



ACESSO ABERTO

Data de Recebimento:

09/04/2026

Data de Aceite:

28/04/2026

Data de Publicação:

12/05/2026

**Autor correspondente:*Luiza Gonçalves da Silva,
Bacharela Biomédica.E-mail de contato: luiza.
goncalvesgs@gmail.com*Citação:*SILVA, L.G. NASCIMENTO,
A. R.G; DUARTE, L.C.A.C;
Efeitos do consumo de bebidas
energéticas na saúde reprodutiva
masculina: uma revisão
integrativaRevista Multidisciplinar em
Saúde, v. 7, n. 2, 2026. [https://
doi.org/10.51161/integrar/
rem/4806](https://doi.org/10.51161/integrar/rem/4806)DOI: 10.51161/integrar/
rem/4806Editora Integrar© 2026.
Todos os direitos reservados.EFEITOS DO CONSUMO DE BEBIDAS ENERGÉTICAS
NA SAÚDE REPRODUTIVA MASCULINA: UMA
REVISÃO INTEGRATIVALuiza Gonçalves da Silva^a, Ana Rosa Gonçalves Nascimento^a, Lígia Canongia de Abreu
Cardoso Duarte^b^a Bacharela Biomédica. Centro Universitário Instituto de Educação Superior de Brasília,
Campus Edson Machado - DF. SGAS Quadra 613/614, Via L2 Sul - Asa Sul, Brasília - DF,
70200-730^b Professora Doutora no Departamento de Biomedicina no Centro Universitário Instituto de
Educação Superior de Brasília, Campus Edson Machado - DF. SGAS Quadra 613/614, Via
L2 Sul - Asa Sul, Brasília - DF, 70200-730

RESUMO

Introdução: O aumento do consumo de bebidas energéticas ricas em cafeína traz preocupação com relação aos seus potenciais efeitos nocivos. Embora haja pesquisas sobre os impactos dessas bebidas, ainda há uma lacuna ao explorar detalhadamente suas influências na saúde reprodutiva. Este estudo visa avaliar efeitos do consumo de bebidas energéticas ricas em cafeína em parâmetros relacionados à saúde reprodutiva masculina. **Metodologia:** Foi realizada uma revisão integrativa da literatura, utilizando estudos experimentais publicados entre 2015 e 2025. **Resultados:** Os resultados apontaram alterações como redução da massa testicular, alterações histológicas nos túbulos seminíferos e de epitélio germinativo, alterações endócrinas, alterações de qualidade espermática, alterações de perfil oxidativo e atrasos na maturação sexual quando consumidos na fase pré-púbere. Por outro lado, observou-se reversão dos efeitos negativos após a interrupção do consumo por, no mínimo, duas semanas. Um dos estudos analisados mostrou que, apesar de alterações nos parâmetros reprodutivos, não houve alteração na taxa de fertilidade. **Conclusão:** Os resultados indicam uma relação direta entre o consumo de energéticos e a saúde reprodutiva. Esses dados são particularmente importantes para pessoas que enfrentam diagnóstico de infertilidade e desejam entender quais mudanças de hábitos podem melhorar sua saúde reprodutiva. Mais estudos são necessários para avaliar os efeitos a longo prazo.

Palavras-chave: Saúde Reprodutiva; Infertilidade; Infertilidade Masculina; Bebidas Energéticas; Cafeína

ABSTRACT

Introduction: The increasing consumption of caffeine-rich energy drinks raises concerns regarding their potential harmful effects. Although research

exists on the impacts of these beverages, there remains a gap in exploring their influences on reproductive health in detail. This study aims to evaluate the effects of caffeine-rich energy drink consumption on parameters related to male reproductive health. **Methodology:** An integrative literature review was conducted using experimental studies published between 2015 and 2025. **Results:** The findings indicated changes such as reduced testicular mass, histological alterations in the seminiferous tubules and germinal epithelium, endocrine changes, alterations in sperm quality, changes in oxidative profile, and delays in sexual maturation when consumption occurred during the prepubertal phase. On the other hand, a reversal of negative effects was observed after cessation of consumption for at least two weeks. One of the analyzed studies showed that, despite changes in reproductive parameters, there was no alteration in fertility rates. **Conclusion:** The results indicate a direct relationship between energy drink consumption and reproductive health. These data are particularly important for individuals facing a diagnosis of infertility who wish to understand which lifestyle changes may improve their reproductive health. Further studies are necessary to assess long-term effects.

Keywords: Reproductive Health; Infertility; Male Infertility; Energy Drinks; Caffeine.

INTRODUÇÃO

A infertilidade é uma condição amplamente disseminada, caracterizada pela incapacidade de reprodução ou por uma redução na capacidade reprodutiva após 12 meses de relações sem contracepção (Zegers-Hochschild et al., 2017). Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) indicam que, globalmente, cerca de 17,5% das pessoas já enfrentaram a infertilidade em algum momento de suas vidas (OMS, 2023). Nas últimas quatro décadas, foi observado um aumento significativo na prevalência da infertilidade masculina, acompanhado de um declínio na contagem total de espermatozóides por ejaculado (Levine et al., 2023).

Diversos elementos, incluindo predisposições genéticas e fatores associados ao estilo de vida, como hábitos alimentares, têm sido vinculados à infertilidade masculina (Fainberg e Kashanian, 2019; Teixeira et al., 2018). Nesse contexto, os hábitos nutricionais desempenham papel importante na espermatogênese, afetando diretamente a qualidade espermática (Sehrawat et al., 2023). Uma das substâncias bastante presentes na dieta das pessoas é a cafeína, que pode estar presente em diversos tipos de bebida, como chás, refrigerantes, café e bebidas energéticas (Kumar et al., 2022).

