of urban animals: more aggression or tolerance?. **Mammalian Biology**, v. 101, p. 1-10, 2021. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s42991-020-00075-1.

LOWRY, H.; LILL, A.; WONG, B. B. M. Behavioural responses of wildlife to urban environments. **Biological Reviews**, v. 88, n. 3, p. 537-549, 2013. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/brv.12012.

RITZEL, K.; GALLO, T. Behavior change in urban mammals: a systematic review. **Frontiers in Ecology and Evolution**, v. 8, art. 576665, 2020. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/ecology-and-evolution/articles/10.3389/fevo.2020.576665/full.

SANTINI, L.; GONZÁLEZ-SUÁREZ, M.; RUSSO, D.; GONZALEZ-VOYER, A.; VON HARDENBERG, A.; ANCILLOTTO, L. One strategy does not fit all: determinants of urban adaptation in mammals. **Ecology Letters**, v. 22, n. 2, p. 365-376, 2018. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ele.13199.

ISSN: 2675-813X V. 7, Nº 1, 2026

O ESTADO DA ARTE DAS INICIATIVAS DE CONSERVAÇÃO NO CERRADO BRASILEIRO: TENDÊNCIAS, DESAFIOS E LACUNAS

PRISCILA DA SILVA NASCIMENTO; BRUNO RIBEIRO DA SILVA

RESUMO

O Cerrado, reconhecido como a savana mais rica do mundo e um *hotspot* global de biodiversidade, enfrenta uma degradação acelerada e persistente, impulsionada predominantemente pelo avanço da fronteira agrícola. Essa expansão ameaça não apenas sua notável diversidade de espécies, que inclui mais de 7.000 espécies de plantas nativas e uma rica fauna, mas também sua função crucial como "berço das águas" do Brasil, abastecendo as principais bacias hidrográficas sul-americanas e os aquíferos. Diante desse cenário crítico, este estudo se propôs a analisar o estado da arte dos projetos de conservação e preservação no Cerrado brasileiro, com o objetivo de verificar suas tendências, desafios e lacunas. A metodologia empregada foi a do estado da arte, que consistiu em uma revisão sistemática da literatura e análise de relatórios técnicos produzidos no período de 2000 a 2025. Os resultados da análise demonstram que, embora exista um arcabouço legal significativo, como o Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) e o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), que estabelecem instrumentos normativos essenciais para a proteção do bioma, a efetividade da conservação é fragilizada. A Reserva Legal (RL), por exemplo, constitui a principal área de proteção *in situ* em propriedades privadas, superando em extensão as Unidades de Conservação oficiais, protegendo cerca de 29,1% do território do Cerrado. Contudo, a persistência de altas taxas de desmatamento e a ineficácia de certas medidas de controle são atribuídas a lacunas de governança e à influência de incentivos econômicos à conversão, que historicamente têm permitido brechas legais e anistias a grandes empresas. Observa-se, no entanto, uma tendência de crescimento nas ações de controle do desmatamento ilegal, com o estabelecimento de metas ambiciosas como o desmatamento zero até 2030, articuladas por programas como o PPCerrado. Conclui-se que a conservação duradoura do Cerrado exige uma articulação mais robusta entre o aparato legal, a gestão territorial e a promoção de um desenvolvimento sustentável que internalize o valor dos serviços ecossistêmicos, superando os desafios de fiscalização e a insuficiência da proteção legal frente à pressão histórica.

Palavras-chave: projetos; bioma; iniciativas.

1 INTRODUÇÃO

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro, sendo superado em área apenas pela Amazônia. O bioma ocupa 21% do território nacional (Klink & Machado, 2005). “Considerada a savana mais rica do mundo, com 6 mil espécies de plantas nativas e uma notável diversidade de espécies animais endêmicas, o Cerrado abrange uma área de 2.036.448 km², cerca de 23,9% do território brasileiro” (ICMBio, 2025). Esse território abriga uma grande variedade de vegetação, desde campos abertos com árvores de troncos retorcidos a extensas áreas cobertas por florestas densas e fechadas. O Cerrado conta com uma flora diversa e homogênea, sendo um dos 36 *hotspots* globais para a conservação. Conforme Klink & Machado (2005)

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71581

o bioma possui a mais rica flora dentre as savanas do mundo (>7.000 espécies), com um demasiado grau de endemismo.

A destruição dos ecossistemas que constituem o Cerrado continua de forma gradativa e pertinente. Segundo Peres, Lima e Oliveira (2023), "O avanço da fronteira agrícola, notadamente através da abertura de áreas pioneiras, resultou em notável degradação da vegetação nativa do Cerrado". Para além dessa ameaça, a degradação do solo e dos ecossistemas nativos e a dispersão de espécies exóticas são algumas das maiores e mais amplas ameaças à biodiversidade. "Atualmente a área conta com uma intensa exploração predatória: inúmeros animais e plantas correm risco de extinção e estima-se que 20% das espécies nativas e endêmicas da região já não corram em áreas protegidas" (ICMBio, 2025).

Acerca da degradação do Cerrado, Peres, Lima e Oliveira (2023) pontuam que:

> As políticas públicas de proteção a esse bioma são essenciais no momento gerido pela grande devastação desse território devido ter transformando-o em maior celeiro de produtos agrícola mundial. A degradação do Cerrado, consequente do avanço da fronteira agrícola impossibilitará o abastecimento subterrâneo dos aquíferos, levando a diminuição dos mananciais de água, vindo a prejudicar o funcionamento das hidroelétricas, aumento de gases de efeito estufa, extinção da biodiversidade da fauna e flora.

De acordo com Francoso et al. (2015), o estabelecimento de metas de conservação constitui uma medida essencial para assegurar a proteção da biodiversidade, garantindo tanto a sua representatividade quanto a continuidade dos diferentes componentes ecológicos. Essa necessidade torna-se ainda mais urgente em ecossistemas sujeitos a acelerado processo de degradação, como o Cerrado, onde as possibilidades de preservação vêm se reduzindo de forma significativa. Os autores destacam, ainda, que o Brasil se encontra distante do cumprimento da meta de conservar 17% de seus ecossistemas, conforme previsto pela Convenção sobre Diversidade Biológica. Visto isso, o papel das organizações em prol da conservação do Cerrado brasileiro é crucial para garantir a assiduidade e manutenção deste importante bioma no nosso território.

Neste contexto, o objetivo deste estudo consiste em mapear os projetos de conservação e analisar o estado da arte acerca das iniciativas de conservação e preservação no Cerrado brasileiro, com a intenção de verificar suas tendências, desafios e lacunas, possibilitando assim avaliar tanto as metodologias de intervenção atualmente empregadas quanto as deficiências e oportunidades para aprimorar a gestão e a sustentabilidade desse ecossistema significativo. É uma abordagem crucial para entender as dinâmicas da proteção ambiental e do desenvolvimento sustentável no Cerrado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo adota a metodologia do estado da arte (ou estado do conhecimento), que se configura como um tipo de revisão sistemática da literatura, cujo propósito é mapear e analisar a produção acadêmica e técnica em uma área específica, em um determinado período. A busca foi realizada em bases de dados científicas e repositórios de relatórios técnicos, consideradas fontes oficiais, conforme a exigência do estudo, bem como em sites de projetos locais de atuação na conservação do Cerrado.

- Bases Científicas: Scientific Electronic Library Online (SciELO), Google Scholar e o Repositório de Teses e Dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).
- Fontes Oficiais e Técnicas: Repositórios do Ministério do Meio Ambiente (MMA), Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e relatórios de grandes ONGs com atuação no Cerrado (ex: WWF-Brasil, Critical Ecosystem Partnership Fund - CEPF).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71581

O período de análise definido é de 2000 a 2025, visando capturar a produção mais recente e relevante sobre o tema. A estratégia de busca utilizou a combinação de descritores em português, com o uso de operadores chave como conservação, preservação, Cerrado, bioma, projetos, programas e iniciativas. Também foram definidos critérios de inclusão e exclusão para garantir a relevância e a qualidade das fontes:

Critérios de inclusão	Critérios de exclusão
Artigos científicos completos (periódicos revisados por pares).	Resumos simples.
Teses e dissertações (CAPES).	Fontes não acadêmicas ou não oficiais de projetos existentes.
Relatórios técnicos e documentos de políticas públicas (MMA, ICMBio, IBAMA).	Estudos focados em outros biomas que apenas mencionam o Cerrado.
Documentos que descrevam projetos de conservação com resultados mensuráveis.	Artigos anteriores a 2000.

Após a seleção do corpus documental, os materiais foram submetidos à análise de conteúdo, utilizando as seguintes categorias temáticas para a estruturação do Estado da Arte:

1. Foco Geográfico: distribuição dos projetos por estados e regiões do Cerrado.
2. Eixo Temático: classificação dos projetos por área de atuação (ex: unidades de conservação, manejo do fogo, restauração florestal, conservação Ex Situ, projetos socioambientais).
3. Atores Envolvidos: identificação dos principais agentes (Governo Federal/Estadual, ONGs, Universidades, setor privado).
4. Resultados e Impactos: tipos de resultados reportados (ex: aumento de área protegida, redução de desmatamento, engajamento comunitário).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Instrumentos Legais e Políticas Públicas de Conservação

O Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651/2012) é a principal legislação que estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação nativa, definindo áreas de uso restrito e áreas de uso sustentável em propriedades rurais no Brasil (BRASIL, 2012). Ele estabelece a Reserva Legal (RL) como um dos principais instrumentos de conservação da vegetação nativa em imóveis rurais, visando conciliar a produção agropecuária com a manutenção dos serviços ecossistêmicos, especificamente no bioma Cerrado, a porcentagem de RL exigida varia conforme a localização do imóvel: 35% da área total para propriedades situadas na Amazônia Legal e 20% para as demais regiões do País. A mesma, permite o manejo sustentável da vegetação, possibilitando a geração de renda a partir de produtos não madeireiros, como frutos e sementes, o que reforça o seu papel na promoção do uso sustentável dos recursos naturais. Situando o território brasileiro, o Código Florestal regula o uso da terra e dos recursos naturais do país, e é considerado o principal marco legal ambiental (Lewinsohn 2010).

O CF possui grande importância para a preservação do Cerrado. Aproximadamente 24% da vegetação nativa do Brasil é protegida por RLs (Sparoveck et al. 2011). Atualmente, cerca de 29,1% do território do Cerrado está protegido por áreas de Reserva Legal (RLs) correspondendo a 59,7 milhões de hectares destinados à preservação dentro de propriedades rurais, segundo dados do CAR (Cadastro Ambiental Rural) (EMBRAPA, 2019). Ainda conforme a EMBRAPA (2019) Para efeito de comparação, Unidades de Conservação e Terras Indígenas somam apenas 7,2% do território do Cerrado. Esse dado mostra

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71581

como as RLs são fundamentais para a conservação do Cerrado, já que a porcentagem protegida por elas é muito maior do que a área coberta por Unidades de Conservação oficiais (UCs). Nesse contexto, em articulação com o Código Florestal e as Reservas Legais, as Unidades de Conservação também desempenham papel fundamental na conservação do Cerrado e na efetividade de sua legislação.

O ICMBio (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade) afirma que as Unidades de Conservação (UCs) são áreas criadas pelo poder público para proteger a biodiversidade, os recursos naturais e os processos ecológicos. As Unidades de Conservação são regulamentadas pela Lei nº 9.985/2000, que instituiu o SNUC (BRASIL, 2000). A consolidação de Unidades de Conservação é uma estratégia importante para a manutenção da biodiversidade, e dos ecossistemas (Mendonça, 2024). Elas barram a expansão de atividades, como a expansão agropecuária, a mineração, a construção de hidrelétricas e a urbanização, que colocam em risco a manutenção do equilíbrio ecológico na região do cerrado brasileiro. Além disso, o Projeto de Lei nº 5462/2019, em tramitação no Senado desde 2019, propõe uma política específica de desenvolvimento sustentável para o bioma Cerrado (BRASIL, 2019), no entanto, a PL ainda não foi aprovada nem transformado em lei até o ano de 2025.

A análise das legislações e estudos evidencia que o papel normativo é essencial para a conservação do Cerrado. Ainda, iniciativas legislativas recentes, como o Projeto de Lei nº 5462/2019, reforçam a necessidade de uma política específica voltada ao Cerrado, reconhecendo sua importância ecológica e a urgência de conter o avanço do desmatamento, no entanto, a sua não efetivação segue acarretando aumentos significativos na exploração do bioma. Visto isso, o conjunto das legislações e debates científicos reafirma que a conservação do Cerrado exige uma articulação entre instrumentos legais, gestão territorial e políticas públicas voltadas à sustentabilidade, não somente a implementação de normas de proteção as quais grandes empresas recebem anistia e encontram brechas legais para continuar expandindo atividades econômicas em áreas sensíveis, fragilizando a efetividade das medidas de conservação e comprometendo a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos essenciais ao bioma.

Análise dos Projetos de Conservação e Preservação no Cerrado

As amplas transformações ocorridas nas paisagens do Cerrado e o status de ameaça de muitas de suas espécies têm provocado o surgimento de iniciativas de conservação por parte do governo, de organizações não governamentais (ONGs), pesquisadores e do setor privado (Klink & Machado, 2005). O Ministério do Meio Ambiente (MMA) destaca que o desmatamento, legal e ilegal (que interfere negativamente nas mudanças climáticas), já aumentou de forma significativa a estação seca e as temperaturas durante todo o ano, reduzindo a disponibilidade hídrica superficial e subterrânea em diferentes regiões do bioma (BRASIL, 2025).

Conforme o MMA, em 2025, segundo estimativa do sistema Prodes, do Inpe, atualizado em novembro do mesmo ano, houve uma queda de 25,7% na taxa oficial de desmatamento em relação ao período de agosto de 2023 a julho de 2024, a primeira redução em quatro anos no bioma. Isso significa uma redução de 8.174 km², para o período, e é a menor desde 2019, a meta do governo federal é desmatamento zero em todos os biomas do país até 2030. O Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento e das Queimadas no Bioma Cerrado (PPCerrado) está entre as ações que reiteram a meta de desmatamento zero até 2030 (BRASIL, 2025). Ainda dentro das ações do Governo Federal para a conservação do bioma está incluído reunião com governadores do Cerrado, na Casa Civil, para articular ações de controle do desmatamento ilegal e fortalecer a cooperação entre os estados do Matopiba.

O programa de pequenos projetos (PPP) que conta com recursos do Global Environment Facility (GEF) e apoio do PNUD-Brasil, promove ações de ONGs locais

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71581

e pequenas comunidades rurais do Cerrado que buscam o uso sustentável dos recursos naturais (Klink & Machado, 2005). Atualmente, diversas ONGs atuam juntamente com o governo federal e comunidades para promover a conservação do bioma, crescimento das ações voltadas para a educação ambiental e redução do desmatamento, bem como das queimadas.

Klink & Machado (2005) destacam que:

> Um dos principais desafios na conservação do Cerrado será demonstrar a importância que a biodiversidade desempenha no funcionamento dos ecossistemas. O conhecimento sobre a biodiversidade e as implicações das alterações no uso da terra sobre o funcionamento dos ecossistemas serão fundamentais para o debate "desenvolvimento versus conservação".

Seguindo esta análise, fica ainda mais evidente a importância dos projetos de conservação e implementação da educação ambiental nos sistemas de educação nacional. Diversas articulações, projetos e campanhas atuam pela defesa do Cerrado. Dentre elas a Rede Cerrado se consolidou como uma das mais abrangentes e antigas organizações que atuam em sua defesa. A Rede Cerrado nasceu em 1992, durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, conhecida como Eco-92 ou Rio 92. Sua criação foi marcada pela assinatura do Tratado dos Cerrados, um documento que estabeleceu o compromisso de seus signatários em enfrentar as ameaças já presentes no bioma (Rede Cerrado, 2025). A organização é uma ampla articulação da sociedade civil, composta por mais de 60 entidades associadas e que, indiretamente, congrega mais de 300 organizações que partilham da causa socioambiental do Cerrado.

Todas estas organizações atuam em conjunto nos mais diversos espaços públicos socioambientais, atuando a fim de monitorar e avaliar políticas públicas que impactam o bioma e seus habitantes. "A Rede Cerrado é reconhecida pela legitimidade de sua trajetória e pela ampla diversidade de organizações que compõem sua base social, expressando a riqueza cultural, social e política do território". (Rede Cerrado, 2025). A sua composição integra populações ancestrais e tradicionais, povos indígenas, quilombolas, comunidades tradicionais e agricultores familiares ao lado de movimentos sociais, coletivos de base comunitária, cooperativas, produtores, organizações técnicas, socioambientais e ativistas comprometidos com a justiça socioambiental.

Para além das instituições em conjunto com a Rede Cerrado e organizações governamentais, no Oeste da Bahia o Parque Vida Cerrado é uma instituição sem fins lucrativos, fundada pela Galvani Fertilizantes e mantida pelo Instituto Lina Galvani e por parceiros apoiadores que desde sua fundação, tornou-se referência na conservação da fauna e na restauração de áreas degradadas, impactando centenas de milhares de pessoas por meio de suas atividades de educação ambiental. O parque ocupa 20 hectares de uma área de vegetação nativa de Cerrado e desenvolve atividades principalmente nos núcleos de fauna, flora, comunidade e educação ambiental e pesquisa. A Conservação Internacional (CI-Brasil) atua com os estados de Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, ONGs locais e universidades, além do setor privado para o estabelecimento de corredores de biodiversidade, como os corredores 'Emas-Taquari' e 'Uruçuí-Mirador', que objetivam manter a integridade das áreas protegidas em paisagens alteradas. Conforme Klink e Machado (2005) o programa de pequenos projetos (PPP) conta com recursos do Global Environment Facility (GEF) e apoio do PNUD-Brasil, promove ações de ONGs locais e de pequenas comunidades rurais que buscam o uso sustentável dos recursos naturais do bioma.

PERSPECTIVAS FUTURAS

As perspectivas futuras para a conservação do Cerrado são delineadas pela intersecção de desafios ambientais globais e avanços tecnológicos no monitoramento e gestão. O principal vetor de risco é a crise climática, que projeta um aumento da aridez e da frequência de eventos

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71581

ISSN: 2675-813X

extremos, elevando o risco de extinção para centenas de espécies endêmicas e alterando a fitofisionomia do bioma. A pressão contínua da expansão agrícola, especialmente na região do Matopiba, permanece como um desafio estrutural que exige a implementação de políticas públicas específicas e eficazes, como a aprovação e regulamentação de projetos de lei que visam a proteção integral do bioma.

Klink e Machado (2005) apontam que um dos principais desafios na conservação do Cerrado é demonstrar a importância que a biodiversidade desempenha no funcionamento dos ecossistemas. O conhecimento sobre a biodiversidade e as implicações das alterações no uso da terra sobre o funcionamento dos ecossistemas serão fundamentais para o debate "desenvolvimento versus conservação". Ainda, os autores afirmam que no passado as políticas públicas negligenciaram as implicações do desenvolvimento na conservação do Cerrado, em parte porque a floresta Amazônica foi seu foco principal, atualmente o próprio governo federal, juntamente com a atuação das organizações em prol da conservação desenvolveram ações para mitigar o desmatamento e o desaparecimento do Cerrado que vem aumentando drasticamente ano após ano. Em 2025, lideradas pelo MMA, o governo federal anunciou iniciativas que promovem práticas sustentáveis e o enfrentamento dos impactos da mudança do clima a serem adotados para ampliar a conservação do bioma e afirma que em 2025, o bioma registrou a maior queda de desmatamento dos últimos anos o que é considerado uma melhora significativa referente aos números de 2019 a 2024.

