

UROLITINA A NA NUTRIÇÃO ESPORTIVA: AGENTE ERGOGÊNICO OU MODULADOR DA RECUPERAÇÃO MUSCULAR? UMA REVISÃO CRÍTICA DAS EVIDÊNCIAS EM ATLETAS

**UROLITHIN A IN SPORTS NUTRITION: ERGOGENIC AID OR MODULATOR
OF MUSCLE RECOVERY? A CRITICAL REVIEW OF THE EVIDENCE IN
ATHLETES**

Ciências da Saúde • 18/10/2026

REGISTRO DOI: [10.70773/revistatopicos/792267027](https://doi.org/10.70773/revistatopicos/792267027)

Thales Ignacio Colina de Oliveira¹

Carlos Alexandre Fett²

Lívia Claro Mathias³

Nicolas Carlos Nunes Rondon⁴

Raphaelle Aquino Castrillo Reiners Gahyva⁵

RESUMO

O estudo analisa criticamente o papel da urolitina A na nutrição esportiva, com ênfase na distinção entre efeito ergogênico direto e modulação da recuperação muscular. O objetivo foi avaliar se a suplementação com urolitina A melhora de forma consistente o desempenho físico de atletas ou se seus principais efeitos se concentram em mecanismos relacionados à função mitocondrial, fadiga e recuperação pós-exercício. Realizou-se uma revisão integrativa da literatura, de caráter crítico, com busca estruturada em bases científicas e síntese narrativa das evidências, considerando estudos com atletas e indivíduos sistematicamente treinados, além de evidências translacionais relevantes. Os estudos esportivos demonstraram resultados heterogêneos, com benefícios pontuais sobre força isométrica, resistência muscular, capacidade intermitente e salto, mas sem efeito consistente sobre força máxima, sprint, potência ou desempenho específico de corrida. Em contrapartida, observaram-se resultados mais coerentes em marcadores associados à recuperação, percepção de esforço, dano muscular e vias mitocondriais e inflamatórias. Conclui-se que a urolitina A apresenta maior sustentação científica como moduladora da recuperação muscular e da homeostase mitocondrial do que como agente ergogênico estabelecido, permanecendo necessária a realização de ensaios maiores, independentes e metodologicamente robustos.

Palavras-chave: Urolitina A; Nutrição esportiva; Desempenho atlético; Recuperação muscular; Mitofagia.

ABSTRACT

The study critically analyzes the role of urolithin A in sports nutrition, emphasizing the distinction between a direct ergogenic effect and modulation of muscle recovery. The objective was to assess whether

urolithin A supplementation consistently improves physical performance in athletes or whether its main effects are concentrated on mechanisms related to mitochondrial function, fatigue, and post-exercise recovery. An integrative and critical literature review was conducted using a structured search of scientific databases and a narrative synthesis of the evidence, including studies involving athletes and systematically trained individuals, as well as relevant translational evidence. Sports studies showed heterogeneous results, with specific benefits for isometric strength, muscular endurance, intermittent exercise capacity, and jump performance, but without consistent effects on maximal strength, sprint performance, power, or sport-specific running performance. In contrast, more consistent findings were observed for markers related to recovery, perceived exertion, muscle damage, and mitochondrial and inflammatory pathways. It is concluded that urolithin A currently has stronger scientific support as a modulator of muscle recovery and mitochondrial homeostasis than as an established ergogenic aid, and larger, independent, and methodologically robust trials are still required.

Keywords: Urolithin A; Sports nutrition; Athletic performance; Muscle recovery; Mitophagy.

1. INTRODUÇÃO

A nutrição esportiva ocupa papel relevante na otimização do desempenho físico, da adaptação ao treinamento e da recuperação pós-exercício, incluindo o uso criterioso de suplementos nutricionais e compostos bioativos. Apesar da ampla disponibilidade de produtos comercializados com alegações ergogênicas, apenas uma parcela apresenta evidências consistentes quanto à eficácia e à aplicabilidade em atletas, o que reforça a necessidade de avaliação

científica rigorosa antes de sua incorporação à prática esportiva (Maughan et al., 2018). Nesse contexto, compostos capazes de atuar sobre a função mitocondrial, a resistência à fadiga e os processos de recuperação muscular têm despertado crescente interesse, especialmente por seu potencial de influenciar tanto as adaptações fisiológicas ao treinamento quanto desfechos relacionados ao desempenho.