As bebidas energéticas, classificadas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) como composto líquido pronto para o consumo, são comercializadas com o propósito de reduzir o cansaço, levando a um melhoramento do foco e aperfeiçoamento da energia física. Apesar de seu caráter de bebida funcional devido a altas concentrações de cafeína, as bebidas energéticas não seguem as mesmas normas regulatórias que suplementos, não havendo restrição na venda ou alertas de consumo (Sankararaman et al., 2018, ANVISA, 2018).

Tendo origem na década de 1960, as bebidas energéticas tiveram seu consumo aumentando entre os jovens ao longo dos últimos anos, o que levou a uma preocupação devido seus efeitos colaterais (Yonamine e Teng, 2019; Nadeem et al., 2020). Dentre eles, relatam-se desde adversidades leves como ansiedade, distúrbios gastrointestinais e taquicardia, até graves, como lesão renal aguda, convulsões, dentre outros (Constantino et al., 2023).

Diante desse cenário, o objetivo deste estudo é avaliar os efeitos do consumo de bebidas energéticas e de seu principal composto, a cafeína, em parâmetros relacionados à saúde reprodutiva masculina

METODOLOGIA

O presente estudo trata-se de uma revisão de literatura integrativa. O levantamento bibliográfico ocorreu nos meses de Julho a Setembro de 2025, com buscas estruturadas realizadas nas bases de dados “Pubmed Central”, “Biblioteca Virtual de Saúde BVS ” e “CAPES Periódicos”, sem restrição de idiomas, selecionando artigos publicados entre 2015 a 2025, utilizando-se os seguintes descritores a partir da busca nos Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): “Semen”, “Testis”, “Infertility” “Caffeine”, e “Energy Drinks”, que foram combinados com o conector Booleano AND. Foram realizadas as seguintes buscas estruturadas: “Energy drinks AND Semen”, “Energy drinks AND Infertility”, “Energy drinks AND testis”, “Caffeine AND Semen”, “Caffeine AND Infertility”, “Caffeine AND Testis”.

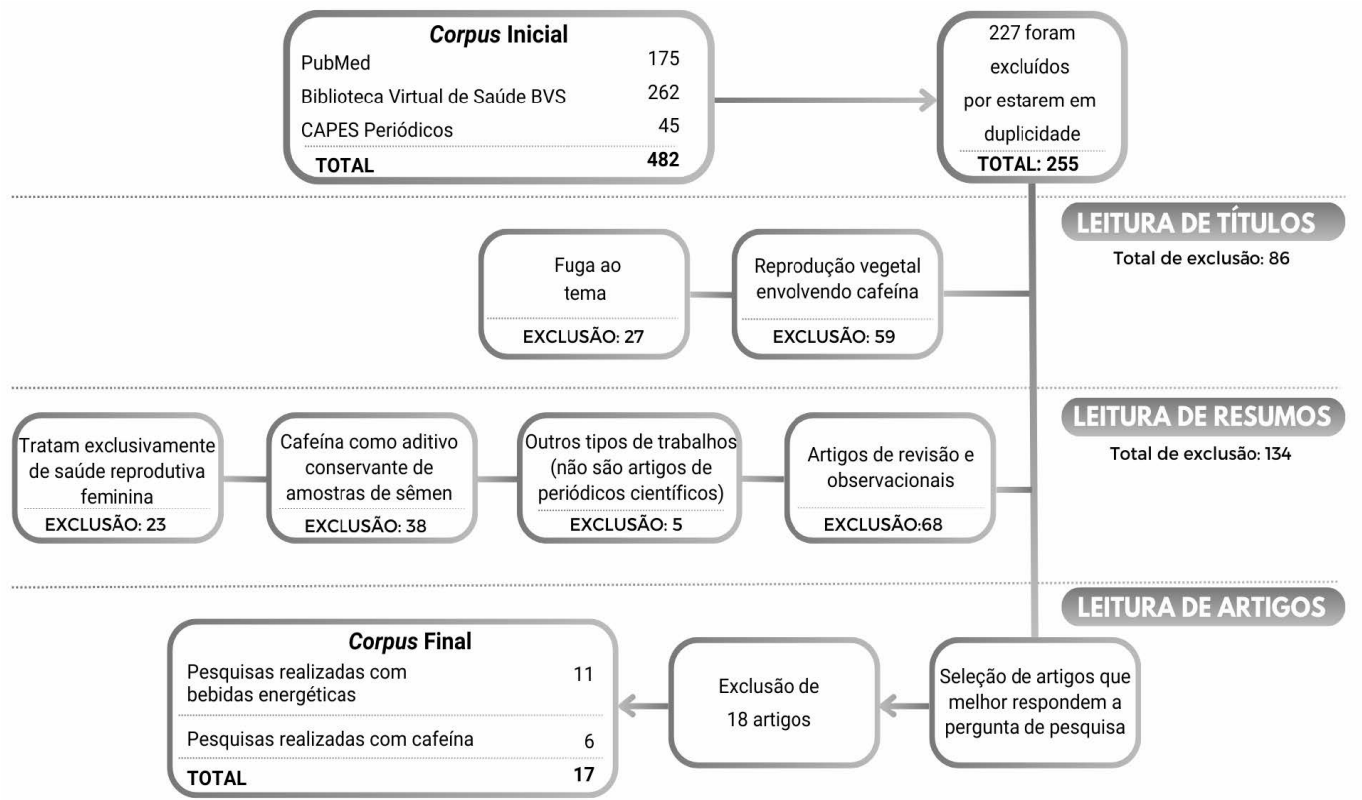
Os critérios de inclusão adotados foram: artigos publicados em periódicos, com metodologias experimentais, que abordassem diretamente a relação entre o consumo de cafeína ou bebidas energéticas e a saúde reprodutiva masculina.

Como critérios de exclusão, foram considerados: artigos que tratavam de reprodução vegetal, artigos que discutiam exclusivamente de saúde reprodutiva feminina, artigos que discorriam de cafeína como aditivo conservante de amostras de sêmen para criopreservação, transporte ou armazenamento, bem como dissertações, livros, artigos de revisão e artigos observacionais.