Apesar da existência de um arcabouço legal composto por diversas leis e decretos voltados à conservação do Cerrado brasileiro e da atuação de múltiplos projetos de conservação que buscam mitigar os impactos da degradação, as políticas públicas implementadas ainda se mostram insuficientes para conter a devastação em sua totalidade. O bioma permanece sob ameaça constante, impulsionado pelo avanço da fronteira agrícola e pela expansão da frente pioneira, que introduz culturas não nativas em larga escala, desafiando a eficácia das iniciativas de proteção e a sustentabilidade do ecossistema.

Em contrapartida, o futuro da conservação aponta para a adoção de soluções baseadas em tecnologia e economia ambiental como monitoramento e fiscalização avançados onde a integração de Inteligência Artificial (IA), Machine Learning e sensoriamento remoto de alta resolução (drones e satélites) está redefinindo a capacidade de detecção em tempo real do desmatamento e da degradação. Em conjunto, essas ferramentas permitem uma fiscalização mais ágil e precisa. No plano atual, a inserção do Cerrado nos mercados de crédito de carbono representa uma oportunidade de monetizar a conservação, pois estes mecanismos oferecem incentivos financeiros a proprietários rurais que mantêm a vegetação nativa, transformando a preservação em um ativo econômico, além de uma restauração ecológica em larga escala onde o foco se desloca para a restauração de áreas degradadas, com ênfase em técnicas que promovam a resiliência do ecossistema e a conectividade de habitat.

O sucesso dessas perspectivas dependerá da capacidade de converter o conhecimento científico em políticas públicas efetivas e de promover a cooperação multissetorial (governo, setor privado, academia e sociedade civil) para a gestão integrada do território.

4 CONCLUSÃO

A análise do estado da arte das iniciativas de conservação no Cerrado brasileiro evidencia um cenário complexo, marcado pela coexistência de um arcabouço legal robusto com a persistência de desafios e lacunas que comprometem a efetividade da proteção do bioma. Os principais desafios residem na acelerada degradação impulsionada pelo avanço da fronteira agrícola, que resulta na perda de biodiversidade, degradação do solo e dos ecossistemas nativos, e na dispersão de espécies exóticas. A ineficácia das políticas públicas em conter essa devastação é agravada por lacunas de governança e pela manutenção de incentivos econômicos

DOI: 10.51189/iv-bioesb/71581

à conversão do uso da terra, que historicamente têm permitido brechas legais e anistias a grandes empresas, fragilizando a fiscalização e a proteção. A não efetivação de propostas legislativas específicas, como o Projeto de Lei nº 5462/2019, também representa uma lacuna significativa na proteção do Cerrado.

Diante desses desafios, é notório a necessidade premente de uma articulação mais coesa e robusta entre os instrumentos normativos, a gestão territorial e a promoção de um desenvolvimento sustentável que internalize o valor dos serviços ecossistêmicos do bioma. As tendências observadas, como o estabelecimento de metas de conservação e o crescimento de ações de controle do desmatamento ilegal, exemplificadas pelo PPCerrado e a meta de desmatamento zero até 2030, sinalizam um reconhecimento da urgência da crise. Contudo, a superação das lacunas exige a eliminação das brechas legais que favorecem a exploração predatória e a implementação de políticas de desenvolvimento que integrem, de forma indissociável, a produção e a sustentabilidade. O futuro da conservação no Cerrado depende, portanto, da capacidade de transformar o compromisso legal em ação territorial efetiva e de promover uma governança ambiental que seja capaz de resistir às pressões econômicas e garantir a perenidade desse ecossistema vital.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, L. M. S., et al. **Cerrado: ecologia e caracterização**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004.

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. Brasília, DF: Presidência da República. Acesso em: 5 dez. 2025.

BRASIL. Projeto de Lei nº 5462, de 2019. Dispõe sobre a conservação, proteção, regeneração e uso sustentável da vegetação nativa do Cerrado. Senado Federal.Acesso em: 5 dez. 2025.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Bioma Cerrado**. 2022. Acesso em: 03 dez. 2025.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. **Cerrado**. Brasília: ICMBio, [s.d.].Acesso em: 3 dez. 2025.

LEWINSOHN, T. M. A ABECO e o Código Florestal Brasileiro. **Natureza & Conservação**, v. 08, n. 01, p. 100–102, 2010.

MENDONÇA, Lidiane Lopes Arriel; MENEZES JÚNIOR, Eumar Evangelista de. Cerrado brasileiro e as unidades de conservação. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, Miami, v. 18, n. 10, p. 1-10, 2024. DOI: https://doi.org/10.24857/rgsa.v18n10-022.

NEPSTAD, D. et al. Frontier governance in Amazonia. **Science**, v. 295, n. 5555, p. 629–631, 2002.

OLIVEIRA, Gustavo Bediaga de. **O novo Código Florestal e a Reserva Legal do Cerrado**. 2015. 123 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília, Brasília, 2015. Acesso em: 5 dez. 2025.

SPAROVEK, G. et al. A revisão do Código Florestal brasileiro. **Novos Estudos - CEBRAP**, n. 89, p. 111–135, 2011.

ABELHAS E AGRICULTURA: IMPORTÂNCIA DOS POLINIZADORES PARA A PRODUTIVIDADE AGRÍCOLA

JUSSARA GONÇALVES FONSECA; ELIVELLO DA SILVA CAVALCANTE; LUCAS ORTEGA MARTINS; ROSILDA MARA MUSSURY

RESUMO

A polinização é um processo ecológico essencial para a reprodução de diversas espécies vegetais e para a produtividade agrícola, sendo realizada por agentes bióticos e abióticos. Entre os polinizadores, as abelhas destacam-se pela eficiência e diversidade de interações com culturas agrícolas. Este trabalho apresenta uma síntese sobre a importância de diferentes espécies de abelhas na polinização de culturas economicamente relevantes, como acerola (*Malpighia emarginata*), alfafa (*Medicago sativa*), canola (*Brassica napus*), girassol (*Helianthus annuus*) e soja (*Glycine max*). Foram analisados, por meio da literatura, aspectos morfológicos e comportamentais das abelhas e suas implicações na eficiência polinizadora, bem como práticas para atrair e conservar polinizadores em áreas agrícolas. A aceroleira, por exemplo, depende de abelhas do gênero Centris, que utilizam óleos florais para o desenvolvimento das crias, enquanto a alfafa apresenta elevada taxa de polinização por espécies do gênero Megachile. Na canola e no girassol, *Apis mellifera* e mamangavas contribuem para o aumento do rendimento e da qualidade das sementes. Na soja, embora a autopolinização seja predominante, a visitação de abelhas pode elevar a produção de grãos. A conservação de habitats naturais, a instalação de ninhos artificiais e a redução do uso de agrotóxicos são medidas fundamentais para manter populações de polinizadores. O estudo reforça que a integração entre apicultura, meliponicultura e sistemas agrícolas pode aumentar a produtividade e promover a sustentabilidade dos agroecossistemas.

Palavras-chave: Serviços ecossistêmicos; Manejo de polinizadores; Agricultura sustentável.

1 INTRODUÇÃO

A polinização é um processo fundamental para a manutenção da biodiversidade e a produção de alimentos globalmente. Os serviços ecossistêmicos, conceituados como os benefícios que os seres humanos obtêm dos ecossistemas naturais, incluem a polinização como um dos mais importantes serviços de regulação (Costanza et al., 1997; Daily, 1997). Estima-se que aproximadamente 75% das culturas alimentares mundiais dependam, em alguma medida, da polinização animal para a produção de frutos e sementes (Klein et al., 2007). No Brasil, a dependência de polinizadores é ainda mais evidente, com 85 das 141 culturas agrícolas necessitando desses agentes, contribuindo com cerca de 30% da renda das culturas dependentes, totalizando aproximadamente US$ 12 bilhões anuais (Giannini et al., 2015).

As abelhas, devido ao seu comportamento de forrageamento e especializações morfológicas, constituem o grupo de polinizadores mais relevante em diversos ecossistemas (Imperatriz-Fonseca; Nunes-Silva, 2010; Barbosa et al., 2017). A espécie *Apis mellifera* é a mais manejada comercialmente, mas mamangavas (*Bombus* spp.), abelhas sem ferrão e abelhas solitárias também desempenham papéis cruciais na polinização de diferentes culturas, aumentando o rendimento e a qualidade dos frutos e sementes (Garibaldi et al., 2013).

DOI: 10.51189/iv-bioesb/65905

Estudos demonstram que polinizadores selvagens podem aumentar a frutificação em até duas vezes comparado à polinização exclusiva por abelhas melíferas (Garibaldi et al., 2013).

O manejo racional de polinizadores em sistemas agrícolas requer um profundo conhecimento da biologia floral das espécies cultivadas, da ecologia das abelhas e das complexas interações planta-polinizador (Mitchell et al., 2009; Roubik, 1995). Este trabalho tem como objetivo compilar informações sobre a polinização de culturas de importância econômica, destacando práticas de manejo que favorecem a presença e a eficiência dos polinizadores, contribuindo para a produtividade e a sustentabilidade agrícola.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido como uma revisão de literatura sobre a importância das abelhas na polinização de culturas agrícolas e seus impactos na produtividade e sustentabilidade dos sistemas de produção. Para a obtenção das informações, foram realizadas buscas em bases de dados científicas, incluindo Google Acadêmico, Periódicos CAPES, SciELO e Web of Science, entre os anos de 2000 e 2025, utilizando combinações de palavras-chave relacionadas a polinização, abelhas e culturas agrícolas específicas (*Malpighia emarginata*, *Medicago sativa*, *Brassica napus*, *Helianthus annuus* e *Glycine max*).

Foram selecionados artigos científicos, livros, capítulos e anais de eventos, com critérios de inclusão focados em estudos que apresentavam dados quantitativos sobre eficiência de polinização e impacto na produtividade. A seleção considerou a relevância para o escopo da pesquisa e a qualidade metodológica. As informações coletadas foram organizadas e integradas de forma a permitir uma síntese crítica e comparativa dos resultados, destacando implicações práticas para o manejo de polinizadores em agroecossistemas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A acerola (*Malpighia emarginata*) apresenta flores com pétalas franjadas, estigma e antera na mesma altura e glândulas produtoras de óleo, sendo polinizada principalmente por *Centris* spp., que utilizam o óleo para impermeabilizar células de cria (Camarotti-de-Lima; Martins, 2005). A instalação de ninhos-armadilha e a manutenção de flora nativa próxima às plantações são práticas recomendadas para aumentar a polinização. Na alfafa (*Medicago sativa*), a polinização depende do mecanismo de 'tripping' (desarme) das flores, um processo mecânico que libera os órgãos reprodutivos, facilitado por abelhas Megachile, com taxas de eficiência de até 90% (Biesmeijer; Slaa, 2006). A utilização de abrigos artificiais e o transporte de ninhos para as lavouras são estratégias de manejo eficazes.

A canola (*Brassica napus*), com flores dispostas em cruz e fruto tipo síliqua, tem aumento de até 40% no valor de mercado com polinização por *Apis mellifera* (Garbuzov; Ratnieks, 2014). A proximidade de fragmentos florestais está associada a maior produtividade. No girassol (*Helianthus annuus*), a presença de abelhas melíferas, mamangavas e cortadeiras aumenta significativamente a produção de sementes, sendo um exemplo de integração bem-sucedida entre apicultura e cultivo agrícola (Camillo, 2003). Na soja (*Glycine max)*, apesar de ser autógama, a presença de polinizadores pode elevar a produção de vagens e grãos, dependendo da cultivar e das condições ambientais (Silva et al., 2019).

A relevância econômica da polinização por abelhas é substancial. Globalmente, estima- se que os serviços de polinização animal contribuam com um valor entre US$ 235 e US$ 577 bilhões anuais para a produção agrícola mundial (Khalifa et al., 2021; Potts et al., 2016). Essa valoração destaca a dependência direta de muitas culturas comerciais da saúde das populações de polinizadores. A melhoria na polinização não apenas aumenta a quantidade, mas também a qualidade dos produtos agrícolas, resultando em frutos e sementes maiores e mais bem formados, que alcançam melhores preços no mercado.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/65905

No entanto, as populações de abelhas e outros polinizadores enfrentam ameaças crescentes que colocam em risco a segurança alimentar e a estabilidade dos ecossistemas. A perda e fragmentação de habitat, o uso indiscriminado de agrotóxicos, as mudanças climáticas e a proliferação de patógenos são os principais fatores que contribuem para o declínio desses insetos (Potts et al., 2010; Cameron et al., 2011). O declínio das populações de abelhas, portanto, não é apenas uma questão ambiental, mas também uma ameaça econômica direta à agricultura global (Murphy; Breeze; Willcox; Kavanagh; Stout, 2022).

Diante desse cenário, a implementação de estratégias de conservação de polinizadores em paisagens agrícolas torna-se imperativa. Além da instalação de ninhos artificiais e da manutenção de vegetação nativa, a adoção de práticas de manejo integrado de pragas (MIP) pode reduzir a exposição dos polinizadores a pesticidas. A criação de corredores ecológicos e a restauração de habitats marginais nas propriedades rurais são outras medidas eficazes para garantir a disponibilidade de recursos florais e locais de nidificação para as abelhas ao longo do ano (Vanbergen et al., 2013; Xerces Society, 2025).

4 CONCLUSÃO

As abelhas exercem um papel estratégico e insubstituível na produtividade de diversas culturas agrícolas, influenciando diretamente a quantidade, a qualidade e o valor econômico da produção. A crescente evidência do declínio das populações de polinizadores em todo o mundo representa uma ameaça significativa à sustentabilidade da agricultura e à segurança alimentar. Portanto, a implementação de práticas de manejo que visem a conservação desses insetos, como a instalação de ninhos artificiais, a manutenção de vegetação nativa, a redução do uso de agrotóxicos e a restauração de habitats, é fundamental.

A integração da apicultura e da meliponicultura com os sistemas de produção agrícola não deve ser vista apenas como uma oportunidade para aumentar a produtividade, mas como uma necessidade para garantir a resiliência e a sustentabilidade dos agroecossistemas a longo prazo. A promoção da biodiversidade de polinizadores é um investimento na saúde do ecossistema e na viabilidade econômica da agricultura. É crucial que políticas públicas e iniciativas privadas incentivem e apoiem os agricultores na adoção de práticas agrícolas amigáveis aos polinizadores, assegurando a continuidade dos serviços ecossistêmicos essenciais que eles fornecem.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, D. B.; CRUPINSKI, E. F.; SILVEIRA, R. N.; LIMBERGER, D. C. H. As abelhas e seu serviço ecossistêmico de polinização. **Revista da UERGS**, v. 3, n. 4, p. 694-703, 2017.

BIESMEIJER, J. C.; SLAA, E. J. Information flow and organization of stingless bee foraging. **Apidologie**, v. 37, n. 2, p. 143-157, 2006.

CAMAROTTI-DE-LIMA, M. F.; MARTINS, C. F. Biologia de nidificação e aspectos ecológicos de *Anthodioctes lunatus* (Smith) (Hymenoptera, Megachilidae, Anthidiini) no Neotrópico. **Neotropical Entomology**, v. 34, n. 3, p. 375-380, 2005.

CAMERON, S. A.; LOZIER, J. D.; STRANGE, J. P.; KOCHER, S. D.; CORDOVA-GARCIA, G.; GRISWOLD, T. L. Patterns of widespread decline in North American Bumble Bees. **PNAS**, v. 108, n. 2, p. 662-667, 2011.

COSTANZA, R.; D'ARGE, R.; DE GROOT, R.; FARBER, S.; GRASSO, M.; HANNON, B.;

LIMBURG, K.; NAEEM, S.; O'NEILL, R. V.; PARUELO, J.; RASKIN, R. G.; SUTTON, P.; VAN DEN BELT, M. The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, p. 253-260, 1997.

GARBUZOV, M.; RATNIEKS, F. L. Quantifying variation among garden plants in attractiveness to bees and other flower-visiting insects. **Functional Ecology**, v. 28, n. 2, p. 364-374, 2014.

GARIBALDI, L. A.; STEFFAN-DEWENTER, I.; WINFREE, R.; AIZEN, M. A.; BOMMARCO, R.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; CARVALHEIRO, L. G.; HARDER, L. D.; AFIK, O.; BARTOMEUS, I.; BENJAMIN, F.; BOREUX, V.; CARIVEAU, D.; CHACOFF, N. P.; DUDENHÖFFER, J. H.; FREITAS, B. M.; GHAZOUL, J.; GREENLEAF, S.; HIPÓLITO, J.; HOLZSCHUH, A.; HOWLETT, B.; ISAACS, R.; JAVOREK, S. K.; KENNEDY, C. M.; KREWENKA, K. M.; KRISHNAN, S.; MANDELIK, Y.; MAYFIELD, M. M.; MOTZKE, I.; MUNYULI, T.; NAULT, B. A.; OTIENO, M.; PETERSEN, J.; PISANTY, G.; POTTS, S. G.; RADER, R.; RICKETTS, T. H.; RUNDLÖF, M.; SEYMOUR, C. L.; SCHÜEPP, C.; SZENTGYÖRGYI, H.; TAKI, H.; TSCHARNTKE, T.; VERGARA, C. H.; VIANA, B. F.; WANGER, T. C.; WESTPHAL, C.; WILLIAMS, N.; KLEIN, A. M. Wild pollinators enhance fruit set of crops regardless of honey bee abundance. **Science**, v. 339, n. 6127, p. 1608-1611, 2013.

GIANNINI, T. C.; CORDEIRO, G. D.; FREITAS, B. M.; SARAIVA, A. M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 3, p. 849-857, 2015.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; NUNES-SILVA, P. As abelhas, os serviços ecossistêmicos e o Código Florestal Brasileiro. **Biota Neotropica**, v. 10, n. 4, p. 59-62, 2010.

KHALIFA, S. A. M.; ELSHAFIEY, E. H.; SHETAIA, A. A.; EL-WAHED, A. A. A.; ALGETHAMI, A. F.; MUSHARRAF, S. G.; ALAJMI, M. F.; ZHAO, C.; MASRY, S. H. D.; ABDEL-DAIM, M. M.; HALABI, M. F.; KAI, G.; AL NAGGAR, Y.; BISHR, M.; DIAB, M. A. M.; EL-SEEDI, H. R. Overview of bee pollination and its economic value for crop production. **Insects**, v. 12, n. 8, p. 688, 2021.

KLEIN, A. M.; VAISSIÈRE, B. E.; CANE, J. H.; STEFFAN-DEWENTER, I.; CUNNINGHAM, S. A.; KREMEN, C.; TSCHARNTKE, T. Importance of pollinators in changing landscapes for world crops. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**, v. 274, n. 1608, p. 303-313, 2007.

MITCHELL, R. J.; IRWIN, R. E.; FLANAGAN, R. J.; KARRON, J. D. Ecology and evolution of plant-pollinator interactions. **Annals of Botany**, v. 103, n. 9, p. 1355-1363, 2009.

MURPHY, J. T.; BREEZE, T. D.; WILLCOX, B.; KAVANAGH, S.; STOUT, J. C. Globalisation and pollinators: pollinator declines are an economic threat to global food systems. **People and Nature**, v. 4, n. 3, p. 773-785, 2022.

POTTS, S. G.; BIESMEIJER, J. C.; KREMEN, C.; NEUMANN, P.; SCHWEIGER, O.; KUNIN, W. E. Global pollinator declines: trends, impacts and drivers. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 25, n. 6, p. 345-353, 2010.

POTTS, S. G.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.; NGO, H. T.; AIZEN, M. A.; BIESMEIJER, J. C.; BREEZE, T. D.; DICKS, L. V.; GARIBALDI, L. A.; HILL, R.; SETTELE, J.; VANBERGEN, A. J. Safeguarding pollinators and their values to human well-being. **Nature**, v. 540, p. 220-229, 2016.