Entre esses compostos, destaca-se a urolitina A, metabólito produzido a partir da transformação, pela microbiota intestinal, do ácido elágico e dos elagitaninos presentes em alimentos como romã, frutas vermelhas e algumas oleaginosas. Sua relevância biológica tem sido associada principalmente à modulação da mitofagia, processo seletivo responsável pela remoção de mitocôndrias danificadas ou disfuncionais e pela manutenção da qualidade mitocondrial. Em modelos experimentais, a urolitina A demonstrou estimular vias relacionadas à renovação mitocondrial e promover melhora da função muscular e da capacidade física, estabelecendo plausibilidade biológica para sua investigação em humanos (Ryu et al., 2016). Posteriormente, estudos clínicos demonstraram que sua administração oral é biodisponível e capaz de induzir alterações moleculares compatíveis com modulação do metabolismo mitocondrial no músculo esquelético (Andreux et al., 2019).

As primeiras investigações clínicas concentraram-se predominantemente em indivíduos de meia-idade e idosos, populações nas quais alterações progressivas da função mitocondrial e muscular contribuem para redução da capacidade funcional. Em adultos idosos, a suplementação com urolitina A foi associada a melhora de determinados parâmetros de resistência

muscular e a modificações favoráveis em biomarcadores metabólicos e inflamatórios, embora nem todos os desfechos funcionais avaliados tenham diferido significativamente do placebo (Liu et al., 2022). De forma semelhante, em adultos de meia-idade foram observadas melhorias em variáveis relacionadas à força muscular e à saúde mitocondrial, sem benefício uniforme em todos os indicadores de desempenho analisados (Singh et al., 2022). Esses achados ampliaram o interesse pela aplicação da urolitina A no exercício físico, mas também evidenciaram que alterações moleculares ou funcionais favoráveis não necessariamente se traduzem em efeito ergogênico direto.

No contexto esportivo, as evidências ainda são recentes e apresentam resultados heterogêneos. Em indivíduos treinados em exercícios resistidos, a suplementação com urolitina A foi associada a melhorias em determinados parâmetros de força isométrica e resistência muscular, embora alguns desfechos clássicos de força máxima não tenham apresentado diferenças significativas em relação ao placebo (Zhao et al., 2024). Em corredores altamente treinados, foram observadas alterações relacionadas à percepção de esforço, marcadores de dano muscular e vias moleculares envolvidas na função mitocondrial e na resposta inflamatória, sem demonstração consistente de melhora no desempenho específico de corrida (Whitfield et al., 2025). Em jogadores de futebol, resultados preliminares também apontaram benefícios em determinados testes de capacidade intermitente e potência de membros inferiores, enquanto outros indicadores de desempenho permaneceram inalterados (Monsalve Acevedo et al., 2025). Em conjunto, esses achados sugerem que os possíveis efeitos da urolitina A podem não ocorrer de forma homogênea entre diferentes modalidades esportivas e desfechos fisiológicos.

Essa heterogeneidade evidencia uma lacuna relevante na literatura. Embora a urolitina A apresente plausibilidade biológica para atuar sobre qualidade mitocondrial, resistência à fadiga, inflamação e recuperação muscular, ainda não está estabelecido se essas respostas se traduzem em melhora direta, consistente e clinicamente relevante do desempenho esportivo. A distinção entre efeito ergogênico e efeito modulador da recuperação é particularmente importante, uma vez que modificações favoráveis em biomarcadores, função mitocondrial ou tolerância ao exercício não implicam necessariamente melhora de força, potência, velocidade, resistência ou desempenho competitivo. Além disso, o reduzido número de ensaios conduzidos especificamente em atletas, aliado às diferenças entre modalidades, protocolos de treinamento, duração das intervenções, doses utilizadas e desfechos analisados, limita a generalização dos resultados e dificulta a definição do real papel da urolitina A na nutrição esportiva.