RESULTADOS

A partir da busca estruturada realizada nos bancos de dados, foram identificados 482 estudos. Após aplicar os critérios de exclusão selecionou-se 17 artigos (Figura 1) para o corpus de análise.

Figura 1: Fluxograma de seleção de artigos para a revisão.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2025

Entre os 17 artigos selecionados para a revisão, 11 tratavam exclusivamente de bebidas energéticas e 6 abordavam a cafeína de forma abrangente, citando as bebidas energéticas, mas realizando a pesquisa experimental apenas com cafeína.

Informações quanto ao título, autores, ano de publicação, objetivos e resultados foram organizadas em dois quadros, por ordem cronológica do mais recente ao mais antigo. O quadro 1 demonstra os artigos que discorriam exclusivamente sobre pesquisas realizadas com bebidas energéticas e o quadro 2 dispõe sobre pesquisas que foram realizadas com cafeína.

Quadro 1 - Características dos artigos científicos selecionados, segundo título, autores, ano de publicação, objetivo e resultados. Pesquisas com Bebidas energéticas.

ESTUDOS COM BEBIDAS ENERGÉTICAS			
Título	Autores	Ano	Resultados
Changes in biochemical and sperm parameters of rats drinking energy drinks.	Sarwar N. Jafar	2024	O consumo de energéticos reduziu a qualidade do esperma (contagem, motilidade, viabilidade e anormalidades), especialmente em altas concentrações, refletindo possíveis anormalidades na espermatogênese.
Energy Drink (Fearless) Effect on Sperm Parameters and Testicular Histology of Wistar rats	Nwakanma A.A.; Idaguko C.A.; Okafor S.R.; Amanjide F.O.	2023	O consumo de energético reduziu significativamente a contagem e motilidade dos espermatozoides de forma dose-dependente. As alterações morfológicas nos testículos variaram com a dose, com efeitos moderados em doses baixas e severos danos, como degeneração celular e congestão, em doses mais altas.
Ameliorating effect of blueberry consumption on energy drink-induced testicular damage in rats: histological and immunohistochemical study	Al-Shaikh T; Rajeh N	2023	A administração de Code Red® causou danos testiculares, com redução de testosterona, diminuição das enzimas antioxidantes, e aumento do Malondialdeído. Houve perda de células germinativas e degeneração dos túbulos seminíferos, agravados em doses altas, além de sinais de degeneração testicular precoce indicados pela caspase-3.
A comparative assessment of artificial and natural energy drinks in the epididymal and testicular milieu	Oyelowo O; Awosika O; Adesina T	2022	Bebidas energéticas artificiais e naturais reduziram níveis séricos de testosterona e atividades de enzimas testiculares, aumentaram anormalidades espermáticas e alteraram a integridade dos testículos e epidídimos, reduzindo a qualidade dos espermatozoides e de hormônios androgênicos.
Energy drinks and alcohol in a binge drinking protocol in Wistar rats: Male and female behavioral and reproductive effects.	Costa-Valle M; Gomes J; De Oliveira C; Scherer A; Franco De Oliveira S; Menezes R; Leal M; Romão P; Dallegrave E	2022	O consumo de cafeína aumentou a atividade locomotora em fêmeas e a memória de longo prazo em machos. As combinações de bebidas energéticas e álcool não alteraram os parâmetros reprodutivos.

Título	Autores	Ano	Resultados
Incomplete spermatogenesis, leukocytosis and thrombocytosis appeared with energy drink consumption in mice at differences consuming periods and concentrations	Jouda J; Al-Sudani A; Al-Jaff S	2019	Bebidas energéticas causaram um efeito tóxico nos testículos, o que pode afetar a atividade do sistema reprodutivo, a contagem de células sanguíneas e os órgãos hematopoiéticos. Esses efeitos foram mais pronunciados no grupo de camundongos que consumiu a bebida energética em alta concentração e por um longo período.
Histological and Physiological Studies on the Effects of Some Energy Drinks on Male Rats	Al-Eryani F; Kelany A; Amin H; Shazly H	2018	Foi observada degeneração do epitélio germinativo, edema intersticial, vasos sanguíneos dilatados e congestionados, diminuição dos níveis de glutatona e aumento dos níveis de malondialdeído. Os níveis de testosterona no soro também foram significativamente reduzidos.
Effects of energy drinks on biochemical and sperm parameters in Wistar rats	Schuchowsky E; Schaefer D; Salvador R; do Nascimento A; Til D; Senn A; Amaral V	2017	O consumo prolongado de bebidas energéticas reduziu significativamente a concentração de esperma, sem afetar a motilidade e a morfologia dos espermatozoides ou as funções hepática, cardíaca e renal.
Expression of transcription factor NF-KAPPA B/P65 and cyclooxygenase-2 (COX-2) in testicular damage induced by Red Bull energy drink in rat	Ahmed, Aly Mohamed	2016	O consumo de Red Bull® causou atrofia extensa e danos nos túbulos seminíferos, perda das células epiteliais germinativas e edema intersticial. A análise imuno-histoquímica revelou aumento significativo de NF-kB/p65 e COX-2 nos testículos, sugerindo que o consumo excessivo de Red Bull induz lesões testiculares por meio da regulação positiva desses marcadores.
Effects of Energy Drink on Sperm Morphology, Haematological Parametres and Behaviour of Adult Male Mice	Olaleru F; Odeigah P	2015	Aumento significativo nas anomalias da cabeça dos espermatozoides e alterações de parâmetros hematológicos.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2024

Quadro 2: Características dos artigos científicos selecionados, segundo título, autores, ano de publicação, objetivo e resultados. Pesquisas com cafeína.