SILVA, C. I.; HRNCIR, M.; FONSECA, V. L. I. Bee diversity and pollination in a landscape of Atlantic Forest and agriculture. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 63, n. 1, p. 1-9, 2019.

VANBERGEN, A. J.; ESPÍNDOLA, A.; AIZEN, M. A. Risks to pollinators and pollination from invasive alien species. **Frontiers in Ecology and the Environment**, v. 11, n. 5, p. 251-259, 2013.

CAMILLO, E. **Polinização do maracujá**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2003.

DAILY, G. C. (Ed.). **Nature's services: societal dependence on natural ecosystems**. Washington, DC: Island Press, 1997.

ROUBIK, D. W. **Pollination of cultivated plants in the tropics**. Rome: FAO, 1995.
XERCES SOCIETY. Pollinator Conservation in Agriculture. Disponível em: https://xerces.org/blog/pollinator-conservation-in-agriculture. Acesso em: 22 out. 2025.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/65905

POTENCIAL OVICIDA DAS FOLHAS DE TRIDAX PROCUMBENS L. CONTRA PARASITOS GASTROINTESTINAIS

CARLOS EMANUEL DA SILVA LIMA; MARIA EDUARDA LOPES FERREIRA; KAREN VIDAL SANTOS; YANDRA THAIS ROCHA DA MOTA; JORGE LUIZ COSTA FILHO; THAYANNE THYSSYANNE DE SOUZA SOARES COSTA; ANA CARLA DIÓGENES SUASSUNA BEZERRA

Introdução: Os endoparasitos de ovinos representam um dos principais entraves à produção ovina, especialmente em regiões tropicais e subtropicais, onde as condições climáticas favorecem o desenvolvimento e a disseminação de helmintos gastrointestinais. A crescente resistência aos benzimidazóis fortalece a necessidade de controles ovicidas alternativas. **Objetivo:** Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o potencial ovicida do extrato hidroalcoólico as folhas de *Tridax Procumbens L.* contra ovos de endoparasitos. **Metodologia:** As folhas foram secas, trituradas e submetidas a extração em solução hidroalcoólica por 7 dias. Ao final, o extrato bruto (10 % m/v) foi diluído á 5 %, 2,5 % e 1,25 %. Os ovos de helmintos foram recuperados de amostras fecais coletadas de ovinos naturalmente infectados no dia 01 de dezembro de 2025. Para isso, as amostras foram passadas em peneiras de diferentes milímetros e submetidos a uma série de centrifugações, obtendo uma solução final de ovos. No teste de eclosão de ovos (TEO), 100µl da solução de ovos e 400µl das do extrato bruto e diluições foram transferidos para placas de 24 poços e incubados por 48 h em B.O.D. (27°C). O controle negativo foi água destilada e o controle positivo o Tiabendazol (3,2 µl/mL). Por fim, as porcentagens de inibição da eclosão de ovos foram calculadas. Além disso, coproculturas foram realizadas para a determinação dos gêneros de helmintos presentes nas amostras fecais. A coleta de dados foi finalizada no dia 06 de dezembro de 2025. **Resultados:** O extrato evidenciou inibições de 62%, 54%, 32% e 18% para as diluições 10%, 5%, 2,5% e 1,25%, respectivamente. O controle negativo demonstrou uma inibição de 4%, e o positivo de 86%. A coprocultura revelou a presença de *Haemonchus (64%), Trichostrongylus (21%) e Strongyloides (15%).* **Conclusão:** O extrato hidroalcoólico das folhas de *Tridax procumbens* exibe um potencial ovicida contra endoparasitos.

Palavras-chave: Resistência parasitária, Biomoléculas, Atividade biológica.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77111

PERCEPÇÕES AMBIENTAIS DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO NUMA ÁREA DE PRESERVAÇÃO AMBIENTAL

CÉLIO ALVES RIBEIRO; SUELI ALVES RIBEIRO COLOGNA; LAERTE GONZAGA FERREIRA; FRANCISCO BORGES DA SILVA; RAIMUNDO ADELINO TORRES; ANA NUNES CUNHA

RESUMO

Este artigo relata uma experiência de educação ambiental realizada com 20 estudantes do terceiro ano do ensino médio da EEM Padre Rodolfo Ferreira da Cunha, localizada no entorno da Área de Proteção Ambiental (APA) do estuário do rio Mundaú, Ceará. O objetivo foi descrever as percepções dos jovens sobre os ambientes marinhos e costeiros a partir de aulas passeio no manguezal, estruturadas em três atividades: plantio de mudas, limpeza de lixo plástico e visitação guiada para observação de aspectos bióticos (fauna e flora) e abióticos (salinidade, temperatura, sedimento). As percepções foram coletadas por meio de questionário semiestruturado aplicado pelo professor de biologia antes e após as saídas de campo. Os resultados indicaram mudanças significativas: antes das atividades, 70% dos estudantes não diferenciavam o manguezal de outros ambientes alagados, 60% o associavam a "lugar sujo e perigoso" e apenas 25% reconheciam seus serviços ecossistêmicos. Após as aulas passeio, 100% passaram a considerar o manguezal "muito importante", 95% declararam ter modificado sua opinião negativa, e 90% relataram sentimento de responsabilidade ambiental. Emergiram categorias qualitativas como "descoberta da biodiversidade", "choque com a poluição" e "sentimento de pertencimento". Conclui-se que a vivência prática no ecossistema, aliada à intervenção direta (plantio e coleta de resíduos), mostrou-se eficaz para promover aprendizagem significativa e engajamento crítico dos jovens. As aulas passeio constituem estratégia pedagógica potente para o ensino de biologia, superando abordagens exclusivamente teóricas e contribuindo para a formação de cidadãos conscientes da importância da conservação dos manguezais. O relato evidencia que espaços não formais, como a APA do estuário do rio Mundaú, podem ser utilizados como "laboratórios vivos" no currículo escolar, alinhando-se às competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e às metas da Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2021-2030).

Palavras-chave: Educação ambiental; Manguezal; Percepção ambiental.

1 INTRODUÇÃO

Os ambientes marinhos e costeiros figuram entre os ecossistemas mais produtivos e ameaçados do planeta. No Brasil, as Áreas de Proteção Ambiental (APAs) constituem instrumentos legais de gestão territorial que buscam conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais. A APA do estuário do rio Mundaú, localizada no litoral oeste do estado do Ceará, abrange extensas áreas de manguezal, ambiente de transição entre os domínios terrestre e marinho, essencial para a manutenção da biodiversidade, a proteção contra a erosão costeira e a subsistência de comunidades tradicionais.

Apesar de sua relevância ecológica e socioeconômica, os manguezais enfrentam crescentes pressões derivadas da ocupação desordenada, do lançamento de esgotos, da disposição inadequada de resíduos sólidos e da expansão da carcinicultura. Nesse contexto, a

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77292

educação ambiental surge como ferramenta indispensável para sensibilizar as populações locais, em especial os jovens, sobre a importância desses ecossistemas e sobre a urgência de sua conservação.

A escola de ensino médio EEM Padre Rodolfo Ferreira da Cunha localiza-se nas proximidades da APA do estuário do rio Mundaú, o que proporciona uma oportunidade ímpar para o desenvolvimento de práticas pedagógicas em contato direto com a natureza. No entanto, observa-se que muitos estudantes, embora residam nas vizinhanças do manguezal, desconhecem sua estrutura ecológica, seus serviços ambientais e os impactos negativos que o afetam. Tal distanciamento resulta, muitas vezes, de um ensino de biologia centrado exclusivamente nos conteúdos teóricos e livrescos, sem conexão com a realidade local.

Diante disso, o professor de biologia da referida instituição planejou e executou um conjunto de aulas passeio ao interior do manguezal, integrando momentos de intervenção prática (plantio de mudas e limpeza de lixo plástico) com atividades de observação e registro de informações bióticas (fauna e flora) e abióticas (salinidade, temperatura, tipo de sedimento). Essas vivências foram precedidas e sucedidas pela aplicação de questionários semiestruturados, com o objetivo de captar as percepções dos estudantes sobre os ambientes marinhos e costeiros antes e depois das experiências de campo.

A percepção ambiental, entendida como o processo pelo qual os indivíduos tomam consciência do ambiente em que vivem e das relações que estabelecem com ele, constitui um indicador importante para avaliar a eficácia de programas educativos. Autores como Tuan (1980) e Whyte (1977) destacam que a percepção é mediada por fatores culturais, sociais e experienciais, e que o contato direto com o ambiente natural tende a promover vínculos afetivos e atitudes pró-conservação.

Dessa maneira, este artigo tem como propósito central relatar a experiência educativa desenvolvida com 20 estudantes do terceiro ano do ensino médio da EEM Padre Rodolfo Ferreira da Cunha, analisando as percepções construídas a partir das aulas passeio na APA do estuário do rio Mundaú. Acredita-se que essa abordagem metodológica pode inspirar outros professores da educação básica a utilizarem os espaços não formais como extensão da sala de aula, contribuindo para a formação de jovens mais conscientes e engajados com a problemática ambiental costeira.

Ademais, o relato insere-se nas discussões sobre a necessidade de implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) no que tange à competência de “compreender as relações entre os seres vivos e o ambiente” e à habilidade de “avaliar os impactos das atividades humanas nos ecossistemas costeiros”. Acredita-se que a abordagem prática e vivencial no manguezal potencializa o aprendizado significativo, tal como proposto por Ausubel (1968), pois parte da realidade concreta dos estudantes para a construção de conceitos científicos.

Por fim, esta introdução delimita o escopo do trabalho: trata-se de um relato de experiência, não de uma pesquisa experimental com rigor estatístico. Os resultados apresentados derivam da análise qualitativa das respostas obtidas nos questionários, sendo o foco principal a descrição do processo educativo e as mudanças perceptivas observadas, e não a generalização estatística dos dados.

O objetivo deste trabalho foi relatar a experiência de educação ambiental desenvolvida com 20 estudantes do terceiro ano do ensino médio da EEM Padre Rodolfo Ferreira da Cunha, a partir de aulas passeio na Área de Proteção Ambiental (APA) do estuário do rio Mundaú, descrevendo as percepções dos jovens sobre os ambientes marinhos e costeiros coletadas por meio de questionário semiestruturado aplicado pelo professor de biologia antes e após as atividades de plantio de manguezal, limpeza de lixo plástico e visitação ao interior do manguezal para conhecimento de informações bióticas e abióticas.

2 RELATO DE EXPERIÊNCIA

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77292

A experiência foi realizada durante o segundo semestre letivo de 2024, envolvendo 20 estudantes voluntários do terceiro ano do ensino médio da EEM Padre Rodolfo Ferreira da Cunha, localizada no município de Trairi (ou cidade limítrofe à APA do Mundaú, conforme contexto real). Os alunos tinham idades entre 16 e 18 anos, sendo 12 do sexo feminino e 8 do sexo masculino. Todos residiam em áreas urbanas ou periurbanas próximas ao estuário, porém, segundo diagnóstico inicial, a maioria nunca havia adentrado o manguezal ou participado de atividades sistemáticas de educação ambiental no ecossistema.

As aulas passeio foram planejadas e conduzidas pelo professor de biologia, com apoio de um monitor ambiental local e de dois estagiários de licenciatura em Ciências Biológicas. Foram realizadas três saídas de campo, com duração média de 4 horas cada, nos meses de agosto, setembro e outubro de 2024, sempre em dias de maré baixa para facilitar o deslocamento seguro dentro do manguezal.

Estrutura das atividades:

Primeiro encontro (plantio de mudas): Os estudantes foram conduzidos a uma área previamente identificada como degradada na APA. Receberam orientações sobre a importância ecológica do mangue, com destaque para o papel das espécies *Rhizophora mangle* (mangue-vermelho), *Avicennia germinans* (mangue-preto) e *Laguncularia racemosa* (mangue-branco). Em seguida, cada estudante plantou três mudas produzidas em viveiro comunitário, totalizando 60 novas árvores. Durante o plantio, discutiram-se os serviços ecossistêmicos: proteção contra erosão, berçário para peixes e crustáceos, e sequestro de carbono.

Segundo encontro (limpeza de lixo plástico): Realizou-se mutirão de coleta de resíduos sólidos em um trecho de aproximadamente 500 metros de margem do estuário. Os estudantes utilizaram luvas, sacos de ráfia e equipamentos de proteção individual. Foram recolhidos 48 kg de resíduos, predominantemente garrafas PET, sacolas plásticas, copos descartáveis e embalagens de alimentos. Após a coleta, realizou-se uma dinâmica de pesagem e categorização do lixo, seguida de discussão sobre o tempo de decomposição do plástico (até 400 anos) e os impactos da ingestão de microplásticos pela fauna aquática.

Terceiro encontro (visitação ao interior do manguezal): Com o auxílio de um guia local, os alunos percorreram canais naturais, observando raízes aéreas, pneumatóforos, troncos e folhas. Foram registradas informações bióticas: caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*), guaiamum (*Cardisoma guanhumi*), aratus (*Aratus pisonii*), aves como o socó-boi (*Botaurus pinnatus*) e o garçazul (*Egretta caerulea*). Quanto aos aspectos abióticos, mediram-se salinidade da água (com refratômetro portátil), temperatura (termômetro digital) e tipo de sedimento (lodo arenoso). Os alunos anotaram os dados em cadernos de campo.

Coleta das percepções:

Antes da primeira aula passeio, o professor aplicou um questionário semiestruturado contendo 10 questões, sendo 5 fechadas (escala Likert) e 5 abertas. Exemplos: “Você considera o manguezal um ambiente importante para sua cidade?”; “O que você sabe sobre os animais que vivem no mangue?”; “Você já encontrou lixo plástico no manguezal? O que você sentiu?”. Após a terceira saída, o mesmo questionário foi reaplicado, acrescentando-se três perguntas avaliativas sobre a experiência.

As respostas foram transcritas e analisadas qualitativamente por meio da análise de conteúdo temática (Bardin, 2011). Os principais resultados indicaram:

- Antes das aulas passeio: 70% dos estudantes afirmaram não saber diferenciar mangue de outros ambientes alagados; 85% nunca haviam notado a presença de microplásticos; 60% relacionaram o manguezal apenas a “lugar de caranguejo e lama” ou “local sujo e perigoso”; apenas 25% mencionaram serviços ecossistêmicos como proteção costeira ou reprodução de peixes. - Após as aulas passeio: 100% dos estudantes consideraram o manguezal um ecossistema “muito importante” para a região; 95% declararam que mudaram sua opinião negativa anterior; 90% relataram sentimento de “responsabilidade” ao

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77292

verem a quantidade de lixo plástico coletado; 85% afirmaram que agora identificam os diferentes tipos de mangue e suas adaptações; todos os participantes recomendaram a atividade para outros colegas.

Quanto às questões abertas, emergiram categorias como: "descoberta da biodiversidade" (ex.: "Nunca imaginei que existiam tantos animais vivendo ali, achei incrível o caranguejo com as pinças coloridas"); "choque com a poluição" (ex.: "Fiquei enojado com tanto plástico, parece que a gente não respeita a natureza"); "sentimento de pertencimento" (ex.: "Agora eu sinto que esse mangue também é meu, quero ajudar a proteger").

Ademais, os estudantes demonstraram compreensão mais aprofundada das relações ecológicas ao final da experiência, citando corretamente cadeias alimentares, ciclagem de nutrientes e a importância da salinidade para a sobrevivência das plantas. Muitos relataram que passaram a evitar o uso de canudos plásticos e a cobrar dos familiares o descarte correto do lixo.

3 DISCUSSÃO

Os resultados obtidos a partir da aplicação dos questionários semiestruturados evidenciam que as aulas passeio no manguezal da APA do estuário do rio Mundaú provocaram mudanças significativas na percepção ambiental dos 20 estudantes do ensino médio da EEM Padre Rodolfo Ferreira da Cunha. A transição de uma visão predominantemente negativa ou indiferente para uma postura de reconhecimento da importância ecológica e de responsabilidade pessoal pela conservação do ecossistema corrobora a literatura especializada em educação ambiental.

Em primeiro lugar, destaca-se que, antes da intervenção, a maioria dos estudantes (70%) não sabia diferenciar o manguezal de outros ambientes alagados e 60% o associavam apenas a "lugar de caranguejo e lama" ou "local sujo e perigoso". Essa percepção inicial reflete o que autores como Tuan (1980) denominam de "ambiente percebido de forma distante", ou seja, um espaço conhecido apenas por referências indiretas (conversas, mídia, estereótipos culturais) sem vivência corporal e afetiva. Estudos semelhantes realizados em escolas localizadas no entorno de manguezais no Nordeste brasileiro, como o de Lima et al. (2019), também registraram que estudantes urbanos tendem a associar o mangue a odores desagradáveis, insetos e periculosidade, fruto de uma construção social que desvaloriza os ecossistemas alagados em detrimento de ambientes como praias ou florestas.

A mudança observada após as aulas passeio – com 100% dos estudantes considerando o manguezal "muito importante" e 95% declarando ter modificado sua opinião negativa – alinha-se ao conceito de "aprendizagem experiencial" de David Kolb (1984), segundo o qual o conhecimento é construído a partir da transformação da experiência concreta. No caso relatado, o contato direto com as raízes aéreas, os caranguejos, o sedimento lodoso e a água salobra permitiu que os alunos vivenciassem o ecossistema com todos os sentidos, rompendo com a abstração do conteúdo expositivo em sala de aula. Essa abordagem é especialmente relevante para o ensino de biologia, pois muitos conceitos ecológicos (cadeias alimentares, ciclagem de nutrientes, adaptações fisiológicas à salinidade) tornam-se mais compreensíveis quando observados in loco.

Um achado particularmente expressivo foi o impacto emocional gerado pela atividade de coleta de lixo plástico. Os estudantes relataram sentimentos como "nojo", "choque" e "vergonha" diante da quantidade de resíduos (48 kg coletados em apenas 500 metros de margem). Essas reações afetivas são fundamentais para a educação ambiental crítica, pois, conforme argumenta Sato (2004), a dimensão emocional é frequentemente negligenciada nas abordagens puramente cognitivas. O "choque ecológico" vivenciado pode funcionar como um gatilho para a mudança de comportamento, superando a chamada "distância psicológica" em relação aos problemas ambientais (Weber, 2006). Isso explica por que, após a experiência, 90%

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77292

dos alunos manifestaram "responsabilidade" e muitos relataram terem deixado de usar canudos plásticos e passado a cobrar familiares sobre o descorreto do lixo.

Outro ponto relevante diz respeito à construção do sentimento de pertencimento. Antes das atividades, os estudantes, embora residissem nas proximidades do estuário, não se viam como parte daquele ecossistema. Após as vivências, emergiu a categoria "sentimento de pertencimento" ("Agora eu sinto que esse mangue também é meu"). Esse achado dialoga com o conceito de "place attachment" ou "apego ao lugar" (Altman; Low, 1992), segundo o qual o vínculo afetivo com um ambiente natural é condição necessária para a disposição de protegê-lo. A escola, ao promover experiências positivas e significativas no território, atua como mediadora desse vínculo, algo que dificilmente seria alcançado apenas com aulas teóricas.

No que tange aos aspectos bióticos e abióticos, a evolução observada – de apenas 25% para 85% dos estudantes capazes de identificar diferentes espécies de mangue e suas adaptações – evidencia a eficácia da visitação guiada com roteiro sistemático de observação. O uso de instrumentos como refratômetro e termômetro digital, aliado à anotação em cadernos de campo, aproximou os alunos da prática científica, rompendo com a visão de que ciência se faz apenas em laboratórios equipados. Autores como Vivian e Zanon (2018) destacam que as aulas de campo em ambientes costeiros, quando bem estruturadas, promovem não apenas a aprendizagem conceitual, mas também o desenvolvimento de habilidades processuais (observar, medir, registrar, classificar) e atitudinais (cooperação, respeito à natureza).