ESTUDOS COM CAFEÍNA			
Título	Autores	Ano	Resultados
Co-administration of caffeine and caffeic acid alters some key enzymes linked with reproductive function in male rats	Akomolafe S; Akinyemi A; Oboh G; Oyeleye S; Ajayi O; Omonisi A; Owolabi F; Atoyebi D; Ige F; Atoki V	2018	Testes bioquímicos mostraram aumento no glicogênio e zinco testiculares, redução no colesterol, e elevação na atividade das enzimas esteroidogênicas. Houve ainda aumento do peso dos epidídimos e testículos.
The Effects of Caffeine on the Long Bones and Testes in Immature and Young Adult Rats	Kwak Y; Choi H; Roh J	2017	A cafeína reduziu o ganho de peso, diminuiu o comprimento e peso dos ossos longos e a massa testicular em ratos imaturos, e aumentou o peso das glândulas adrenais em ratos jovens adultos, com efeitos variando conforme a idade na exposição.
Dose- and time-related effects of caffeine on the testis in immature male rats	Bae J; Choi H; Choi Y; Roh J	2017	A exposição à cafeína reduziu o peso absoluto dos testículos, o tamanho dos túbulos seminíferos, a proliferação celular e a produção de testosterona, tudo de forma dose-dependente, sugerindo um atraso na maturação sexual.
Implication of caffeine consumption and recovery on the reproductive functions of adult male Wistar rats	Oluwole O; Salami S; Ogunwale E; Raji Y	2016	Redução de peso corporal, dos órgãos reprodutivos e a contagem de esperma, além de causar alterações nos níveis de LH e FSH e congestão testicular. Efeitos foram reversíveis após interrupção do consumo.
High doses of caffeine during the peripubertal period in the rat impair the growth and function of the testis	Park M; Choi Y; Choi H; Yim J; Roh J	2015	A cafeína reduziu o ganho de peso, o tamanho dos testículos, alterou a histologia testicular e diminuiu a produção de testosterona nas células de Leydig.
Dose-dependent effects of caffeine in human Sertoli cells metabolism and oxidative profile: Relevance for male fertility	Dias T; Alves M; Bernardino R; Martins A; Moreira A; Silva J; Barros A; Sousa M; Silva B; Oliveira P	2015	Em doses elevadas a cafeína levou a aumento da atividade de lactato desidrogenase para sustentar a produção de lactato, mas reduziu a capacidade antioxidante das células de Sertoli, causando um aumento no dano oxidativo das proteínas.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2025

DISCUSSÃO

As pesquisas que abordam efeitos das bebidas energéticas e da cafeína sobre a fertilidade masculina trazem diversos resultados quanto às alterações observadas, desde as mais estruturais, como mudanças na morfologia e nos tecidos testiculares, de espermatogênese e qualidade seminal até as bioquímicas, como a modulação hormonal e de perfis oxidativos. A seguir, serão discutidas separadamente as principais

alterações identificadas entre os autores.

Quanto à massa testicular

A massa testicular foi uma variável utilizada por diversos autores como indicador de disfunção reprodutiva. Sarwar (2023) e Jouda et al. (2019) relataram uma redução significativa dos testículos em suas pesquisas contrastando com o aumento observado na massa corporal total durante a intervenção com bebidas energéticas.

Por outro lado, Nwakanma et al. (2023) não observou variação significativa na massa testicular entre os grupos que consumiram diferentes doses de bebidas energéticas, embora tenha havido um aumento concomitante na massa corporal e testicular.

Costa-valle et al. (2023), Schuchowski et al. (2017) e Olaleru et al (2015) também analisaram a variação de massa dos testículos, mas não encontraram diferenças significativas após a intervenção.

Na pesquisa de Park et al. (2015), que foi realizada utilizando cafeína, foi relatada a redução de massa testicular acompanhada de redução de massa corpórea.

Nos estudos com cafeína, Kwak et al. (2017) também constatou a diminuição dos testículos quando comparado ao grupo controle, e relatou atraso de desenvolvimento gonadal quando a cafeína foi administrada a ratos sexualmente imaturos.

Seguindo uma linha de raciocínio diferente dos demais autores citados anteriormente, que consideraram que se há alteração na massa testicular há indícios de relação de causa-efeito com desfecho final de infertilidade, Akomolafe et al. (2018) relatou aumento no tamanho dos testículos e epidídimos após intervenção com cafeína isolada e combinada com ácido cafeico mas concluiu que esse aumento é indicativo de maior disponibilidade de andrógenos, indicando função testicular preservada e ativa.

No entanto, Al-Eryani et al. (2018), cuja pesquisa constatou aumento de volume de células intersticiais testiculares, argumenta que a hiperplasia tecidual na região testicular pode levar a aumento de fluxo sanguíneo, que por sua vez pode levar a aumento de temperatura e interferir negativamente na espermatogênese.

Quanto a alterações histológicas

Os estudos realizados sobre os efeitos das bebidas energéticas e da cafeína nos tecidos testiculares revelaram diversas alterações histológicas e estruturais nas células e tecidos, com implicações importantes para a espermatogênese e a saúde reprodutiva masculina. Ao comparar os achados entre os autores que investigaram os energéticos e aqueles que analisaram a cafeína, nota-se um padrão de danos teciduais e celulares associado à toxicidade dessas substâncias.

Os autores que investigaram os energéticos, como Sarwar (2024), documentaram alterações significativas nos túbulos seminíferos. Da mesma forma, Nwakanma et al. (2023) observou uma degeneração progressiva das células germinativas, com o aumento da dose de energéticos resultando em danos mais severos aos túbulos seminíferos e interrupção da espermatogênese.

Al-Shaikh et al. (2023) reforçou esses achados ao relatar a perda da camada germinativa e danos estruturais profundos nos tecidos testiculares, o que afetou diretamente a função reprodutiva.

Maksoud et al. (2023) foi outro autor que observou danos acentuados, incluindo vacuolização citoplasmática, núcleos picnóticos, e perda da integridade celular, indicando morte celular e apoptose

associada ao consumo prolongado de energéticos.