Comparativamente a outros relatos de experiência em manguezais, como o de Santos e Araújo (2020) com estudantes do Pará, os resultados aqui descritos mostram similaridades: ambos os estudos apontam o plantio de mudas e a limpeza de resíduos como atividades de alto engajamento e transformação perceptiva. Entretanto, diferem no que tange ao perfil dos participantes – no presente estudo, os alunos eram majoritariamente urbanos e com contato prévio muito restrito ao mangue, o que torna a mudança ainda mais notável.

Por fim, é necessário reconhecer limitações deste relato. O tamanho reduzido da amostra (20 estudantes) e a ausência de um grupo de controle impedem afirmar que todas as mudanças perceptivas decorrem exclusivamente das aulas passeio – outros fatores, como maturação ou influência de colegas, não puderam ser completamente controlados. Além disso, o estudo avaliou percepções imediatamente após a terceira saída de campo, não sendo possível saber se essas mudanças se mantêm em médio prazo (seis meses ou um ano). Pesquisas futuras poderiam incluir um follow-up e também investigar se as novas atitudes se traduzem em comportamentos efetivos de conservação no cotidiano (por exemplo, participação em mutirões de limpeza fora do contexto escolar).

A despeito dessas limitações, a experiência demonstra que as aulas passeio em ambientes marinhos e costeiros, especialmente quando combinam ações práticas (plantio, limpeza) com momentos sistemáticos de observação e registro, constituem ferramenta pedagógica potente para a educação ambiental no ensino médio. A APA do estuário do rio Mundaú revelou-se um "laboratório vivo" de aprendizagem, cujo potencial ainda é subutilizado pelas escolas do entorno. Espera-se que este relato inspire outros professores de biologia e ciências a romperem os muros da sala de aula e a se apropriarem dos ecossistemas locais como espaços legítimos de construção do conhecimento científico e da cidadania ambiental.

4 CONCLUSÃO

A experiência relatada evidencia que as aulas passeio em ambiente de manguezal constituem estratégia pedagógica de alto potencial transformador para a percepção ambiental de estudantes do ensino médio. Os 20 jovens participantes da EEM Padre Rodolfo Ferreira da Cunha, inicialmente distanciados do conhecimento ecológico local e portadores de visões estereotipadas ou negativas sobre o manguezal, após as vivências de plantio, limpeza e visitação guiada, manifestaram mudanças significativas em suas atitudes, conhecimentos e valores.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77292

Observou-se que o contato direto com a biodiversidade (observação in loco de caranguejos, aves e plantas) despertou encantamento e curiosidade científica, enquanto a atividade de coleta de lixo plástico gerou impacto emocional profundo, sensibilizando os jovens para a gravidade da poluição por resíduos sólidos. O plantio de mudas, por sua vez, promoveu sentimento de agência e esperança – os estudantes perceberam que podem atuar ativamente na recuperação ambiental.

Do ponto de vista pedagógico, o relato confirma a importância de metodologias ativas e da educação não formal como complemento indispensável ao ensino tradicional de biologia. A articulação entre teoria (conteúdos sobre ecossistemas costeiros em sala de aula) e prática (campo no manguezal) favoreceu a aprendizagem significativa, pois os conceitos abstratos ganharam concretude nas observações e medições realizadas.

Ademais, a pesquisa evidenciou que a percepção ambiental não é inata, mas sim construída social e experiencialmente. Antes das atividades, os estudantes reproduziam discursos comuns no senso comum – mangue como lugar sujo, perigoso, de pouco valor. Após as vivências, passaram a reconhecer sua importância ecológica e a se identificar como parte do ecossistema, revelando uma mudança de status moral: o mangue deixou de ser um "lugar qualquer" para se tornar um "bem comum a ser protegido".

Contudo, algumas limitações devem ser apontadas. O número reduzido de participantes (20) impede generalizações; trata-se de um relato de experiência, não de uma amostra representativa. Além disso, o estudo não avaliou a permanência das mudanças perceptivas ao longo do tempo (ex.: após seis meses ou um ano). Recomenda-se que futuras intervenções incluam um follow-up com os mesmos estudantes e ampliem o escopo para famílias e comunidade local.

Por fim, conclui-se que a experiência na APA do estuário do rio Mundaú alcançou seus objetivos, fornecendo subsídios para que o professor de biologia continue desenvolvendo aulas passeio como prática regular no calendário escolar. Acredita-se que iniciativas como esta podem contribuir para a formação de uma juventude mais consciente, crítica e engajada na conservação dos ambientes marinhos e costeiros, alinhando-se às metas da Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (ONU, 2021-2030).

REFERÊNCIAS

ALTMAN, Irwin; LOW, Setha M. (ed.). **Place attachment**. New York: Plenum Press, 1992.

AUSUBEL, David Paul. **Educational psychology**: a cognitive view. New York: Holt,Rinehart and Winston, 1968.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

KOLB, David A. **Experiential learning: experience as the source of learning and development**. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1984.

LIMA, Maria da Conceição et al. Percepção ambiental de estudantes do ensino fundamental sobre o manguezal do rio Coreaú (CE). **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 14, n. 3, p. 112-127, 2019.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável (2021-2030).** Paris: UNESCO, 2021.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77292

SANTOS, João Paulo; ARAÚJO, Fernanda Costa. Aulas de campo em manguezais paraenses: relato de experiência com estudantes ribeirinhos. **Revista de Ensino de Biologia**, v. 13, n. 2, p. 45-61, 2020.

SATO, Michèle. **Educação ambiental**. São Carlos: Rima, 2004.

TUAN, Yi-Fu. **Topofilia:** um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. Tradução de Lívia de Oliveira. São Paulo: Difel, 1980.

VIVIAN, Adriana; ZANON, Dulcimeire Aparecida. A aula de campo como estratégia para o ensino de ciências e biologia. **Revista de Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, p. 34-48, 2018.

WEBER, Elke U. Experience-based and description-based perceptions of long-term risk: why global warming does not scare us (yet). **Climatic Change**, v. 77, n. 1, p. 103-120, 2006.

WHYTE, Anne V. **Guidelines for field studies in environmental perception**. Paris: UNESCO, 1977.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77292

GRAVIDEZ EM RISCO: COMO DIABETES E HIPERTENSÃO AFETAM MÃE E FETO

AMANDA LETÍCIA SANTOS COSTA; RAFAELA BARBOSA DE ALMEIDA VIEIRA; BEATRIZ DE CASTRO SILVA; LUISA TAYNARA SILVÉRIO DA COSTA; PETERSON MENEZES TERRAZAS; KARIN MARIA LUDWIG; LUCINEIA DOS SANTOS

Introdução: A gravidez é um fenômeno fisiológico complexo que, em aproximadamente 20% das gestações, pode evoluir para um quadro de alto risco. Entre as complicações mais graves, o Diabetes Mellitus Gestacional (DMG) e a Hipertensão Arterial (HA) ganham destaque por sua capacidade de desencadear a pré-eclâmpsia (PE), elevando significativamente as taxas de morbidade materno-fetal. No cenário brasileiro, as síndromes hipertensivas são responsáveis por cerca de 23% das mortes maternas, sendo frequentemente associadas a diagnósticos tardios e à falta de reconhecimento precoce dos sintomas. **Objetivo:** Este estudo descreveu as implicações do DMG e da HA no período gravídico, com enfoque na pré-eclâmpsia, visando identificar os sintomas precursores e enfatizar a relevância estratégica do diagnóstico precoce para a redução de desfechos fatais. **Metodologia:** Realizou-se uma pesquisa bibliográfica de natureza integrativa, abrangendo artigos científicos em português, inglês e espanhol publicados entre os anos de 2000 e 2022. As buscas foram concentradas em bases de dados como SCIELO, Plataforma Biblioteca Virtual e Revista Portuguesa de Endocrinologia, Diabetes e Metabolismo. **Resultados:** Observou-se que o DMG, atingindo de 3% a 25% das gestantes, resulta em hiperglicemia fetal, macrossomia, hipoglicemia neonatal e distúrbios respiratórios graves. Já as síndromes hipertensivas caracterizam-se por serem doenças multissistêmicas que exigem monitoramento rigoroso e o uso de sulfato de magnésio para prevenção de convulsões, sendo o parto a única resolução definitiva para cessar o quadro clínico. Notavelmente, ao contrário do DMG, em quadros hipertensivos, a atividade física não é recomendada para evitar picos pressóricos. **Conclusão:** Conclui-se que o manejo clínico eficaz e o rastreamento oportuno da hiperglicemia e da pressão arterial são fundamentais para assegurar um bom prognóstico perinatal. O acompanhamento pré-natal rigoroso é a ferramenta principal para mitigar riscos e reduzir a mortalidade materna e fetal no país.

Palavras-chave: Diabetes mellitus gestacional, Síndromes hipertensivas da gravidez, Morbidade materno-fetal.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77411

ANÁLISE DO POTENCIAL ANTICÂNCER DE COMPOSTOS CONTRA A PROTEÍNA BRCA1 USANDO DOCKING MOLECULAR

JENNIFER GABRIELLY DE SOUSA PEREIRA; REBECA LAÍS QUIRINO CONSTÂNCIO DA SILVA; MARINA DE LOURDES RIBEIRO ALVES COELHO; MARIA EDUARDA NASCIMENTO PEIXOTO DA SILVA; JOSÉ RICARDO LEAL FILHO; MAYARA DOS SANTOS MAIA; RAFAEL TRINDADE MAIA

RESUMO

A bioinformática tem se consolidado como uma ferramenta essencial na análise de biomoléculas, permitindo investigar interações proteína-ligante de forma rápida, eficiente e com menor custo experimental. Nesse contexto, o docking molecular destaca-se como uma abordagem relevante na triagem de compostos com potencial terapêutico. O presente estudo teve como objetivo analisar, por meio de simulações de docking molecular, a interação in silico entre compostos bioativos selecionados e a proteína BRCA1, uma importante supressora tumoral envolvida na manutenção da integridade genômica e nos mecanismos de reparo de DNA.A estrutura tridimensional da proteína BRCA1 foi obtida do Protein Data Bank (PDB) e preparada no software UCSF Chimera, com remoção de moléculas não essenciais e definição do sítio ativo. Os ligantes foram adquiridos de bases de dados públicas, como PubChem, e modelados no software ChemSketch, sendo posteriormente submetidos à otimização geométrica e convertidos para estruturas tridimensionais no formato SDF. A seleção dos compostos baseou-se em sua relevância biológica, diversidade estrutural e potencial de interação com proteínas envolvidas na regulação do ciclo celular, sinalização tumoral e reparo de DNA. O ácido ferúlico foi utilizado como controle positivo devido às suas propriedades antioxidantes e anticancerígenas descritas na literatura.As simulações de docking molecular foram realizadas na plataforma DockThor, e os complexos proteína-ligante foram avaliados com base em parâmetros energéticos, incluindo score de afinidade, energia total, energia de interação, contribuições de van der Waals e energia eletrostática. Os resultados evidenciaram diferentes níveis de afinidade de ligação entre os compostos analisados, com valores variando entre -8,10 e -6,67 kcal/mol, sendo observada maior estabilidade dos complexos formados em comparação ao controle positivo.As análises indicaram que interações de van der Waals e eletrostáticas desempenham papel fundamental na estabilização dos complexos proteína-ligante. Dessa forma, os achados reforçam o potencial da abordagem in silico na prospecção de compostos com atividade anticancerígena direcionada a alvos moleculares específicos, destacando candidatos promissores para estudos futuros

Palavras-chave: Bioinformática; Oncogênese; Interação proteína-ligante.

1 INTRODUÇÃO

A bioinformática é uma ferramenta essencial da biologia moderna, permitindo analisar grandes volumes de dados biológicos por meio de métodos computacionais, abrangendo em sua metodologia a coleta e o armazenamento de dados para sequenciamento, modelagem e visualização (Paiva et al., 2022). Desde a década de 1950, vem evoluindo com os avanços tecnológicos, contribuindo para a compreensão de processos biológicos complexos (Ghautier et al., 2019). Nesse contexto, o docking molecular destaca-se como uma importante abordagem,

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77603

utilizada para prever a interação entre moléculas, como proteínas e ligantes, por meio da orientação que forme um complexo molecular mais estável auxiliando na compreensão de mecanismos biológicos e com grande potencial farmacológico, imunobiológico e biotecnológico, reduzindo custos e tempo em estudos experimentais (Martins et al., 2026).

A aplicação da bioinformática revela-se fundamental na oncogenética, especialmente na investigação de variantes que comprometem a estabilidade genômica (Dancik; Vlahopoulos et al., 2024). Exemplo disso são as mutações nos genes BRCA1 e BRCA2, que elevam a suscetibilidade a diversas neoplasias (Taheri & Habibi, 2024). Estudos recentes reiteram que variantes patogênicas em BRCA1 não apenas conferem um alto risco para o câncer de mama e ovário (Alavanda et al. 2024; Pourmasoumi et al., 2024), mas também estão associadas a uma sobrevida global inferior quando comparada a pacientes sem essas alterações genéticas (Zhong et al., 2015). Diante desse cenário, a investigação de compostos bioativos com potencial de ligação com a proteína BRCA1 torna-se uma estratégia promissora para o desenvolvimento de novas abordagens terapêuticas no tratamento do câncer.

Nesse contexto, a justificativa deste estudo baseia-se na necessidade de explorar, por meio de métodos computacionais, compostos que apresentem elevada afinidade pela proteína BRCA1, considerando que mutações nesse gene representam um risco elevado para diversas neoplasias, e que a bioinformática permite um estudo abrangente, identificando características moleculares dos tumores, bem como seus potenciais alvos fármacos (Pourmasoumi et al., 2024).

Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar, através de docking molecular, a interação in silico entre compostos selecionados do PubChem e a proteína BRCA1, para mensurar suas afinidades de ligação, validando os resultados com um controle positivo e identificando moléculas potenciais para aplicações experimentais futuras.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de abordagem qualiquantitativa, conduzida por meio de análises computacionais in silico, utilizando ferramentas de bioinformática para a investigação de interações proteína-ligante, com ênfase em simulações de docking molecular voltadas à avaliação da afinidade entre compostos bioativos e a proteína BRCA1, sendo as atividades realizadas no período de março a junho de 2025.

A estrutura tridimensional da proteína BRCA1 foi adquirida do banco de dados Protein Data Bank (PDB), escolhida com fundamento na resolução estrutural e na importância funcional. O arquivo foi obtido no formato .pdb e passou por processos de preparação estrutural.

A proteína foi preparada no software UCSF Chimera, com a remoção de moléculas de água cristalográficas, íons e cadeias desnecessárias que poderiam prejudicar as simulações, mantendo apenas a cadeia de interesse com o sítio de ligação.

Os ligantes foram adquiridos de bases de dados públicas, como PubChem, e também foram modelados no software ChemSketch. Em seguida, as moléculas passaram por otimização geométrica e foram transformadas para a estrutura tridimensional, sendo armazenadas no formato .sdf. Essa fase assegurou a adequada disposição espacial dos compostos para as simulações.

Os compostos selecionados para o estudo incluem moléculas com potencial atividade anticancerígena previamente descrita na literatura, bem como inibidores de alvos moleculares relevantes, incluindo proteínas associadas à via do K-Ras e ao reparo de DNA mediado pela BRCA1. A escolha desses ligantes foi baseada em sua relevância biológica, diversidade estrutural e afinidade molecular com proteínas envolvidas na regulação do ciclo celular, reparo de DNA e sinalização tumoral. Nesse contexto, compostos contendo estruturas aromáticas,

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77603

heterocíclicas e grupos funcionais reativos foram priorizados, uma vez que apresentam maior capacidade de estabelecer interações intermoleculares, como ligações de hidrogênio, interações hidrofóbicas e π-π, fundamentais para a estabilidade dos complexos proteína-ligante. Dessa forma, a seleção dos compostos permitiu uma análise abrangente do potencial de ligação com a proteína BRCA1, importante supressora tumoral associada à manutenção da integridade genômica

O ácido ferúlico foi empregado como controle positivo neste estudo em razão de suas propriedades biológicas amplamente documentadas na literatura, incluindo atividades antioxidantes, anti-inflamatórias e um potencial anticancerígeno. As simulações de docking molecular foram executadas com a plataforma Docthor Docking, que utiliza algoritmos de busca conformacional e funções de avaliação para estimar a interação entre proteína e ligante.

Os complexos de proteína-ligante gerados foram analisados segundo os seguintes parâmetros energéticos: Score de docking (kcal/mol), que indica a afinidade de ligação, energia total do sistema, energia de interação, energia de van der Waals (vdW) e energia eletrostática. Os resultados foram confrontados com um controle positivo, que serviu como referência para validar a afinidade dos compostos avaliados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 mostra os resultados das simulações de docking molecular entre os compostos estudados e a proteína BRCA1, destacando diferenças notáveis na afinidade de ligação. Os scores oscilaram entre -8,10 e -6,67 kcal/mol, refletindo diferentes graus de estabilidade dos complexos proteína-ligante gerados.

O composto K-Ras-PDEdelta-IN-1 teve o melhor desempenho, com um escore de -8,10 kcal/mol, seguido por N-[(3R,4R,5S) -5-(3,6-diclorocarbazol-9-il) -4-hidroxioxan-3-il] -4-(trifluorometoxi)benzenossulfonamida (-8,05 kcal/mol) e PP2A Canceroso-IN (-7,96 kcal/mol). Esses resultados mostram uma ligação com maior afinidade em relação ao controle positivo (ácido ferúlico, -6,67 kcal/mol), sugerindo uma estabilidade superior dos complexos formados.

Tabela 1 - Resultados do docking molecular entre os compostos e a proteína BRCA1

Name	Score	T. Energy	I. Energy	Vdw energy	ctrostatic energy
K-Ras-PDEdelta-IN-1	-8.10	47.43	-24.91	-21.75	-3.15
N - [(3R ,4R, 5S) -5-(3,6-diclorocarbazol-9-il) -4-hidroxioxan-3-il] -4-(trifluorometoxi)benzenossulfonamida	-8.05	66.23	-25.93	-20.10	-5.83
PP2A Canceroso-IN-11403933-79-8	-7.96	77.30	-16.69	-14.86	-1.83
K-Ras G12C-IN-1	-7.76	86.26	-21.45	-22.21	0.76
Imidazopiridazina 1	-7.73	47.45	-25.24	-15.73	-9.51
4-(aminometil) -1-[2-(dietilamino) etilamino] tioxanten-9-ona	-7.72	54.86	-29.60	-14.13	-15.46
[(3aS ,4R, 6E, 10R, 11aR) -6,10-bis (hidroximetil)-3-metilideno-2-oxo-	-7.71	130.62	-25.50	-12.74	-12.76

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77603

3a , 4,5,8,9,10,11,11a - octa hidrociclodeca[b]furan-4-il] 2-metilprop-2-enoato					
Brca1-IN-2	-7.70	49.07	-33.22	-10.48	-22.73
4-[2-(4,4-dimetil-2-oxo-1,3-oxazolidin-3-il) -1,3-tiazol-4-il]benzonitrilaCâncer-alvo 1	-7.60	43.39	-22.90	-13.05	-9.85
Sialyl Lewis A	-7.56	248.14	-10.27	-1.37	-8.89
4,5-Dicloro-2-(m-tolil) piridazin-3(2H) -ona	-7.50	37.67	-18.42	-14.45	-3.97
2-Hydroxy-3-(3-methylbut-2-enyl) -1,4--naphthoquinone	-7.47	40.30	-18.14	-13.59	-4.54
Napabucasina	-7.33	20.56	-18.52	-12.08	-6.44
Ácido S-8-[[5-ciano-4-(2-metoxietilamino) piridin-2-il] carbamoil] -3-[(4-metil--2-oxopiperazin-1-il) metil] -6,7-di-hidro-5H-1,8-naftiridina-2-carbotioico	-7.25	93.77	-18.86	-15.95	-2.90
Brca1-IN-1	-7.05	47.55	-22.31	-20.98	-1.33
COM. POS. Ácido ferúlico	-6.67	1.77	-27.31	-5.37	-21.95

Fonte: Autores (2026)

A avaliação das componentes energéticas mostra que a interação entre proteína e ligante é amplamente afetada pelas contribuições das interações de van der Waals e eletrostáticas. O composto Brca1-IN-2, por sua vez, demonstrou uma alta contribuição eletrostática (-22,73 kcal/mol), sugerindo uma intensa interação com resíduos carregados do local ativo. De forma análoga, o composto 4-(aminometil)-1-[2-(dietilamino)etilamino]tioxanten-9-ona também mostrou valores significativos de energia eletrostática (-15,46 kcal/mol), ressaltando a relevância dessas interações na estabilização dos complexos.