Jouda et al. (2019) e Al-Eryani et al. (2018) relataram alterações histológicas similares, com Jouda et al. (2019) destacando a espermatogênese incompleta e Al-Eryani et al. (2018) apontando a necrose e edema intersticial, sugerindo que os energéticos causam danos celulares que vão além das células germinativas, afetando também as células de Sertoli e a arquitetura testicular em geral.

Ahmed (2016) observou também atrofia testicular, perda de células germinativas e danos nos túbulos seminíferos, reforçando os efeitos adversos dos energéticos sobre os tecidos testiculares, indicando impactos na espermatogênese.

Entre autores que investigaram a cafeína, a pesquisa de Oluwole et al. (2016) relata congestão dos vasos sanguíneos intersticiais e congestão subcapsular severa no grupo que recebeu maiores doses de cafeína.

Este achado está em concordância com os de Bae et al. (2017), onde também houve congestão dos vasos sanguíneos. O autor descreve ainda a diminuição de incorporação de Bromodeoxyuridine (BrdU) que é usado para medir a proliferação celular.

Este achado indica a diminuição na atividade de células germinativas dos testículos e, portanto, a produção de esperma. Foram observadas também reduções significativas no diâmetro médio dos túbulos seminíferos e na altura do epitélio germinativo nos grupos alimentados com cafeína, sugerindo potenciais efeitos adversos nas estruturas testiculares.

Além disso, os túbulos seminíferos apresentaram tamanho irregular e formato distorcido, o que pode comprometer o processo de espermatogênese e a saúde geral dos testículos. Park et al. (2015) também relatou diminuição no diâmetro dos túbulos seminíferos e na altura do epitélio germinativo em ratos jovens, corroborando a ideia de que a cafeína afeta negativamente o desenvolvimento testicular.

Ao comparar esses achados, observa-se que tanto os energéticos quanto a cafeína resultam em danos significativos às estruturas testiculares, com efeitos negativos sobre a integridade celular e a função reprodutiva.

Em contraste, Schuchowski et al. (2017) e Dias et al. (2015), que investigaram energéticos e cafeína, respectivamente, não relataram alterações histológicas significativas, sugerindo que o tempo de exposição e a dose podem ser fatores relevantes para a manifestação de danos observáveis nos tecidos testiculares.

A pesquisa de Schuchowski et al. (2017) foi a com o maior período de exposição, com duração de 120 dias, porém com doses mais baixas que outros estudos de menor duração; enquanto a de Dias et al. (2015) foi feita *in vitro* com cultura de células de Sertoli humanas expostas a cafeína apenas durante 24 horas.

Quanto a hormônios sexuais

Dentre os estudos realizados com bebidas energéticas, a diminuição de níveis de testosterona sérica foi observada por Al-Shaikh et al. (2023) e Al-Eryani et al. (2018). Oyelowo et al. (2022) só observou diminuição de testosterona sérica nos grupos que ingeriram os chamados energéticos naturais, enquanto no grupo de consumo de energético artificial, que é a bebida usada pelos demais autores, foi detectado o aumento da testosterona. Por outro lado, Costa-valle et al. (2023) também realizou a dosagem sérica de testosterona e não encontrou alterações durante sua pesquisa.

Oyelowo et al. (2022) dosou também os níveis de hormônio luteinizante (LH) e hormônio-folículo

estimulante (FSH), que são hormônios produzidos pela hipófise e com ação em células-alvo nos testículos. Foi constatada diminuição de FSH e LH sem alterações.

Em estudos feitos com cafeína, o FSH e o LH também foram analisados por Akomolafe et al. (2018) e Oluwole et al. (2016). Akomolafe et al. (2018) detectou o aumento de FSH e LH e concomitante ao aumento de testosterona, enquanto Oluwole et al. (2016) relatou diminuição de FSH e LH em contraste com a testosterona, que teve aumento de níveis séricos.

Essa relação de aumento de testosterona com diminuição de FSH e LH detectada por Oluwole et al. (2016) e Oyelowo et al. (2022) é explicada por ambos como possível alteração no eixo hipotálamo-hipófise-gonadal, que funciona com controle de feedback negativo.

Quando os níveis de testosterona no sangue aumentam, a produção de LH e FSH diminui, pois, esses hormônios são regulados pela secreção de hormônio liberador de gonadotrofina (GnRH). As células de Leydig, responsáveis pela produção de testosterona, reduzem a necessidade de estímulo pelo LH quando a testosterona aumenta. A diminuição do FSH, que regula as células de Sertoli, sugere que a função destas células, essenciais para a espermatogênese, também está sendo modulada pela alta testosterona.

Em contraponto, Bae et al. (2017) e Park et al. (2015) referiram diminuição de testosterona ex vivo em células de Leydig estimuladas com LH, atribuindo o fato a dano celular limitando a função de síntese hormonal. Já Dias et al. (2015), que realizou estudo com cultura de células de Sertoli humanas e não notou padrão de alteração de secreção de proteínas ligadoras de andrógenos, concluiu que não houve alteração de sensibilidade ao FSH no grupo exposto à cafeína.

Quanto à qualidade espermática

Olaleru et al. (2015) relatou maior incidência de alterações de morfologia dos espermatozóides, sendo os amorfos e os do tipo pinhead (com a peça da cabeça menor que o normal) os mais observados, em alguns casos com ausência de acrossoma. Houve ainda diminuição na concentração de espermatozóides concomitante com o aumento de exposição e concentração da bebida energética. Similar a este resultado, Oluwole et al. (2016) observou a diminuição na concentração de espermatozóides e também a diminuição na motilidade progressiva, embora não tenha havido em sua pesquisa alterações de morfologia. Ainda com similaridades, Sarwar (2024) relatou diminuição na motilidade, vitalidade, e aumento da incidência de alterações morfológicas.

Em contrapartida, Oyelowo et al. (2022) encontrou aumento na motilidade e na concentração de espermatozóides que foram tratados com bebidas energéticas artificiais em comparação com o grupo controle, e a diminuição desses parâmetros foram observados apenas no grupo de consumo de energético natural a base de cana de açúcar.