Verificou-se que compostos com arquiteturas mais elaboradas e maior variedade de grupos funcionais, como derivados heterocíclicos e moléculas contendo anéis aromáticos, mostraram resultados de docking superiores. Esse fenômeno pode ser entendido pela maior habilidade dessas moléculas em formar diversas interações intermoleculares, como ligações de hidrogênio, interações hidrofóbicas e interações π-π.

Em contrapartida, o ácido ferúlico, empregado como controle positivo, revelou menor afinidade relativa, embora ainda mostre potencial de ligação com a proteína. Esse resultado está de acordo com sua estrutura química menos complexa, que possui um número reduzido de locais de interação em relação aos compostos sintéticos analisados.

De maneira geral, os resultados mostram que substâncias como K-Ras-PDEdelta-IN-1, o derivado de carbazol e PP2A Canceroso-IN demonstram maior afinidade molecular com a proteína BRCA1, constituindo candidatos promissores para investigações futuras, tais como simulações de dinâmica molecular e validação experimental.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos evidenciam que o docking molecular se mostrou eficiente na

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77603

análise da interação entre os compostos estudados e a proteína BRCA1, possibilitando a identificação de moléculas com maior afinidade de ligação. Compostos como K-Ras-PDEdelta-IN-1, o derivado de carbazol e PP2A Canceroso-IN demonstraram as maiores afinidades, ultrapassando o controle positivo (ácido ferúlico), indicando assim maior potencial de ligação contra a BRCA1

Além disso, as análises de energia mostraram que as interações eletrostáticas e de van der Waals foram essenciais para a estabilização da interação proteína-ligante, principalmente em compostos que possuem estruturas químicas com estruturas heterocíclicas e maior variedade de grupos funcionais. Os resultados indicam a possível utilização desses compostos na regulação de alvos moleculares associados ao câncer, levando em conta a função da BRCA1 na preservação da integridade do genoma. Esses achados reforçam o potencial da abordagem in silico como ferramenta inicial na prospecção de compostos com atividade anticancerígena direcionada a alvos moleculares específicos.

REFERÊNCIAS

Artigo científico: ALAVANDA, C.; DIRIMTEKIN, E.; MORTOGLOU, M.; ARSLAN ATES, E.; GUNEY, A. I.; UYSAL-ONGANER, P. BRCA mutations and microRNA expression patterns in the peripheral blood of breast cancer patients**. ACS Omega,** v. 9, n. 15, p. 17217-17228, 2024. DOI: 10.1021/acsomega.3c10086.

Artigo científico: DANCIK, G. M.; VLAHOPOULOS, S. A. Editorial for the Special Issue: Bioinformatics and Computational Biology for Cancer Prediction and Pr ognosis. **Genes, Basel,** v. 16, n. 2, p. 167, 2025.

Artigo científico: GAUTHIER, J.; VICENTE, A. T.; CHARETTE, S. J.; DEROME, N. A brief history of bioinformatics**. Briefings in Bioinformatics***,* v. 20, n. 6, p. 1981-1996, 2019.

Artigo científico: KUCHENBAECKER, K. B.; HOPPER, J. L.; BARNES, D. R.; PHILLIPS, K.-A.; MOOIJ, T. M.; ROOS-BLOM, M.-J.; JERVIS, S.; VAN LEEUWEN, F. E.; MILNE, R. ; ANDRIEU, N.; GOLDGAR, D. E.; TERRY, M. B.; ROOKUS, M. A.; EASTON, D. F.; ANTONIOU, A. C.; MCGUFFOG, L.; EVANS, D. G.; BARROWDALE, D.; FROST, D.; ADLARD, J.; ONG, K.-R.; IZATT, L.; TISCHKOWITZ, M.; EELES, R.; DAVIDSON, R.; HODGSON, S.; ELLIS, S.; NOGUES, C.; LASSET, C.; STOPPA-LYONNET, D.; FRICKER, J.-P.; FAIVRE, L.; BERTHET, P.; HOONING, M. J.; VAN DER KOLK, L. E.; KETS, C.M.; ADANK, M. A.; JOHN, E. M.; CHUNG, W. K.; ANDRULIS, I. L.; SOUTHEY, M.; DALY, B.; OSÓRIO, A.; ENGEL, C.; KAST, K.; SCHMUTZLER, R. K.; CALDÉS, T.; JAKUBOWSKA, A.; SIMARD, J.; FRIEDLANDER, M. L.; MCLACHLAN, S.-A.; MACHACKOVA, E.; FORETOVA, L.; TAN, Y. Y.; CANTOR, C. F.; OLAH, E.; GERDES, A.-M.; ARVER, B.; OLSSON, H. Risks of breast, ovarian, and contralateral breast cancer for BRCA1 and BRCA2 mutation carriers**. JAMA,** v. 317, n. 23, p. 2402-2416, 2017.

Artigo científico: MARTINS, F. G.; SANTOS, H. A.; SOUSA, S. F. A review of current computational tools for peptide–protein docking**. Journal of Computational Chemistry,** v. 47, n. 5, e70328, 2026.

Artigo científico: NORQUIST, B. M.; GARCIA, R. L.; ALLISON, K. H.; JOKINEN, C. H.; KERNOCHAN, L. E.; PIZZI, C. C.; BARROW, B. J.; GOFF, B. A.; SWISHER, E. M. The molecular pathogenesis of hereditary ovarian carcinoma: alterations in the tubal epithelium of women with BRCA1 and BRCA2 mutations**. Cancer,** v. 116, n. 22, p. 5261-5271, 2010.

Artigo científico: PAIVA, V. A.; GOMES, I. S.; MONTEIRO, C. R.; MENDONÇA, M. V.; MARTINS, P. M.; SANTANA, C. A.; GONÇALVES-ALMEIDA, V.; IZIDORO, S. C.; MINARDI, R. C. M.; SILVEIRA, S. A. Protein structural bioinformatics: an overview**. Computers in Biology and Medicine,** v. 147, p. 105695, 2022.

Artigo científico: POURMASOUMI, P.; MORADI, A.; BAYAT, M. BRCA1/2 mutations and breast/ovarian cancer risk: a new insights review. **Reproductive Sciences**, v. 31, n. 12, p. 3624-3634, 2024.

Artigo científico: TAHERI, G.; HABIBI, M. Uncovering driver genes in breast cancer through an innovative machine learning mutational analysis method**. Computers in Biology and Medicine**, v. 171, p. 108234, 2024.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77603

ANÁLISES DE INTERAÇÃO PARASITA-HOSPEDEIRO (*PERKINSUS MARINUS* E *CRASSOSTREA VIRGINICA*) USANDO ABORDAGENS DE BIOINFORMÁTICA

JENNIFER GABRIELLY DE SOUSA PEREIRA; REBECA LAÍS QUIRINO CONSTÂNCIO DA SILVA; MARINA DE LOURDES RIBEIRO ALVES COELHO; MARIA EDUARDA NASCIMENTO PEIXOTO DA SILVA; JOSÉ RICARDO LEAL FILHO; MAYARA DOS SANTOS MAIA; RAFAEL TRINDADE MAIA

RESUMO

A bioinformática consolidou-se como uma ciência interdisciplinar e tem se destacado como uma ferramenta essencial na análise de interações moleculares, permitindo a compreensão detalhada de processos biológicos complexos. O presente estudo teve como objetivo analisar, estrutural e funcionalmente, proteínas envolvidas na interação entre a ostra hospedeira *Crassostrea virginica* e o protozoário parasita *Perkinsus marinus*, utilizando abordagens computacionais de alta precisão (*in silico*). Para a investigação da interação parasita-hospedeiro, foram selecionadas cinco proteínas com funções cruciais relacionadas à resposta imune e à mitigação do estresse oxidativo, das quais três possuíam estruturas tridimensionais conhecidas e duas não apresentavam estrutura conhecida. Ademais, foram selecionados 15 ligantes bioativos identificados mediante revisão criteriosa da literatura científica. O fluxo metodológico integrou análises de alinhamento de sequências, modelagem estrutural avançada, anotação funcional e protocolos de docking molecular. A proteína Glutationa S-transferase (GST), fundamental nos mecanismos de desintoxicação celular, foi modelada através do algoritmo de inteligência artificial AlphaFold. A estrutura obtida passou por rigorosa validação em ferramentas computacionais, apresentando parâmetros de estabilidade de alta qualidade. Posteriormente, o docking molecular foi realizado com a enzima Superóxido Dismutase (PmSOD1) do parasita, identificando uma afinidade energética superior por ligantes específicos, como a arabinogalactana e a melibiose. As análises termodinâmicas indicaram que as interações de Van der Waals e forças eletrostáticas contribuem significativamente para a estabilidade dos complexos formados. Os resultados demonstram a robustez das ferramentas bioinformáticas na investigação de sistemas proteína-ligante, contribuindo para o entendimento dos mecanismos de evasão e defesa na interação hospedeiro-parasita e fornecendo bases sólidas para estudos futuros.

Palavras-chave: Análise computacional; Interação hospedeiro-parasita; Proteínas.

1 INTRODUÇÃO

A bioinformática é uma ciência interdisciplinar que integra biologia, computação, estatística e matemática, sendo fundamental na análise de dados biológicos em larga escala (Universidade Federal Do Paraná, [*s.d.*]). Esta área tem revolucionado a biologia molecular moderna, permitindo desde a análise de sequências genômicas até a modelagem tridimensional de proteínas e a predição de interações moleculares (Matos *et al*., 2023).

Na biologia molecular, a bioinformática permite a compreensão de estruturas e funções de proteínas, identificação de variantes gênicas, predição de interações proteína-ligante e o desenvolvimento de modelos computacionais para inferir mecanismos biológicos. Ferramentas como BLAST, Clustal Omega, InterPro, UniProt, I-TASSER e bancos como PDB e NCBI são

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77604

amplamente utilizadas para essas análises (Espíndola *et al*., 2010).

Este trabalho aborda uma série de atividades que utilizaram ferramentas de bioinformática para caracterizar proteínas envolvidas na resposta imune de *Crassostrea virginica* (ostra americana) contra o parasita *Perkinsus marinus*, que causa sérios impactos ecológicos e econômicos na maricultura. As análises incluem alinhamento de sequências, alinhamento estrutural, modelagem tridimensional, anotação funcional e docking molecular com moléculas bioativas.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo analisar estrutural e funcionalmente proteínas envolvidas na interação entre *Crassostrea virginica* e *Perkinsus marinus*, utilizando ferramentas de bioinformática. Para isso, foram estabelecidos como objetivos específicos: selecionar proteínas e ligantes de interesse em bancos de dados e literatura; realizar alinhamento de sequências e análise de conservação evolutiva; anotar funções, domínios e características estruturais das proteínas; realizar a predição de modelos tridimensionais para proteínas sem estrutura disponível; e avaliar interações proteína-ligante por meio de docking molecular.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de abordagem qualiquantitativa, baseada em análises computacionais in silico, utilizando ferramentas de bioinformática. As atividades foram realizadas em ambiente computacional, no período de março a junho de 2025, no contexto acadêmico da disciplina de Bioinformática Aplicada à Genômica e Proteômica, vinculada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Celular e Molecular da Universidade Federal da Paraíba. A amostra foi composta por cinco proteínas selecionadas dos organismos *Crassostrea virginica* e *Perkinsus marinus*, além de 15 moléculas bioativas utilizadas como ligantes, escolhidas com base na literatura científica.

As proteínas incluíram três com estrutura tridimensional disponível (Arginase, PmSOD1 e Cv-CGLR1), obtidas nos bancos PDB e UniProt, e duas sem estrutura conhecida (Galectina e GST), obtidas no NCBI. Para cada proteína, foram levantadas informações funcionais, estruturais e genômicas, incluindo função biológica, domínios, aminoácidos do sítio ativo, localização cromossômica e número de aminoácidos. A anotação funcional foi realizada por meio das plataformas InterPro e I-TASSER, incluindo classificação por Gene Ontology e predição de localização subcelular.

As 15 moléculas bioativas selecionadas foram desenhadas no software ChemSketch e convertidas para formato tridimensional (SDF) para utilização nas análises de docking molecular. O alinhamento de sequências foi realizado utilizando Clustal Omega e BLAST, permitindo identificar regiões conservadas e similaridade entre proteínas homólogas. Adicionalmente, alinhamentos estruturais foram conduzidos no UCSF Chimera a partir de estruturas disponíveis no PDB.

A modelagem tridimensional da proteína GST foi realizada com o servidor AlphaFold, seguida de validação estrutural por meio das ferramentas ERRAT, Verify3D, WHATCHECK e Ramachandran Plot, a fim de avaliar a qualidade do modelo predito.

O docking molecular foi inicialmente proposto para a proteína galectina; no entanto, devido a limitações na obtenção de sua estrutura tridimensional, foi realizado com a proteína PmSOD1 utilizando o servidor DockThor. A preparação das estruturas incluiu conversão de formatos, adição de hidrogênios e definição do sítio ativo com base em predições estruturais. A análise dos dados foi baseada nos valores de afinidade (Affinity Score), considerando que valores mais negativos indicam maior potencial de interação entre proteína e ligante.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram selecionadas cinco proteínas com funções relacionadas à resposta imune e ao estresse oxidativo em *Crassostrea virginica* e *Perkinsus marinus* (Tabela 1). Entre elas, a

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77604

Galectina (reconhecimento de patógenos) e a GST (detoxificação celular) foram priorizadas para análises estruturais e funcionais. Paralelamente, foram selecionadas 15 moléculas, baseadas no estudo de Tasumi e Vasta (2007), compostos por mono-, di- e oligossacarídeos que mimetizam carboidratos presentes na superfície de microrganismos, incluindo o parasita, sendo estas convertidas em estruturas tridimensionais no formato SDF.

Tabela 1- Informações sobre as proteínas obtidas de banco de dados.

Proteína	**Função**	**Código de acesso em bancos de dados**	**Banco de dados utilizado**	**Ligantes complexados?**	**Aminoácidos do sítio ativo**
Arginase (3D)	Defesa antioxidante	XM_002777621.1	UniProt RCSB PDB	Mn^{2+}	His122, Asp223, Glu268, His97, His137, Asp124, Trp118, Asp120
PmSOD1 (3D)	Neutraliza radicais	2CW2	RCSB PDB	Fe^{+3}	Trp189, His191, His57, His105, Trp154, Gln101, Asp187
Cv-Cglr1 (3D)	Resposta inata	8GJW	RCSB PDB	O_4S	Arg67, Lys253, Asn245, Arg257, Asp66, Leu242
Galectina (FASTA)	Detecção patogênica	ABG75998.1	NCBI	Não	Arg57, Asn59, Ser61, His68, Tyr70, Glu77, Val80, Asn82
GST (FASTA)	Detoxificação celular	XP_022302656.1	NCBI	Não	Tyr8, Gly14, Thr50, Gly51, Glu52, Ala63 e Arg64

Fonte: Autores (2026).

A Galectina apresenta 15 éxons, totalizando 555 aminoácidos, e pertence à família das galectinas, com domínios característicos de reconhecimento de carboidratos (CRD), presentes entre os resíduos 120– 260. A GST, com 203 aminoácidos, possui domínios N-terminal e C-terminal típicos da superfamília GST, relacionada à detoxificação celular. A PmSOD1, importante enzima antioxidante, mostrou domínios específicos de superóxido dismutases de ferro/manganês, reforçando seu papel na neutralização de espécies reativas de oxigênio. As proteínas Cv-CGLR1 e Arginase também exibiram domínios e funções relacionados à imunidade inata e ao metabolismo do nitrogênio, respectivamente. Além disso, tentou-se identificar variantes genéticas nos genes dessas proteínas. No entanto, nenhuma variante registrada foi encontrada nas bases de dados para os genes das proteínas estudadas.

A análise funcional e genômica confirmou a importância dessas proteínas nos processos celulares de defesa e estresse oxidativo, justificando sua seleção como alvos de estudo. Os domínios estruturais identificados corroboram as funções atribuídas a partir da ontologia gênica, e a ausência de variantes relevantes em bancos públicos sugere possível conservação dessas proteínas em *C. virginica* ou ausência de dados genômicos completos para este organismo.

Os alinhamentos de sequências evidenciaram regiões conservadas entre proteínas homólogas, indicando similaridade estrutural e funcional. Observou-se maior identidade de sequência entre organismos filogeneticamente próximos, sugerindo conservação evolutiva dessas proteínas. As regiões conservadas estão associadas a domínios funcionais essenciais, reforçando a importância dessas proteínas na manutenção de funções biológicas. No alinhamento local utilizando BLAST, a sequência da GST apresentou até 37,07% de identidade com proteínas do PDB, enquanto a galectina apresentou 32,49% com variantes humanas.

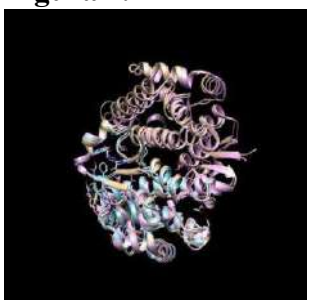
DOI: 10.51189/iv-bioesb/77604

Apesar da identidade moderada, os alinhamentos estruturais no UCSF Chimera evidenciaram conformações tridimensionais semelhantes entre as proteínas e seus homólogos, sugerindo conservação estrutural e funcional (Figuras 1 e 2).

A proteína GST foi modelada no servidor AlphaFold devido à ausência de estrutura no PDB, sendo posteriormente visualizada no UCSF Chimera e validada pelas ferramentasERRAT, Verify3D, WHATCHECK e Ramachandran Plot. Os resultados indicaram boa qualidade estrutural, com a maioria dos resíduos em regiões favorecidas.

A análise por ERRAT apresentou pontuação superior a 85%, indicando alta confiabilidade do modelo. A Verify3D mostrou mais de 80% dos resíduos com escore ≥ 0,1, evidenciando compatibilidade entre estrutura e sequência. O WHATCHECK indicou parâmetros geométricos adequados, sem desvios significativos, enquanto o gráfico de Ramachandran demonstrou mais de 90% dos resíduos em regiões favorecidas. Em conjunto, esses resultados confirmam a qualidade do modelo tridimensional da GST, permitindo sua utilização em análises estruturais e docking molecular.

Figura 1. Alinhamento GST.

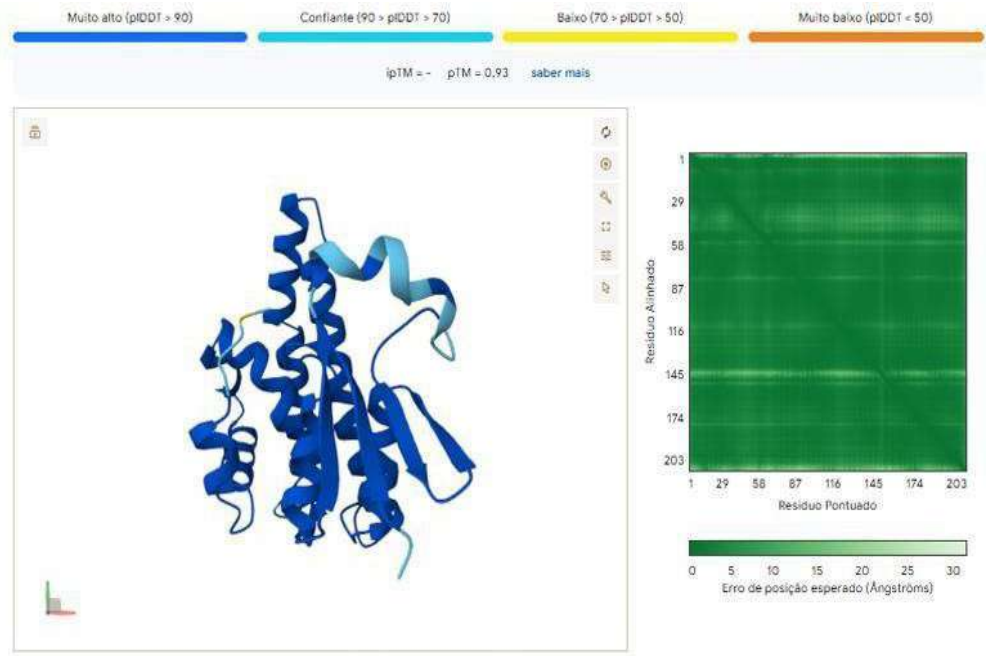


Fonte: Autores (2026).

Figura 2. Alinhamento Galectina.

Fonte: Autores (2026).

Figura 3. Predição estrutural pelo AlphaFold.



Fonte: Autores (2026).

O docking foi realizado com 15 ligantes, porém devido às limitações estruturais da proteína-alvo, optou-se por utilizar a proteína PmSOD1 como modelo alternativo. Embora não represente a interação biológica pretendida, o procedimento foi mantido como treinamento

metodológico. O docking também só entregou o resultado de 14 moléculas de 15 que foram enviadas. Os ligantes foram avaliados com base no Score (kcal/mol), em que valores mais negativos indicam maior afinidade. Açúcares complexos como arabinogalactana, melibiose e lactose apresentaram os melhores resultados, enquanto o ácido lipoteicóico apresentou desempenho desfavorável, possivelmente devido a erro conformacional ou baixa compatibilidade estrutural (Tabela 2).

Apesar desses padrões, os resultados devem ser interpretados com cautela, pois não refletem a interação com a proteína biologicamente relevante. Entre as limitações, destacam-se a substituição da proteína-alvo, a impossibilidade de modelar a galectina devido ao seu tamanho (>1500 resíduos) e a ausência de ligante controle, o que compromete a análise comparativa. Assim, os dados possuem caráter demonstrativo, sendo recomendado realizar novos ensaios com a proteína-alvo em estudos futuros.

Tabela 2 - Afinidade de ligação dos 14 ligantes com a proteína PmSOD1.

Nº	Ligante	Score (kcal/mol)	Energia Total (kcal/mol)	Energia Interna (kcal/mol)	Energia vdW (kcal/mol)	Energia Eletrostática (kcal/mol)
1	Arabinogalactana2	-7.88	99.69	-28.82	-16.87	-11.95
2	Melibiose	-7.43	42.55	-29.05	-13.14	-15.91
3	3-O-beta-D-galactopiranosil-D-arabinose	-7.31	40.25	-28.40	-13.66	-14.74
4	Lactose2	-7.27	35.11	-27.55	-11.22	-16.33
5	N-acetil-D-glucosamina	-7.01	3.37	-25.49	-12.56	-12.93
6	D-galactose	-6.90	10.94	-20.65	-8.26	-12.39
7	Tiodigalactose	-6.89	60.64	-25.77	-6.65	-19.12
8	D-manose	-6.83	15.38	-20.44	-4.94	-15.51
9	D-Glicose	-6.61	8.09	-23.69	-5.45	-18.25
10	L-Fucose	-6.51	6.66	-20.92	-5.11	-15.81
11	N-acetil-D-galactosamina	-6.45	7.17	-19.17	-3.03	-16.15
12	Sulfato de condroitina	-6.26	17.96	-34.89	15.37	-50.26
13	Laminina	-6.05	-6.80	-33.19	12.89	-46.08
14	Ácido lipoteicóico	-5.80	798.35	318.29	315.11	3.18

Fonte: Autores (2026).

4 CONCLUSÃO

As análises realizadas demonstraram que as ferramentas de bioinformática foram eficazes na caracterização estrutural e funcional de proteínas envolvidas na interação entre *Crassostrea virginica* e *Perkinsus marinus*. A modelagem estrutural da GST apresentou alta confiabilidade, validando sua aplicação em estudos in silico, enquanto os alinhamentos de sequência e estruturais evidenciaram regiões conservadas associadas a funções biológicas essenciais.

O docking molecular, conduzido com a proteína PmSOD1, permitiu identificar ligantes com maior afinidade, destacando-se a arabinogalactana e a melibiose, o que sugere potencial envolvimento dessas moléculas em processos de reconhecimento molecular na interação hospedeiro-parasita. As análises energéticas indicaram que as interações intermoleculares desempenham papel fundamental na estabilização dos complexos proteína-ligante.

Embora limitações relacionadas à disponibilidade estrutural tenham influenciado a escolha da proteína-alvo para o docking, os resultados obtidos reforçam a aplicabilidade das

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77604

abordagens computacionais na investigação de interações moleculares. Dessa forma, o estudo contribui para o entendimento inicial dos mecanismos envolvidos na relação parasita-hospedeiro e fornece subsídios para futuras investigações com maior refinamento estrutural e validação experimental.

REFERÊNCIAS

ACD/LABS. **ChemSketch – Chemical Drawing Software.** Toronto: Advanced Chemistry Development, Inc., [s.d.].Disponível em: https://www.acdlabs.com/resources/freeware/chemsketch/. Acesso em: 5 jun. 2025.

ALPHAFOLD SERVER. **AlphaFold Protein Structure Database.** [S.l.]: DeepMind; EMBL- EBI, 2021. Disponível em: https://alphafoldserver.com/welcome. Acesso em: 5 jun. 2025.

ENSEMBL GENOME BROWSER. **Ensembl Genome Database.** Cambridge: EMBL-EBI, [s.d.]. Disponível em: https://www.ensembl.org/. Acesso em: 5 jun. 2025.

ESPÍNDOLA, F. S.; CALÁBRIA, L. K.; REZENDE, A. A. A.; PEREIRA, B. B.; SANTANA, F. A.; AMARAL, I. M. R.; LOBATO, J.; FRANÇA, J. L.; MARIO, J. L.; FIGUEIREDO, L. B.; SANTOS-LOPES, L. P.; GOUVEIA, N. M.; NASCIMENTO, R.; TEIXEIRA, R. R.; REIS, T. A.; ARAÚJO, T. G. Recursos de bioinformática aplicados às ciências ômicas como genômica, transcriptômica, proteômica, interatômica e metabolômica. **Bioscience Journal,** Uberlândia, v. 26, n. 3, p. 463–477, maio/jun. 2010.

EUROPEAN BIOINFORMATICS INSTITUTE. **Clustal Omega – Multiple Sequence Alignment.** Hinxton: EMBL-EBI, [s.d.]. Disponível em: https://www.ebi.ac.uk/Tools/msa/clustalo/. Acesso em: 5 jun. 2025.

EUROPEAN BIOINFORMATICS INSTITUTE. **FASTA Sequence Similarity Search.** Hinxton: EMBL-EBI, [s.d.]. Disponível em: https://www.ebi.ac.uk/jdispatcher/sss/fasta. Acesso em: 5 jun. 2025.

EUROPEAN BIOINFORMATICS INSTITUTE. **InterPro – Protein sequence analysis & classification.** Hinxton: EMBL-EBI, [s.d.]. Disponível em: https://www.ebi.ac.uk/interpro/. Acesso em: 5 jun. 2025.

LNCC – LABORATÓRIO NACIONAL DE COMPUTAÇÃO CIENTÍFICA. **DockThor – Web-based Molecular Docking Platform**. Petrópolis, RJ: LNCC, [s.d.]. Disponível em: https://www.dockthor.lncc.br/v2/. Acesso em: 5 jun. 2025.

MATOS, D. F.; ALVES, M. C. S.; RUZENE, D. S.; BATISTA, M. V. A.; SILVA, D. P. Bioinformática aplicada às ciências ômicas: uma breve revisão bibliográfica. In: **Tecnologia e Inovação na Agricultura: aplicação, produtividade e sustentabilidade em pesquisa**. v. 1. Editora Científica Digital, 2023. p. 26-37.

MONTELIONE LAB. **Protein Structure Validation Software Suite (PSVS).** New York: Rensselaer Polytechnic Institute, [s.d.]. Disponível em: https://montelionelab.chem.rpi.edu/PSVS/PSVS/. Acesso em: 5 jun. 2025.

NATIONAL CENTER FOR BIOTECHNOLOGY INFORMATION (NCBI). **Basic Local Alignment Search Tool (BLAST).** Bethesda, MD: U.S. National Library of Medicine, [s.d.]. Disponível em: https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi. Acesso em: 5 jun. 2025.

SAVES SERVER. **Structure Analysis and Verification Server (SAVES v6.0***)*. Los Angeles: University of California, [s.d.]. Disponível em: https://saves.mbi.ucla.edu/. Acesso em: 5 jun. 2025.

TASUMI, S.; VASTA, G. R. A galectin of unique domain organization from hemocytes of the Eastern oyster (Crassostrea virginica) is a receptor for the protistan parasite Perkinsus marinus. **The Journal of Immunology**, Bethesda, v. 179, n. 5, p. 3086-3098, 2007. DOI: https://doi.org/10.4049/jimmunol.179.5.3086

UNIPROT CONSORTIUM. UniProt: the universal protein knowledgebase in 2023. **Nucleic Acids Research**, [S.l.], v. 51, p. D523–D531, 2023. Disponível em: https://www.uniprot.org/. Acesso em: 5 jun. 2025.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. **Guia do estudante**. Programa de Pós-Graduação em Bioinformática, [s.d.]. Disponível em: https://www.bioinfo.ufpr.br/guia-do-estudante.html. Acesso em: 5 jun. 2025.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA SAN FRANCISCO. **UCSF Chimera – A visualization system for exploratory research and analysis.** San Francisco: University of California San Francisco, 2004. Disponível em: https://www.cgl.ucsf.edu/chimera/. Acesso em: 5 jun. 2025.

ZHANG LAB. **I-TASSER Server for Protein Structure and Function Prediction.** Ann Arbor: University of Michigan, [s.d.]. Disponível em: https://zhanggroup.org/I-TASSER/. Acesso em: 5 jun. 2025.

ESTRATÉGIAS DE REMEDIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS EM RESERVA NATURAL PRIVADA NO PIAUÍ

BRAULIO FERNANDES DE CARVALHO; GUSTAVO NOGUEIRA BARRETO; RODRIGO DE OLIVEIRA

Introdução: Estima-se que 35% dos remanescentes vegetais brasileiros esteja sob domínio privado, tornando a conservação e a restauração nessas áreas fundamentais para a manutenção de serviços ecossistêmicos e proteção da biodiversidade. Foco especial deve ser dado aos *hotspots*, como o Cerrado do Piauí, compreendido no chamado MATOPIBA, a nova fronteira agrícola do Brasil. **Objetivo:** O presente trabalho buscou identificar os impactos ambientais existentes na Reserva Natural Toca dos Barretos (Monsenhor Gil - PI) e implementar medidas emergenciais de remediação. **Metodologia:** A área deste estudo experimental compreende 44 hectares de Floresta Estacional Semidecidual em zona ecotonal de Cerrado e Caatinga. O levantamento fitofisionômico identificou áreas de Campo Sujo, Lajedo, Mata Ciliar, Mata de Galeria e Cerradão. A avaliação ecológica rápida foi realizada em março, julho e dezembro de 2025, percorrendo-se aceiros e as margens do Riacho Curral de Pedra. As ações de remediação ocorreram em janeiro e março de 2026. **Resultados:** Os setores em topo de morro e matas ripárias apresentaram melhor estado de conservação. As principais ameaças identificadas foram incêndios antrópicos, extração ilegal de madeira, processos erosivos e pressão por gado, pois a área não é cercada. Notou-se que o pastejo, embora impactante, auxilia na redução de biomassa inflamável em áreas de campo. Como estratégia de remediação de baixo custo, utilizou-se a semeadura direta de Babaçu (*Attalea speciosa*), dada sua alta taxa de germinação e resiliência ao fogo. Os frutos foram coletados em Teresina e em Monsenhor Gil. Selecionou-se áreas queimadas e clareiras para a remediação. Foram aplicados 30 kg de frutos (aproximadamente 120 frutos) em semeadura direta e 12,5 kg (aproximadamente 50 frutos) via plantio em covas. Para as outras ameaças encontradas recomenda-se o enriquecimento ambiental, o cercamento da propriedade e o cadastro da área como ASAS Simples na SEMARH-PI. **Conclusão:** O plantio de Babaçus deve auxiliar a sucessão ecológica, contudo, a persistência da regeneração natural depende do controle de incêndios antrópicos para proteção de espécies sensíveis. Além disso, o local deve ser mantido sob fiscalização e outras medidas implementadas para garantir a proteção da área a longo prazo e a conservação de espécies visadas comercialmente, como madereiras e medicinais.

Palavras-chave: Queimadas, Remediação, Babaçu.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77605

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE ANATOMIA MACROSCÓPICA E ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO PRÓXIMO (NIRS) NA IDENTIFICAÇÃO DE MADEIRAS TROPICAIS

LOARENA LEAL CRUZ; ANDRIELLE LEAL DA SILVA; RAAB SILVA NOLETO; SAULLO SANDRO DE CAMPOS PEREIRA

RESUMO

A identificação precisa de espécies madeireiras comercializadas na Amazônia é um componente crítico fundamental para o combate ao comércio ilegal e a gestão sustentável dos recursos naturais. O método tradicional baseia-se na anatomia macroscópica, que utiliza caracteres estruturais visíveis com auxílio de lupa (10x). Todavia, a técnica apresenta limitações frente à alta similaridade anatômica de gêneros comerciais e à subjetividade do observador. Este resumo tem como objetivo realizar uma análise sistemática da transição tecnológica de identificação de madeiras para a Espectroscopia no Infravermelho Próximo (NIRS), ferramenta quimiométrica não destrutiva que permite a leitura da "assinatura química" da madeira. O estudo fundamenta-se na análise de artigos técnico-científicos publicados entre 2000 e 2026, focando na acurácia, tempo de resposta e viabilidade operacional. Um ponto central discutido é a dependência estratégica das xilotecas; estas coleções biológicas atuam como o "padrão-ouro" para a calibração de modelos estatísticos, garantindo a validade taxonômica das bibliotecas de espectros. Os resultados indicam que, enquanto a macroscopia demanda cerca de 20 minutos por amostra, o NIRS realiza a identificação em segundos com acurácia superior a 95%. Além da agilidade logística, a tecnologia confere maior segurança jurídica às autuações ambientais, substituindo laudos descritivos por probabilidades matemáticas robustas (PCA e PLS-DA). Conclui-se que a integração do NIRS à rotina de órgãos ambientais representa uma modernização necessária na governança florestal, permitindo triagens rápidas e tecnicamente inquestionáveis. A valorização e digitalização das xilotecas surgem como requisitos indispensáveis para que a ciência forense vegetal acompanhe a complexidade das demandas ambientais contemporâneas, assegurando a conservação da biodiversidade amazônica.

Palavras-chave: Amazônia; Quimiometria; Xiloteca.

1 INTRODUÇÃO

A bacia amazônica abriga o mais complexo mosaico de biodiversidade arbórea do planeta (TER STEEGE et al., 2013), representando não apenas um patrimônio biológico inestimável, mas também um pilar central para o equilíbrio climático global. No entanto, a vastidão territorial e a heterogeneidade das espécies tornam o monitoramento da exploração florestal uma tarefa de extrema complexidade logística e técnica. Nesse cenário, a identificação precisa das espécies madeireiras comercializadas surge como o componente crítico fundamental que sustenta o combate ao comércio ilegal, a gestão sustentável dos recursos naturais e a manutenção da integridade das cadeias de custódia (WIEDENHOEFT et al., 2019).

Historicamente, o método padrão de identificação em campo baseia-se na anatomia macroscópica da madeira. Esta técnica fundamenta-se na análise de caracteres morfológicos

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77619

estruturais — como o arranjo dos poros, o tipo de parênquima e a disposição dos raios (IAWA COMMITTEE, 1989) — visíveis com o auxílio de lupa de mão (10x) e o suporte de chaves dicotômicas de identificação. Conforme pontuam Coradin e Camargos (2010), a anatomia clássica é uma ferramenta essencial e de baixo custo para a triagem imediata em postos de fiscalização e pátios de serrarias. Todavia, a técnica apresenta limitações severas frente à alta similaridade anatômica entre espécies de gêneros distintos ou quando variações fenotípicas induzidas por fatores edafoclimáticos obscurecem os caracteres diagnósticos, gerando incertezas que podem comprometer a eficácia das ações de comando e controle.

Diante da necessidade de modernização dos mecanismos de vigilância, a ciência forense vegetal tem buscado alternativas que confiram maior rigor científico, repetibilidade e menor subjetividade ao processo de identificação. A Espectroscopia no Infravermelho Próximo (NIRS) surge como uma solução tecnológica disruptiva. Esta técnica baseia-se na interação da radiação eletromagnética com as ligações químicas dos componentes lignocelulósicos da madeira, permitindo a leitura de uma "assinatura química" única para cada táxon (PASTORE et al., 2011). O uso de sensores portáteis possibilita análises não destrutivas e em tempo real (COSTA et al., 2019), fornecendo resultados com alta acurácia estatística que transcendem as limitações da percepção visual humana (BASTOS et al., 2021).

Dessa forma, este trabalho propõe uma revisão bibliográfica aprofundada sobre a comparação e eficácia dos métodos de identificação anatômicos tradicionais com os sistemas espectroscópicos. O foco reside em analisar como a integração dessas ferramentas, apoiada por coleções biológicas de referência (xilotecas), pode otimizar a atuação de órgãos ambientais estratégicos, promovendo maior segurança jurídica às autuações e agilidade ao setor florestal legalizado.

2 MATERIAL E MÉTODOS

A presente pesquisa fundamenta-se em uma revisão bibliográfica sistemática de caráter comparativo e exploratório. O estudo busca analisar o estado da arte das tecnologias de identificação madeireira, estabelecendo um paralelo entre o método de identificação macroscópica tradicional e a espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS).

Para a composição do corpus literário, realizou-se um levantamento exaustivo nas bases de dados *Web of Science, SciELO e Google Scholar.* A busca foi estruturada por meio de operadores booleanos, cruzando descritores essenciais como *"NIRS"*, *"Wood Identification"*, *"Wood Anatomy"*, *"Forensic Botany"* e *"Timber Trade Control"*. O recorte temporal estabelecido (2000 a 2026) justifica-se pela rápida evolução dos sensores portáteis e dos algoritmos de inteligência artificial aplicados à botânica forense neste período, com exceção à literatura clássica de IAWA COMMITTEE, 1989.