Já Schuchowsky et al. (2017) analisou em seu estudo parâmetros de motilidade, morfologia e concentração, mas observou alteração apenas na concentração,

Diferente dos demais autores a pesquisar qualidade seminal que tiveram ao menos um parâmetro alterado, Costa-valle et al. (2023) não encontrou alterações de morfologia nem de concentração.

Quanto ao consumo de cafeína pré-púbere

As pesquisas de Kwak et al. (2017), Bae et al. (2017) e Park et al. (2015) buscaram ainda avaliar se o consumo de cafeína antes da puberdade traria efeitos relacionados à saúde reprodutiva em ratos macho.

Esses estudos foram realizados com o início da administração de cafeína a ratos com imaturidade sexual e divididos em grupos de controle e grupos expostos a diferentes doses de cafeína por um período determinado.

Kwak et al. (2017) concluiu que a exposição à cafeína antes da maturação sexual trouxe diferenças de sensibilidade metabólica, com subdesenvolvimento dos testículos.

Park et al. (2015) pontua a possibilidade de interrupção de secreção de testosterona endógena e redução de sensibilidade das células de Leydig a hormônio GnRH (hormônio liberador de gonadotrofina).

Em concordância, Bae et al. (2017) também cita a interferência da cafeína na produção de testosterona nas células de Leydig, e conclui que houve atraso na maturação sexual, observáveis desde dosagens mais baixas de cafeína e crescente conforme progressão da administração durante a pesquisa.

Quanto ao perfil oxidativo

Os achados da pesquisa destacam uma interação significativa entre o estresse oxidativo, espécies reativas de oxigênio (ROS) e apoptose (Ahmed, 2015).

Em concordância, Akomolafe et al. (2018) enfatiza o dano oxidativo aos espermatozoides frequentemente coexiste com uma redução na capacidade antioxidante, o que agrava os efeitos prejudiciais dos radicais livres, potencialmente levando à oligospermia e infertilidade.

Da mesma forma, Dias et al. relatou que concentrações elevadas de cafeína induzem estresse oxidativo nas células de Sertoli humanas (hSCs), resultando em aumento da carbonilação de proteínas, um marcador de dano oxidativo, o que também pode contribuir para a apoptose de células germinativas imaturas.

A elevação dos níveis de malondialdeído (MDA), outro marcador de estresse oxidativo, foi observada por Al-Eryani et al. (2023), reforçando ainda mais a noção de que o estresse oxidativo pode levar a danos teciduais nos testículos com o consumo prolongado de bebidas energéticas. Coletivamente, esses achados ressaltam os efeitos prejudiciais do desequilíbrio oxidativo na integridade celular e na função reprodutiva, ilustrando como o aumento dos níveis de ROS pode atuar tanto como marcadores quanto mediadores da apoptose induzida por estresse oxidativo em diversos tipos celulares.

Em outro achado, Ahmed (2015) destaca que os marcadores NF- κ B/p65 (Fator Nuclear Kappa B, subunidade p65) e COX-2 (ciclooxigenase) estão diretamente associados ao estresse oxidativo e à inflamação, ambos ativados em resposta ao aumento de espécies reativas de oxigênio (ROS). O NF- κ B/p65, quando ativado pelo estresse oxidativo, promove a transcrição de genes inflamatórios, como a COX-2, que é responsável pela produção de prostaglandinas inflamatórias.

No caso dos testículos, o consumo excessivo de bebidas energéticas resultou em uma regulação positiva desses marcadores, sugerindo que o estresse oxidativo induzido pela bebida desencadeia uma resposta inflamatória significativa, levando a danos teciduais, apoptose e prejuízo à função germinativa.

Sobre atividade apoptótica, Al-Shaikh et al. (2023) menciona também o aumento de caspase-3 em seus resultados. A caspase-3 está associada à apoptose e é ativada pelo estresse oxidativo. O aumento de malondialdeído (MDA) e a diminuição das enzimas antioxidantes levaram ao aumento da ativação da caspase-3, que resulta em atividade apoptótica acelerada das células germinativas.

Quanto a reversibilidade de efeitos

Embora os efeitos do consumo de bebidas energéticas e cafeína na saúde reprodutiva sejam abrangentes, Maksoud et al. (2023) e Al-Eryani et al. (2018) demonstraram que os achados nas pesquisas são também reversíveis. Maksoud et al. (2023) utilizou como tratamento o ômega-3 que foi descrito como antioxidante e utilizado visando reverter os efeitos de stress oxidativo descritos em sua pesquisa. Após 3 meses de tratamento foi concluído que o fármaco teve efeito protetivo nos testículos.

Já Al-Eryane et al. (2018) observou que em duas semanas após cessar a administração de bebida energética, não foi mais possível detectar alterações histológicas.

Embora Oluwole et al. (2016) não tenha investigado especificamente a reversibilidade das alterações, foi observado que, apesar das mudanças histológicas, hormonais e na qualidade espermática após 30 dias de administração de cafeína, não houve comprometimento da taxa de fertilidade. Todos os animais conseguiram produzir prole, no entanto as ninhadas foram menores e com massa corporal individual inferior em comparação ao grupo controle negativo.

CONCLUSÃO

A pesquisa indica que há relação direta entre o consumo de bebidas energéticas ricas em cafeína e a saúde reprodutiva masculina. Os resultados da revisão demonstram variedades de achados relacionados à saúde reprodutiva masculina, que foram categorizadas quanto a massa testicular, histologia, endócrinos, qualidade espermática, efeitos de administração pré-púbere, perfil oxidativo e reversibilidade de efeitos após interrupção de exposição.

Dentre os 17 artigos revisados, apenas um não relatou nenhuma alteração. Destacou-se como categoria de alteração mais avaliada e de maior incidência a que tem relação com a micro-arquitetura testicular e influências na espermatogênese. O atraso de maturação sexual e atrofia testicular observados nos estudos com ratos pré-púberes são achados importantes que reforçam a influência de bebidas com altos níveis de cafeína na histologia testicular.