Os critérios de inclusão priorizaram estudos de caso e artigos técnico-científicos que realizaram a validação cruzada entre os dois métodos. A análise focou especificamente nos seguintes parâmetros:

- **Acurácia e Precisão:** Comparação entre a identificação visual por caracteres anatômicos (porosidade, parênquima, raios) e a assinatura espectral química da madeira.
- **Tempo de Resposta Operacional:** Avaliação da agilidade no fluxo de trabalho, desde a coleta da amostra até a emissão do laudo preliminar.
- **Segurança Jurídica:** Investigação de como o erro humano ou a subjetividade na análise macroscópica podem ser mitigados pela repetibilidade estatística do NIRS.

Um diferencial desta metodologia é a análise do papel das xilotecas como infraestrutura crítica. A revisão buscou identificar como o acervo físico dessas coleções de referência é utilizado para a construção de bibliotecas espectrais robustas. Discutiu-se como a rastreabilidade botânica, garantida por amostras testemunhas (exsicatas), é o que confere

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77619

validade científica aos modelos quimiométricos necessários para a atuação de órgãos de fiscalização ambiental.

Por fim, os dados foram sintetizados com o intuito de propor um modelo de integração tecnológica para o setor público. O foco da análise documental voltou-se para a viabilidade de aplicação desses equipamentos *in situ* (em pátios de serrarias ou postos de controle), visando a otimização dos processos de licenciamento e a redução de gargalos no setor florestal legalizado.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A literatura demonstra que a anatomia macroscópica é uma ferramenta poderosa, porém intrinsecamente dependente da experiência do observador (MUÑIZ et al., 2016). O diagnóstico visual baseia-se em caracteres qualitativos e quantitativos, como a porosidade e o arranjo do parênquima axial. Entretanto, espécies filogeneticamente próximas muitas vezes compartilham esses caracteres de forma idêntica, tornando a separação visual virtualmente impossível no campo (FIGUEIREDO-LIMA et al., 2017). Conforme observado por Soares et al. (2023), o cansaço visual e a pressão por celeridade em grandes pátios de madeira podem elevar as taxas de erro humano. Além disso, a variação fenotípica — onde uma mesma espécie apresenta densidades e cores diferentes devido ao solo ou clima — pode induzir o perito a conclusões equivocadas se baseadas apenas na morfologia externa.

Diferente da visão humana, o NIRS atua através da interação da luz infravermelha com as ligações químicas da madeira, especificamente nos grupos C-H, O-H e N-H da lignina, celulose e, principalmente, dos extrativos (PASQUINI, 2003). Esses componentes químicos funcionam como metabólitos secundários que variam entre as espécies, gerando um espectro que atua como uma "impressão digital" bioquímica única (SANDOVAL et al., 2021; TAVELA et al., 2021).

De acordo com os estudos de Santos et al. (2022), a aplicação de modelos de Análise de Componentes Principais (PCA) permite agrupar as amostras por similaridade espectral, enquanto o método de Mínimos Quadrados Parciais Discriminantes (PLS-DA) confere uma acurácia preditiva que frequentemente ultrapassa os 95%. A literatura revisada destaca que essa tecnologia é capaz de distinguir, por exemplo, o Mogno (*Swietenia macrophylla* King.) de seus substitutos comerciais com precisão absoluta (COSTA et al., 2019), algo que evita fraudes em documentos de origem florestal.

Um diferencial logístico disruptivo identificado na revisão é a economia de tempo operacional. Enquanto a análise macroscópica demanda cerca de 20 minutos por amostra — devido à necessidade de preparo cuidadoso da superfície com estilete para visualização dos poros — a leitura NIRS ocorre em segundos, sem necessidade de destruição ou cortes profundos na peça (HE et al., 2019).

Sob a ótica jurídica, Braga et al. (2011) reforçam que a tecnologia NIRS confere aos laudos técnicos uma robustez estatística superior. Enquanto um laudo macroscópico é descritivo e, portanto, passível de contestação por interpretação subjetiva, o laudo gerado por espectroscopia é baseado em probabilidades matemáticas. Isso reduz drasticamente a margem de anulação de multas e apreensões em instâncias judiciais, garantindo que as autuações ambientais sejam sustentadas por evidências científicas reprodutíveis.

4 CONCLUSÃO

A presente revisão bibliográfica permite inferir, de forma inequívoca, que o futuro da gestão e fiscalização florestal na Amazônia depende intrinsecamente da integração sinérgica entre o conhecimento botânico tradicional e as inovações biotecnológicas. A tecnologia de Espectroscopia no Infravermelho Próximo (NIRS) não deve ser interpretada como uma ferramenta de substituição à anatomia macroscópica clássica, mas sim como um mecanismo

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77619

de potencialização e refinamento técnico. Enquanto a anatomia provê a base estrutural e taxonômica necessária para a compreensão da biologia da madeira, o NIRS oferece a objetividade e a celeridade exigidas pelo volume crescente de transações comerciais e pela urgência do combate ao desmatamento ilegal.

A análise evidenciou que a viabilidade dessa transição tecnológica está condicionada à valorização e modernização das xilotecas institucionais. Estas coleções biológicas deixam de ser meros arquivos históricos para se tornarem centros dinâmicos de dados, essenciais para a calibração de modelos quimiométricos robustos e estatisticamente confiáveis. Sem o "padrão-ouro" fornecido pelas amostras certificadas dessas coleções, qualquer inovação digital careceria de validade científica, comprometendo a segurança jurídica das autuações ambientais.

Portanto, a implementação de sensores portáteis na rotina operacional de órgãos fiscalizadores representa uma mudança de paradigma na governança ambiental. Esta modernização permitirá uma triagem técnica em tempo real, garantindo que o setor produtivo legalizado seja fortalecido através de processos de licenciamento mais ágeis, enquanto a extração predatória de espécies protegidas é coibida por métodos cientificamente inquestionáveis.

Em última análise, o fortalecimento das cadeias de custódia da madeira através de métodos tecnológicos é uma tendência irreversível e necessária para a manutenção da floresta em pé. Conclui-se que o investimento contínuo em pesquisa, o treinamento de agentes públicos e a consolidação de bibliotecas espectrais são os passos fundamentais para que a ciência forense vegetal acompanhe a complexidade das demandas ambientais contemporâneas, assegurando a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento sustentável da Amazônia para as futuras gerações.

REFERÊNCIAS

BASTOS, Maria Clotide et al. Identification of timber species from the Brazilian Amazon by near infrared spectroscopy. **Information Processing in Agriculture**, v. 8, n. 1, p. 1-15, mar. 2021.

BRAGA, J. W. B. et al. The use of near infrared spectroscopy and multivariate classification in the identification of mahogany (*Swietenia macrophylla*). **Analytica Chimica Acta**, v. 689, n. 2, p. 204-214, 2011.

COSTA, Alisson et al. Near-infrared spectroscopy and portable devices to identify mahogany (*Swietenia macrophylla* King) and look-alike woods. **Wood Science and Technology**, v. 53, n. 4, p. 889-904, jul. 2019.

CORADIN, V. T. R.; CAMARGOS, J. A. A. **Procedimentos para identificação de madeiras**. Brasília: LPF/IBAMA, 2010. 19 p.

FIGUEIREDO-LIMA, Ricardo et al. Anatomia de madeira de espécies de *Handroanthus* e *Tabebuia* (Bignoniaceae) da Amazônia brasileira. **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 68, n. 3, p. 1105-1115, set. 2017.

HE, T. et al. Rapid identification of precious wood species using near-infrared spectroscopy. **Forests**, v. 10, n. 3, p. 1-12, 2019.

IAWA COMMITTEE. IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification. **IAWA Bulletin**, v. 10, n. 3, p. 219-332, 1989.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77619

MUÑIZ, Graciela Inés Bolzon de et al. Wood anatomy: a powerful tool for identification. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v. 23, n. 4, p. 609-623, dez. 2016.

PASTORE, T. C. M. et al. Near infrared spectroscopy (NIRS) as a tool for monitoring the timber trade. **IAWA Journal**, v. 32, n. 2, p. 251-262, 2011.

PASQUINI, Celio. Near infrared spectroscopy: fundamentals, practical aspects and analytical applications. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, São Paulo, v. 14, n. 2, p. 198-219, abr. 2003.

SANDOVAL, S. S. et al. Near infrared spectroscopy to identify timber species from the Brazilian Amazon. **Wood Science and Technology**, v. 55, p. 1-15, 2021.

SANTOS, G. B. et al. Identificação quimiométrica de madeiras da Amazônia via NIRS. **Scientia Forestalis**, v. 50, e3838, 2022.

SOARES, R. et al. Desafios e perspectivas na identificação botânica de madeiras comerciais no estado do Pará. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 18, n. 1, p. 1-9, 2023.

TAVELA, Letícia de Almeida et al. Near infrared spectroscopy for the identification of tropical wood species: a review. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 49, n. 131, e3645, 2021.

TER STEEGE, Hans et al. Hyperdominance in the Amazonian Tree Flora. *Science*, v. 342, n. 6156, out. 2013.

WIEDENHOEFT, Alex C. et al. The forensic nature of wood identification and the need for wood anatomy. *IAWA Journal*, v. 40, n. 3, p. 375-393, jul. 2019.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77619

A IMPORTANCIA DA BIOQUÍMICA ANALÍTICA PARA ACHADOS DA GALECTINA-3 COMO BIOMARCADOR CARDÍACO

MARIA DE LOURDES OLIVEIRA HONORATO; ANTÔNIO CÉSAR VIEIRA DA SILVA; MELRYSANDRA ARAÚJO DOS SANTOS

Introdução: Os biomarcadores são indicadores biológicos mensuráveis utilizados para identificar processos fisiológicos, patológicos ou respostas do organismo a determinadas condições clínicas, encontrados em fluidos corporais e são amplamente aplicados no diagnóstico, prognóstico e monitoramento de diversas doenças e no contexto das doenças cardiovasculares, os biomarcadores têm grande relevância por permitirem a detecção precoce de alterações no funcionamento do coração. A Galectina-3 é uma proteína associada a processos inflamatórios e de fibrose, que vem sendo amplamente estudada por sua capacidade de indicar a progressão de doenças cardíacas. **Objetivo:** Este estudo tem como objetivo analisar a importância da bioquímica analítica na identificação e quantificação da Galectina-3 como biomarcador cardíaco. Busca-se compreender como as técnicas analíticas contribuem para a detecção precisa dessa proteína, auxiliando no diagnóstico, prognóstico e monitoramento de doenças cardiovasculares, especialmente a insuficiência cardíaca. **Metodologia:** Este estudo caracteriza-se como uma revisão bibliográfica qualitativa, baseada na análise de artigos científicos publicados nos últimos cinco anos, com o objetivo de compreender os métodos de análise e a sensibilidade da Galectina-3 como biomarcador cardíaco. A busca foi realizada em bases de dados acadêmicas, selecionando estudos que abordassem técnicas de bioquímica analítica, no caso, as análises clínicas utilizadas também. **Resultados:** A detecção da Galectina-3 como biomarcador cardíaco é realizada principalmente por métodos de bioquímica analítica, com destaque para imunoensaios (como ELISA), além de técnicas mais recentes envolvendo nanotecnologia e biossensores. Esses métodos permitem a identificação da proteína em amostras biológicas, como sangue, de forma específica e confiável. Em relação à sensibilidade, os estudos indicam que as técnicas atuais apresentam alta capacidade de detectar baixas concentrações de Galectina-3, possibilitando a identificação precoce de alterações relacionadas à inflamação e fibrose cardíaca. Métodos mais modernos, como os baseados em nanopartículas, demonstram ainda maior sensibilidade e rapidez, ampliando o potencial de aplicação clínica. **Conclusão:** Os métodos de bioquímica analítica atuais permitem a quantificação da galectina-3 de forma precisa, contribuindo significativamente para o diagnóstico, prognóstico e monitoramento de doenças cardiovasculares. Assim, sua importância está diretamente relacionada à possibilidade de identificar processos como inflamação e fibrose ainda em fases iniciais, favorecendo intervenções mais eficazes e melhorando o acompanhamento clínico dos pacientes.

Palavras-chave: Biomarcadores, Bioquímica, Galectina-3.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77638

PRÁTICA EXPERIMENTAL EM CONTEXTO DE NOVO ENSINO MÉDIO: UMA ATIVIDADE DE CLASSIFICAÇÃO DA BIODIVERSIDADE EM LABORATÓRIO UNIVERSITÁRIO

LUCAS GABRIEL PEREIRA DA SILVA; MARIA DENISE MOTA SILVA; EMILY GOMES DE ALMEIDA; MARIA MÔNICA MIKAELLY FARIAS DOS SANTOS; MAYRA KAYLANE SILVA; PHELIPE MATHEUS NUNES TAVARES; KEYTH DAIANN FELIX PALMEIRA

Introdução: A implementação do Novo Ensino Médio trouxe novos desafios para o ensino de Biologia. Nesse contexto, a articulação entre universidade e ensino médio torna-se fundamental para ampliar os espaços de aprendizagem, proporcionando aos estudantes o contato com ambientes científicos e favorecendo a construção do conhecimento de forma mais significativa. Além disso, o uso de metodologias ativas contribui para tornar conteúdos como biodiversidade e classificação biológica mais dinâmicos e compreensíveis. **Objetivo:** O presente trabalho tem como objetivo relatar uma experiência de prática experimental desenvolvida com estudantes do ensino médio em um laboratório multidisciplinar universitário, com foco no ensino da biodiversidade por meio da classificação dos organismos. **Relato de experiência:** A atividade foi realizada no dia 23 de março de 2026 em parceria com a Escola Estadual de Educação Básica Costa Rêgo, na disciplina de práticas experimentais presente no componente curricular do novo ensino médio, utilizando a metodologia de rotação por estações, organizada em cinco etapas e utilizando exemplares como: animais em conserva, meios de cultura com fungos e bactérias, lâminas microscópicas e estruturas vegetais. As estações abordaram: identificação de reinos por amostras microscópicas; classificação de vertebrados; identificação de organismos de diferentes reinos; classificação de invertebrados; e organização evolutiva dos seres vivos. as aulas ocorreram com duas turmas do segundo ano do ensino médio, com cerca de 30 a 35 alunos cada, divididos em cinco grupos. Cada grupo teve dois minutos por estação, rotacionando após sinal sonoro. Observou-se elevado engajamento dos estudantes, no resultado do questionário que foi aplicado no fim da aula 66,7% concordaram parcialmente e 33,3% totalmente que a atividade auxiliou na compreensão do conteúdo, enquanto 83,3% avaliaram a metodologia como extremamente positiva. **Conclusão:** Conclui-se que a prática experimental, aliada à metodologia de rotação por estações, contribuiu significativamente para o aprendizado, evidenciando o potencial das metodologias ativas no ensino de Biologia.

Palavras-chave: Ensino de biologia, Prática experimental, Biodiversidade.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77878

EDUCAÇÃO AMBIENTAL EM COMUNIDADE RIBEIRINHA: UMA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA SOBRE A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA

LUCAS GABRIEL PEREIRA DA SILVA; MARIA MÔNICA MIKAELLY FARIAS DOS SANTOS; MARIA DENISE MOTA SILVA; JOÃO VINICIUS DOMINGOS DOS REIS; MYRLLA LOPES DE CASTRO PEREIRA LEANDRO; PHELIPE MATHEUS NUNES TAVARES; CLAUDIMARY BISPO DOS SANTOS

Introdução: A educação ambiental no contexto escolar desempenha papel fundamental na formação de cidadãos conscientes quanto ao uso sustentável dos recursos naturais, especialmente em comunidades ribeirinhas, onde a relação com a água é direta e essencial para a sobrevivência. Nesse sentido, abordar temas como qualidade da água, saúde e preservação ambiental torna-se indispensável no processo educativo. Além disso, a utilização de diferentes práticas pedagógicas, aliando momentos expositivos e atividades práticas, contribui para a construção de um aprendizado mais significativo e contextualizado. **Objetivo:** O presente trabalho tem como objetivo relatar uma intervenção pedagógica intitulada “Importância e Cuidados com a Água”, desenvolvida com estudantes do 9º ano do ensino fundamental de uma escola localizada em comunidade ribeirinha no município de Piaçabuçu-AL, visando promover a conscientização sobre o uso, tratamento e preservação da água. **Relato de experiência:** A atividade foi desenvolvida na escola Escola Municipal Padre Luís Barbosa Leite no dia 29 de novembro de 2024 durante um projeto de extensão e pesquisa realizada no município. Inicialmente, realizou-se uma aula expositiva dialogada abordando temas como água potável, importância da água para a saúde, doenças de veiculação hídrica, processos de purificação e cuidados no consumo. Em seguida, os estudantes foram divididos em grupos para a construção de filtros caseiros utilizando materiais acessíveis, como garrafas PET, areia, pedrisco, brita, algodão, carvão ativado, filtro de papel e água coletada do Rio São Francisco. Por fim, foi realizada uma dinâmica interativa denominada “passa ou repassa”, utilizando balões com perguntas relacionadas ao conteúdo trabalhado, promovendo revisão e fixação dos conhecimentos. Durante a realização da aula, observou-se significativa participação e interesse dos estudantes durante todas as etapas da atividade, especialmente na construção dos filtros e na dinâmica final, evidenciando maior envolvimento com o tema. A atividade prática possibilitou a compreensão dos processos de filtração da água, enquanto a dinâmica contribuiu para a consolidação do aprendizado de forma lúdica. **Conclusão:** Conclui-se que a intervenção pedagógica foi eficaz na promoção da educação ambiental, favorecendo a compreensão sobre a importância da água e seus cuidados, além de demonstrar o potencial das metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem em contextos escolares.

Palavras-chave: Ensino de ciências, Qualidade da água, Metodologias ativas.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77882

POTENCIAL ADAPTATIVO DE ESPÉCIES DA CAATINGA FRENTE ÀS CONDIÇÕES DE ESTRESSE AMBIENTAL

NAIARA CRISTINA DE SOUZA GARAJAU; CHIRLEY MARA NASCIMENTO DA SILVA SOUSA; CÉLIO ALVES RIBEIRO; LETÍCIA LOPES ROSA E SILVA; MARIANGELA SPADOTO; RAIANE LIMA SILVEIRA; TAYNARA BEZERRA DOS SANTOS

RESUMO

A Caatinga, único bioma exclusivamente brasileiro, apresenta condições ambientais marcadas por elevadas temperaturas, baixa e irregular pluviosidade, solos rasos e intensa radiação solar, configurando um ambiente de forte estresse abiótico. Nesse contexto, as espécies vegetais desenvolveram estratégias adaptativas que garantem sua sobrevivência em condições semiáridas, envolvendo alterações morfológicas, anatômicas, fisiológicas e bioquímicas. O presente estudo teve como objetivo analisar o potencial adaptativo das espécies da Caatinga frente às condições de estresse ambiental. Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, de abordagem qualitativa, com caráter exploratório e descritivo, realizada nas bases de dados Scopus e Web of Science, além de periódicos nacionais e internacionais. Foram utilizados os descritores: Caatinga; adaptação vegetal; estresse hídrico; estresse salino; fisiologia vegetal; semiárido, combinados pelo operador booleano *AND*. Os critérios de inclusão abrangeram artigos publicados entre 2016 e 2026, disponíveis na íntegra e relacionados ao tema proposto. Evidenciam-se adaptações morfoanatômicas como redução da área foliar, cutículas espessas e sistemas radiculares profundos, além de mecanismos fisiológicos como controle estomático, ajuste osmótico e regulação hormonal. Observou-se ainda variabilidade nas respostas adaptativas entre espécies e grupos funcionais, bem como interação com microrganismos promotores de crescimento, ampliando a resiliência das plantas. Conclui-se que o potencial adaptativo da Caatinga resulta da integração de múltiplos mecanismos, fundamentais para a sobrevivência em ambientes semiáridos e relevantes para estratégias de conservação e manejo sustentável.

Palavras-chave: Adaptações vegetais; Bioma semiárido; Estresse hídrico.

1 INTRODUÇÃO

A Caatinga, bioma exclusivamente brasileiro, caracteriza-se por condições ambientais marcadas por elevadas temperaturas, irregularidade pluviométrica, solos rasos e alta incidência de radiação solar, configurando um cenário de intenso estresse abiótico para os organismos que nele habitam. Nesse contexto, as espécies vegetais desenvolveram um conjunto diversificado de estratégias adaptativas que garantem sua sobrevivência e manutenção ecológica ao longo do tempo. Tais adaptações envolvem desde modificações morfológicas e anatômicas até complexos mecanismos fisiológicos e bioquímicos, que permitem a tolerância a condições adversas como seca prolongada, salinidade e altas temperaturas (Mesquita, Dantas e Cairo, 2018).

Dentre os principais mecanismos adaptativos observados nas espécies da Caatinga, destacam-se a redução da área foliar, presença de cutículas espessas, sistemas radiculares profundos e estratégias fenológicas específicas, como a perda sazonal de folhas e a manutenção

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77947

de atividade metabólica durante períodos críticos. Essas características contribuem para a conservação hídrica e otimização do uso de recursos escassos (Lucas *et al*., 2025). Além disso, respostas fisiológicas, como o controle estomático, o acúmulo de osmólitos e a regulação hormonal, desempenham papel fundamental na mitigação dos efeitos do déficit hídrico e da salinidade (Wahab *et al.,* 2022).

Outro aspecto relevante refere-se à variabilidade das estratégias adaptativas entre diferentes grupos funcionais de plantas, evidenciando que espécies distintas podem apresentar respostas específicas ao estresse ambiental. Estudos demonstram que plantas da Caatinga exibem diferentes níveis de tolerância ao estresse salino e hídrico, refletindo adaptações evolutivas moldadas pelas condições locais (Jesus *et al*., 2025). Ainda, durante os estágios iniciais de crescimento, diferenças na capacidade de adaptação ao déficit hídrico podem influenciar diretamente o estabelecimento e a sobrevivência das espécies (Lucio *et al*., 2017).

Além das plantas, outros organismos presentes no bioma, como insetos e anfíbios, também apresentam adaptações fisiológicas que evidenciam a complexidade dos processos de resistência ao estresse ambiental na Caatinga, indicando interações ecológicas integradas (Oliveira *et al.,* 2022).

Diante disso, este estudo teve como intuito analisar o potencial adaptativo das espécies da Caatinga frente às condições de estresse ambiental, destacando os principais mecanismos morfofisiológicos, bioquímicos e ecológicos que contribuem para sua sobrevivência e resiliência em ambientes semiáridos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão integrativa da literatura, de abordagem qualitativa, com caráter exploratório e descritivo, realizada no mês de março de 2026, cujo objetivo foi analisar o potencial adaptativo de espécies da Caatinga frente às condições de estresse ambiental, com ênfase nos mecanismos morfoanatômicos, fisiológicos e bioquímicos envolvidos na tolerância à seca, salinidade e altas temperaturas.

O percurso metodológico foi estruturado conforme as etapas propostas por Whittemore e Knafl (2005), compreendendo: (I) definição do problema de pesquisa; (II) estabelecimento dos critérios de inclusão e exclusão; (III) busca e seleção dos estudos; (IV) avaliação crítica do material incluído; (V) extração e organização das informações; e (VI) síntese e apresentação dos resultados.

A questão norteadora da revisão foi definida da seguinte forma: como as espécies da Caatinga desenvolvem mecanismos adaptativos para sobreviver às condições de estresse ambiental no semiárido?

A busca dos estudos foi realizada em bases de dados científicas nacionais e internacionais, incluindo Scopus, Web of Science e periódicos nacionais e internacionais. Foram utilizados descritores e termos como (Caatinga), (adaptação vegetal), (estresse hídrico), (estresse salino), (fisiologia vegetal) e (semiárido) tanto em português quanto em inglês, combinados com o operador booleano *AND*.

Foram estabelecidos como critérios de inclusão: artigos científicos disponíveis na íntegra, dentro do recorte temporal de 2016 a 2026, publicados em qualquer idioma desde que passíveis de tradução e que abordassem diretamente mecanismos de adaptação de plantas ao estresse ambiental, com foco em espécies da Caatinga ou ambientes semiáridos. Como critérios de exclusão, foram descartados estudos duplicados, artigos incompletos, trabalhos que não abordassem diretamente o tema proposto ou que não apresentassem rigor metodológico.

A busca inicial identificou 286 estudos, após a aplicação do recorte temporal e verificação da disponibilidade do texto completo, 58 artigos foram removidos por indisponibilidade ou incompatibilidade com os critérios de inclusão, restando 228 estudos. Em seguida, 32 estudos duplicados foram excluídos, totalizando 196 artigos para análise de títulos

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77947

e resumos. Nessa etapa, 130 estudos foram descartados por não atenderem diretamente à questão norteadora, resultando em 66 estudos elegíveis para leitura na íntegra.

Após leitura completa e aplicação dos critérios de elegibilidade, 50 estudos foram excluídos por não apresentarem discussão consistente sobre adaptações ao estresse ambiental ou por não abordarem diretamente espécies da Caatinga. Dessa forma, 16 estudos científicos foram selecionados para compor a amostra final.

A análise dos dados foi realizada por meio da análise de conteúdo temática, conforme Bardin (2011), contemplando as etapas de pré-análise, exploração do material, categorização temática e interpretação dos resultados, permitindo a organização dos achados em eixos relacionados às adaptações morfoanatômicas, respostas fisiológicas, estratégias bioquímicas e mecanismos ecológicos de sobrevivência das espécies da Caatinga frente às condições de estresse ambiental.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Evidenciou-se que as espécies da Caatinga apresentam elevado potencial adaptativo frente às condições de estresse ambiental, sustentado por um conjunto integrado de respostas morfofisiológicas, bioquímicas e ecológicas. A análise dos dezesseis estudos selecionados demonstrou que tais adaptações não ocorrem de forma isolada, mas constituem estratégias sinérgicas que permitem a sobrevivência em ambientes caracterizados por escassez hídrica, altas temperaturas e solos com limitações nutricionais. Nesse sentido, Mesquita, Dantas e Cairo (2018) destacaram que a ecologia funcional das espécies nativas está diretamente relacionada à eficiência no uso da água e à plasticidade fisiológica.

No que se refere às adaptações morfológicas e anatômicas, Zahedi et al. (2025) apontaram que características como espessamento da cutícula, presença de tricomas e redução da área foliar são fundamentais para minimizar a perda de água por transpiração. De maneira complementar, Lucas *et al.* (2025) evidenciaram que estratégias fenológicas, como a deciduidade sazonal e o ajuste no período reprodutivo, favorecem a manutenção do balanço hídrico em períodos de seca prolongada. Essas adaptações estruturais refletem respostas evolutivas específicas ao ambiente semiárido.

No âmbito fisiológico, os estudos demonstram que o controle estomático e o ajuste osmótico desempenham papel central na tolerância ao déficit hídrico. Wahab *et al*. (2022) ressaltaram que o acúmulo de solutos compatíveis, como prolina e açúcares solúveis, contribui para a manutenção da turgescência celular. Da mesma forma, Waseem *et al.* (2024) enfatizaram a importância da regulação hormonal, especialmente dos níveis de ácido abscísico, no controle das respostas ao estresse hídrico e salino. Esses mecanismos são reforçados pelas evidências apresentadas por Munns e Millar (2023), que descreveram as capacidades adaptativas relacionadas à homeostase celular e ao metabolismo energético.

Além disso, a tolerância ao estresse salino foi amplamente abordada nos estudos analisados. Jesus *et al.* (2025) demonstraram que diferentes grupos funcionais de plantas apresentam estratégias distintas de exclusão ou compartimentalização de sais, evidenciando diversidade adaptativa intra-bioma. Corroborando esses achados, Moura *et al.* (2024) destacaram que espécies com potencial para reflorestamento apresentam maior eficiência no ajuste osmótico e na proteção antioxidante sob condições de salinidade elevada.

Os estágios iniciais de desenvolvimento também se mostraram críticos para a adaptação das espécies. Lucio *et al.* (2017) observaram que a capacidade de tolerância ao déficit hídrico durante a fase de crescimento inicial influencia diretamente o estabelecimento das plantas, sendo um fator determinante para a dinâmica populacional na Caatinga. Ademais, Alshammari *et al.* (2024) evidenciaram que a associação com bactérias promotoras de crescimento vegetal pode potencializar respostas adaptativas, promovendo melhorias nos atributos morfofisiológicos sob estresse abiótico.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77947

No contexto ecológico mais amplo, Oliveira *et al.* (2022) demonstraram que a variabilidade morfológica em espécies de formigas ao longo de gradientes de aridez reflete adaptações ao ambiente, indicando que o estresse ambiental atua como uma força seletiva em diferentes níveis tróficos. De forma semelhante, Moreira *et al.* (2021) evidenciaram as adaptações metabólicas em anfíbios estivantes, reforçando a complexidade das respostas adaptativas no bioma.

A seguir, apresenta-se um quadro síntese com os principais achados dos estudos analisados, destacando os mecanismos adaptativos identificados e suas implicações ecológicas.

Quadro 1 – Síntese dos mecanismos adaptativos de espécies da Caatinga frente ao estresse ambiental

Estresse predominante	**Mecanismo adaptativo central**	**Estratégias associadas**	**Implicações ecológicas**
Déficit hídrico (seca)	Eficiência hídrica e ajuste osmótico	Redução da transpiração; acúmulo de osmólitos; adaptações anatômicas; ajustes no crescimento inicial	Manutenção da turgescência e sobrevivência em períodos de seca
Salinidade	Regulação iônica e defesa antioxidante	Exclusão e compartimentalização de sais; regulação hormonal; ativação enzimática	Tolerância a solos salinizados e potencial para restauração ambiental
Estresse abiótico múltiplo	Homeostase celular e interação biológica	Regulação metabólica; associação com microrganismos promotores de crescimento	Aumento da resiliência frente a múltiplos estressores
Sazonalidade hídrica	Plasticidade fenológica	Deciduidade; ajuste reprodutivo	Sincronização com ciclos climáticos
Gradiente de aridez	Variação morfológica	Ajustes fenotípicos	Adaptação ecológica em diferentes níveis tróficos
Estresse hídrico extremo (estivação)	Ajustes metabólicos	Redução do metabolismo; estivação	Sobrevivência prolongada em condições extremas

Fonte: Autores, (2026)

Dessa forma, a análise dos resultados reforçam que o potencial adaptativo das espécies da Caatinga está associado à integração de múltiplos mecanismos que atuam de maneira complementar, evidenciando a resiliência desse bioma frente às adversidades ambientais.

Evidencia-se que o potencial adaptativo das espécies da Caatinga está diretamente relacionado à integração de múltiplos mecanismos que atuam de forma complementar frente às condições de estresse ambiental. Nesse contexto, observou-se que tais estratégias não se limitam a respostas isoladas, mas constituem um sistema dinâmico e interdependente que favorece a resiliência ecológica do bioma. Conforme destacam Munns e Millar (2023), a adaptação ao estresse abiótico envolve uma combinação de capacidades fisiológicas que permitem às plantas manter a homeostase celular mesmo sob condições extremas, o que corrobora os achados desta revisão.

No que se refere ao déficit hídrico, principal fator limitante na Caatinga, as adaptações morfoanatômicas e as fisiológicas desempenham papel central na sobrevivência das espécies.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77947

Zahedi *et al.* (2025) enfatizam que modificações estruturais, como a redução da área foliar e o espessamento da cutícula, são fundamentais para minimizar a perda de água, enquanto Wahab *et al.* (2022) destacam o ajuste osmótico como mecanismo essencial para a manutenção da turgescência celular. Esses processos são complementados por estratégias fenológicas, como evidenciado por Lucas *et al*. (2025), que demonstram a importância da sincronização dos ciclos biológicos com a disponibilidade hídrica, evidenciando uma forte plasticidade adaptativa.

Além disso, a variabilidade intraespecífica e interfuncional das plantas da Caatinga reforça a complexidade das respostas adaptativas. Jesus *et al.* (2025) apontam que diferentes grupos funcionais apresentam estratégias distintas frente ao estresse salino, como a exclusão ou compartimentalização de íons, o que amplia a capacidade de ocupação de nichos ecológicos variados. Nesse sentido, Moura *et al.* (2024) complementam que tais adaptações são particularmente relevantes para espécies com potencial de uso em programas de restauração ambiental, sobretudo em áreas afetadas pela desertificação.

Outro aspecto relevante refere-se à importância das interações biológicas na ampliação da tolerância ao estresse. Alshammari *et al.* (2024) evidenciam que a associação com microrganismos promotores de crescimento vegetal pode potencializar respostas adaptativas, melhorando atributos fisiológicos e estruturais das plantas sob condições adversas. Essa perspectiva amplia a compreensão tradicional da adaptação, incorporando os fatores bióticos como elementos-chave na resiliência das espécies.

Adicionalmente, indica-se que os mecanismos adaptativos não se restringem ao reino vegetal, sendo também observados em outros organismos da Caatinga. Moreira *et al*. (2021) demonstram que anfíbios estivantes apresentam ajustes metabólicos que permitem a sobrevivência durante longos períodos de seca, enquanto Oliveira *et al*. (2022) destacam a variação morfológica em insetos ao longo de gradientes de aridez, evidenciando a atuação do estresse ambiental como força seletiva em diferentes níveis ecológicos.

4 CONCLUSÃO

A análise desenvolvida ao longo deste estudo corrobora que as espécies da Caatinga apresentam elevado potencial adaptativo frente às condições de estresse ambiental, resultado de um conjunto integrado de estratégias morfológicas, fisiológicas, bioquímicas e ecológicas. Tais mecanismos permitem a manutenção da homeostase e a sobrevivência em ambientes marcados por limitações hídricas, altas temperaturas e solos adversos, demonstrando a alta especialização dessas espécies. Além disso, a variabilidade adaptativa entre diferentes grupos funcionais reforça a complexidade ecológica do bioma, evidenciando que a resiliência da Caatinga está diretamente relacionada à diversidade de respostas ao estresse.

Nesse contexto, destaca-se que o entendimento aprofundado desses mecanismos adaptativos é fundamental para subsidiar ações de conservação, recuperação de áreas degradadas e manejo sustentável dos recursos naturais. A integração entre fatores abióticos e bióticos, como a interação com microrganismos promotores de crescimento, amplia as perspectivas para o desenvolvimento de estratégias inovadoras voltadas à mitigação dos impactos das mudanças climáticas e da desertificação. Assim, o conhecimento científico sobre o funcionamento adaptativo das espécies da Caatinga configura-se como ferramenta essencial para a formulação de políticas ambientais eficazes.

Recomenda-se a realização de estudos experimentais de longo prazo que integrem abordagens moleculares, ecofisiológicas e microbiológicas, com foco na interação planta-microrganismo sob condições de estresse múltiplo. Investigações que avaliem o potencial de aplicação dessas interações em programas de restauração ecológica e reflorestamento no semiárido brasileiro podem contribuir significativamente para o avanço do conhecimento e para a implementação de soluções sustentáveis frente aos desafios ambientais contemporâneos.

DOI: 10.51189/iv-bioesb/77947

REFERÊNCIAS

ALSHAMMARI, W. B. *et al.* Improvement of morphophysiological and anatomical attributes of plants under abiotic stress conditions using plant growth-promoting bacteria and safety treatments. **PeerJ**, 2024. DOI: https://doi.org/10.7717/peerj.17286. Disponível em: https://peerj.com/articles/17286/. Acesso em: 14 mar. 2026.

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

JESUS, A. L. N. *et al.* Salt stress tolerance strategies vary between different functional groups of plants of native semi-arid species. **South African Journal of Botany**, v. 176, p. 74–86, jan. 2025. DOI: https://doi.org/10.1016/j.sajb.2024.11.021. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0254629924007312. Acesso em: 14 mar. 2026.

LUCAS, F. M. F. *et al*. Phenological strategies of an evergreen tree in the Caatinga. **PLOS ONE**, v. 20, n. 3, e0317522, 2025. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0317522. Disponível em: https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0317522. Acesso em: 14 mar. 2026.

LUCIO, D. M.; DANTAS, S. G.; SANTOS, J. R. M.; PRAXEDES, S. C. Differences in water deficit adaptation during early growth of Brazilian dry forest Caatinga trees. **Agriculture and Forestry**, v. 63, n. 2, p. 59–68, 2017. DOI: https://doi.org/10.17707/AgricultForest.63.2.05. Disponível em: https://www.agricultforest.ac.me/paper.php?id=2688. Acesso em: 14 mar. 2026.

MESQUITA, A. C.; DANTAS, B. F.; CAIRO, P. A. R. Ecophysiology of caatinga native species under semi-arid conditions. **Bioscience Journal**, v. 34, supl. 1, 2018. DOI: https://doi.org/10.14393/BJ-v34n6a2018-39889. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/39889. Acesso em: 14 mar. 2026.

MOREIRA, D. C. *et al.* Metabolic and redox biomarkers in skeletal muscle underlie physiological adaptations of two estivating anuran species in a South American semi-arid environment. **Frontiers in Physiology**, v. 12, 2021. DOI: https://doi.org/10.3389/fphys.2021.769833. Disponível em: https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2021.769833/full. Acesso em: 14 mar. 2026.

MOURA, M. B. M. *et al.* Saline water stress in Caatinga species with potential for reforestation in the face of advancing desertification in the Brazilian semiarid region. **Environments**, v. 12, n. 7, 2024, art. 239. DOI: https://doi.org/10.3390/environments12070239. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-3298/12/7/239. Acesso em: 14 mar. 2026.

MUNNS, R.; MILLAR, A. H. Seven plant capacities to adapt to abiotic stress. **Journal of Experimental Botany**, v. 74, n. 15, p. 4308–4323, 2023. DOI: https://doi.org/10.1093/jxb/erad179. Disponível em: https://academic.oup.com/jxb/article/74/15/4308/7176155. Acesso em: 14 mar. 2026.

OLIVEIRA, F. M. P. *et al.* Morphology of four common and phylogenetically distant ant

species varies along disturbance and aridity gradients in the Caatinga dry forest. **Biotropica**, v. 54, n. 1, p. 78–87, 2022. DOI: https://doi.org/10.1111/btp.13029. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/btp.13029. Acesso em: 14 mar. 2026.

WAHAB, A. *et al*. Plants' physio-biochemical and phyto-hormonal responses to alleviate the adverse effects of drought stress: a comprehensive review. **Plants**, v. 11, n. 13, 2022, art. 1620. DOI: https://doi.org/10.3390/plants11131620. Disponível em: https://www.mdpi.com/2223-7747/11/13/1620. Acesso em: 14 mar. 2026.

WASEEM, M. *et al.* Understanding the mechanistic basis of plant adaptation to salinity and drought. **Functional Plant Biology**, v. 51, n. 3, 2024, art. FP23216. DOI: https://doi.org/10.1071/FP23216. Disponível em: https://connectsci.au/fp/article/51/3/FP23216/55689/Understanding-the-mechanistic-basis-of-plant. Acesso em: 14 mar. 2026.

WHITTEMORE, R.; KNAFL, K. The integrative review: updated methodology. Journal of Advanced Nursing, Oxford, v. 52, n. 5, p. 546-553, 2005.

ZAHEDI, S. M. *et al*. Plant adaptation to drought stress: the role of anatomical and morphological characteristics in maintaining the water status. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 25, p. 409–427, 2025. DOI: https://doi.org/10.1007/s42729-024-02141-w. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s42729-024-02141-w. Acesso em: 14 mar. 2026.