As diferenças de metodologias aplicadas com variedades de dosagens e de tempo de exposição tornam difícil determinar o quanto esses efeitos viriam a atingir um indivíduo que consuma bebidas energéticas frequentemente, mas não diariamente. Não foi possível inferir qual seria uma frequência segura ou qual seria o tempo de exposição que levaria a prejuízos que de fato impediriam a reprodução.

Apesar de ser possível relacionar as bebidas energéticas ricas em cafeína a problemas de saúde reprodutiva masculina, não foi observado por nenhum estudo alterações que diminuíssem a capacidade reprodutiva ao ponto de gerar infertilidade propriamente dita.

Portanto, os resultados discutidos nesta pesquisa são particularmente importantes para pessoas que enfrentam o diagnóstico de infertilidade e desejam entender quais mudanças de estilo de vida podem melhorar a sua saúde reprodutiva.

Para determinar a segurança de frequência de consumo com relação à fertilidade, seriam necessárias mais pesquisas de longo prazo que emulem doses similares a hábitos encontrados entre os consumidores.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores declaram não haver conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

- AHMED, A. M. Expression of transcription factor NF-KAPPA B/P65 and cyclooxygenase-2 (COX-2) in testicular damage induced by Red Bull energy drink in rat. **International Journal Of Advanced And Applied Sciences**, v. 3, n. 10, p. 49–56, 15 out. 2016. DOI: <https://doi.org/10.21833/ijaas.2016.10.009>.
- AKOMOLAFE, S. F; AKINYEMI A; OBOH G; OYELEYE S; AJAYI O; OMONISI A; OWOLABI F; ATOYEBI D; IGE F; ATOKI V. Co-administration of caffeine and caffeic acid alters some key enzymes linked with reproductive function in male rats. **Andrologia**, v. 50, n. 2, p. e12839, mar. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1111/and.12839>. DOI: <https://doi.org/10.1111/jphp.13142>.
- AL-ERYANI, F. S; KELANY A; AMIN H; SHAZLY H. Histological and Physiological Studies on the Effects of Some Energy Drinks on Male Rats. **International Journal of Pharmaceutical Research & Allied Sciences**, v. 7, n. 1, p. 165–176, 2018. ISSN : 2277-3657.
- AL-SHAikh, T. M.; RAJEH, N. A. Ameliorating effect of blueberry consumption on energy drink-induced testicular damage in rats: histological and immunohistochemical study. **The Journal of Basic and Applied Zoology**, v. 84, n. 1, p. 9, 6 mar. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41936-023-00330-0>.
- BAE, J; CHOI H; CHOI Y; ROH J. Dose- and time-related effects of caffeine on the testis in immature male rats. **Experimental Animals**, v. 66, n. 1, p. 29–39, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1538/expanim.16-0060>.
- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. **Instrução normativa-IN nº 28, de 26 de julho de 2018**. Estabelece as listas de constituintes, de limites de uso, de alegações e de rotulagem complementar dos suplementos alimentares. Diário Oficial da União, Poder Executivo, DF, Brasília, v. 2018, n. 2, 2018. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3898888/IN_28_2018_COMP.pdf/db9c7460-ae66-4f78-8576-dfd019bc9fa1#:~:text=Estabelece%20as%20listas%20de%20constituintes,e%20IV%2C%20aliado%20ao%20art
- COSTANTINO, A.; MAIESE, A.; LAZZARI, J.; CASULA, C.; TURILLAZZI, E.; FRATI, P.; FINESCHI, V. The dark side of energy drinks: a comprehensive review of their impact on the human body. **Nutrients**, v. 15, n. 18, p. 3922, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu15183922>.
- COSTA-VALLE, M. T; GOMES J; DE OLIVEIRA C; SCHERER A; FRANCO DE OLIVEIRA S; MENEZES R; LEAL M; ROMÃO P; DALLEGRAVE E. Energy drinks and alcohol in a binge drinking protocol in Wistar rats: Male and female behavioral and reproductive effects. **Pharmacol Biochem Behav**, v. 221, p. 173487, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2022.173487>.
- DIAS, T; Alves M; Bernardino R; Martins A; Moreira A; Silva J; Barros A; Sousa M; Silva B; Oliveira P. Dose-dependent effects of caffeine in human Sertoli cells metabolism and oxidative profile: Relevance for male fertility. **Toxicology**, v. 328, p. 12–20, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tox.2014.12.003>.
- FAINBERG, Jonathan; KASHANIAN, James A. Recent advances in understanding and managing male infertility. **F1000Research**, v. 8, 2019. DOI: <https://doi.org/10.12688/f1000research.17076.1>.
- JOUDA, J.; AL-SUDANI, A. J.; AL-JAFF, S. H. K. Incomplete spermatogenesis, leukocytosis and thrombocytosis appeared with energy drink consumption in mice at differences consuming periods and concentrations. **Advances in Animal and Veterinary Sciences**, v. 7, n. 5, p. 356–360, 2019. DOI: <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2019/7.5.356.360>.
- KUMAR, M.; ZILATE, S.; GUPTA, C. Effect of Stress and Caffeine on Male Infertility. **Cureus**, 2022.

DOI: <https://doi.org/10.7759/cureus.28487>.

KWAK, Y.; CHOI, H.; ROH, J. The Effects of Caffeine on the Long Bones and Testes in Immature and Young Adult Rats. **Toxicological Research**, v. 33, n. 2, p. 157–164, 15 abr. 2017. DOI: <https://doi.org/10.5487/TR.2017.33.2.157>.

LEVINE, Hagai; JØRGENSEN, Nielsen; MARTINO-ANDRADE, Anderson; MENDIOLA, Jaime; WEKSLER-DERRI, Dan; JOLLES, Maya; PINOTTI, Rachel; SWAN, Shanna H. Temporal trends in sperm count: a systematic review and meta-regression analysis of samples collected globally in the 20th and 21st centuries. **Human reproduction update**, v. 29, n. 2, p. 157-176, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1093/humupd/dmac035>.

MAKSoud MANGOUD R. ; EL-AZIZ EL-DEEB S; EL-KHALEK MAHDY A; EL-HANAFY H. The potential role of omega-3 on the effect of the energy drinks on testis of adult male albino rats: a histological and immunohistochemical study. **Tanta Medical Journal**, v. 51, n. 1, p. 67–75, jan. 2023. DOI: https://doi.org/10.4103/tmj.tmj_27_22.

NADEEM, Ibrahim M; SHANMUGARAJ, Ajaykumar; SAKHA, Seaher; HORNER, Nolan S; AYENI, Olufemi R.; KHAN, Moin. Energy drinks and their adverse health effects: a systematic review and meta-analysis. **Sports health**, v. 13, n. 3, p. 265-277, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1177/1941738120949181>.

N JAFAR, S. Changes in biochemical and sperm parameters of rats drinking energy drinks. **Cell Mol Biol (Noisy-le-grand)**, v. 70, n. 2, p. 212–216, 2024. DOI: <https://doi.org/10.14715/cmb/2024.70.2.30>.

NWAKANMA, AIDAGUKO C; OKAFOR S; AMANJIDE F. Energy Drink (Fearless) Effect on Sperm Parameters and Testicular Histology Energy Drink (Fearless) Effect on Sperm Parameters and Testicular Histology of Wistar rats. **Journal of Experimental and Clinical Anatomy**, v. 20, n. 2, p. 1–7, 2023. DOI: <https://doi.org/10.4314/jeca.v20i2.1>.

OLALERU, F.; ODEIGAH, P. Effects of Energy Drink on Sperm Morphology, Haematological Parametres and Behaviour of Adult Male Mice. **Annual Research & Review in Biology**, v. 6, n. 5, p. 288–296, 2015. DOI: <https://doi.org/10.9734/ARRB/2015/13573>.

OLUWOLE, O. F; OLUWOLE O; SALAMI S; OGUNWOLE E; RAJI Y. Implication of caffeine consumption and recovery on the reproductive functions of adult male Wistar rats. **Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology**, v. 27, n. 5, p. 483–491, 1 set. 2016. DOI: <https://doi.org/10.1515/jbcpp-2015-0134>.

OMS, Organização Mundial da Saúde. **Infertility prevalence estimates, 1990–2021**. Geneva: World Health Organization. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO, 2023. Disponível em: <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/366700/9789240068315-eng.pdf>. Acesso em set. 2024.

OYELOWO, O. T.; AWOSIKA, O. I.; ADESINA, T. H. A comparative assessment of artificial and natural energy drinks in the epididymal and testicular milieu. **Studia Universitatis Babes-Bolyai Biologia**, v. 67, n. 2, p. 15–33, 2022. DOI: <https://doi.org/10.24193/subbbiol.2022.2.02>.

PARK, M; CHOI Y; CHOI H; YIM J; ROH J. High doses of caffeine during the peripubertal period in the rat impair the growth and function of the testis. **International Journal of Endocrinology**, v. 2015, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1155/2015/368475>.

SANKARARAMAN, S.; SYED, W.; MEDICI, V.; SFERRA, T. J.. **Impact of energy drinks on health and well-being**. **Current nutrition reports**, v. 7, p. 121-130, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13668->

018-0231-4.

SCHUCHOWSKY, Eduardo; SHAEFER, David; SALVADOR, Rafael Alonso; NASCIMENTO, Anna Elisa do; TIL, David; SENN, Alfred Paul; AMARAL, Vera Lucia lãngaro. Effects of energy drinks on biochemical and sperm parameters in Wistar rats. **Nutrire**, v. 42, n. 1, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1186/s41110-017-0047-9>.

SEHRAWAT, N; SHARMA U; YADAV M; SHARMA V; DEY A; EMRAN T; SHARMA A; DHAMA K. Dietary patterns and fertility status in men: Mediterranean diet does make a difference in ameliorating the rise in male infertility problems due to changing lifestyle. **International journal of surgery (London, England)**, v. 109, n. 3, p. 564–567, 1 mar. 2023. DOI: <http://dx.doi.org/10.1097/JS9.0000000000000158>.

SUBAIEA, G. M.; ALTEBAINAWI, A. F.; ALSHAMMARI, T. M. Energy drinks and population health: Consumption pattern and adverse effects among Saudi population. **BMC Public Health**, v. 19, n. 1, 21 nov. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-019-7731-z>.

TEIXEIRA, Maria Yasmin Paz; CUNHA, Luana Mara Silva de Castro Pacheco da; COSTA, André Luiz Eigenheer da; TORQUATO FILHO, Sebastião Evangelista; MACHADO, Soraia Pinheiro; MAIA, Carla Soraya Costa. Componentes do estilo de vida associados à infertilidade masculina. **Revista Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria**, v. 38, n. 3, 2018. DOI: <https://doi.org/10.12873/383paz>.

YONAMINE, Maurício; TENG, Tatiana K. O consumo de bebidas energéticas e seus efeitos à saúde. **RevSALUS-Revista Científica Internacional da Rede Acadêmica das Ciências da Saúde da Lusofonia**, v. 1, n. 2, p. 61-66, 2019. DOI: <https://doi.org/10.51126/revsalus.v1i2.121>.

ZEGERS-HOCHSCHILD, F.; ADAMSON, G. D.; DYER, S.; RACOWSKY, C.; DE MOUZON, J.; SOKOL, R.; RIENZI, L.; SUNDE, A.; SCHMIDT, L.; COOKE, I. D.; SIMPSON, J. L.; VAN DER POEL, S. The international glossary on infertility and fertility care, 2017. **Human reproduction**, v. 32, n. 9, p. 1786-1801, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2017.06.005>.