A presente revisão justifica-se, portanto, pela necessidade de integrar criticamente as evidências mecanísticas, clínicas e esportivas disponíveis, diferenciando respostas relacionadas à recuperação muscular e à função mitocondrial de efeitos verdadeiramente ergogênicos. Do ponto de vista teórico, essa análise pode contribuir para maior precisão na compreensão dos mecanismos de ação e dos limites das evidências existentes; do ponto de vista prático, pode auxiliar nutricionistas, médicos, profissionais do esporte e pesquisadores na interpretação criteriosa do potencial uso da urolitina A em atletas, evitando a extrapolação de achados obtidos em populações não esportivas ou em desfechos exclusivamente bioquímicos. Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo analisar criticamente as evidências disponíveis acerca dos efeitos da suplementação com urolitina A

sobre o desempenho físico e a recuperação muscular em atletas, buscando determinar se seus potenciais benefícios apresentam maior sustentação como efeito ergogênico direto ou como modulação dos processos fisiológicos associados à recuperação muscular e à função mitocondrial.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA OU REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Urolitina a: Origem, Metabolismo e Variabilidade Interindividual

A urolitina A (UA) pertence ao grupo das urolitinas, metabólitos produzidos pela microbiota intestinal a partir de elagitaninos e ácido elágico presentes em alimentos de origem vegetal, especialmente romã, nozes e determinadas frutas vermelhas. Os elagitaninos apresentam baixa biodisponibilidade em sua forma original e, após hidrólise no trato gastrointestinal, liberam ácido elágico, que pode ser submetido a sucessivas transformações microbianas, incluindo abertura do anel lactônico e reações de descarboxilação e desidroxilação, originando diferentes urolitinas. Essas moléculas apresentam maior capacidade de absorção do que seus precursores e podem ser detectadas na circulação e em diferentes tecidos, predominantemente sob formas conjugadas, como glicuronídeos e sulfatos (García-Villalba et al., 2022).

A capacidade de produzir urolitinas a partir de precursores alimentares, entretanto, não é uniforme entre os indivíduos. A composição funcional da microbiota intestinal permite a classificação em diferentes metabótipos: o metabótipo A caracteriza-se predominantemente pela produção de urolitina A; o metabótipo B apresenta produção de urolitina A associada à

isourolitina A e à urolitina B; e o metabótipo 0 corresponde aos indivíduos nos quais não é detectada produção relevante desses metabólitos. Essa variabilidade interindividual significa que a ingestão da mesma quantidade de elagitaninos ou ácido elágico não necessariamente resulta em exposição sistêmica equivalente à UA, constituindo um aspecto importante na interpretação de intervenções alimentares baseadas apenas no consumo de seus precursores (García-Villalba et al., 2022).

Essa característica adquiriu particular relevância para a investigação da UA como suplemento nutricional. A administração direta do metabólito permite contornar, ao menos parcialmente, a dependência da conversão microbiana dos elagitaninos e produzir exposição sistêmica mais previsível. No primeiro ensaio clínico em humanos, Andreux et al. (2019) demonstraram que a UA administrada oralmente foi detectável no plasma e apresentou perfil favorável de tolerabilidade. Doses repetidas de 500 e 1.000 mg/dia durante quatro semanas também produziram modificações em acilcarnitinas plasmáticas e na expressão de genes relacionados à função mitocondrial no músculo esquelético, fornecendo evidência inicial de que a suplementação direta poderia produzir efeitos biológicos mensuráveis em humanos.

Do ponto de vista da nutrição esportiva, essa distinção entre produção endógena e suplementação direta é relevante porque permite separar dois fenômenos distintos: os possíveis benefícios associados ao consumo de alimentos ricos em elagitaninos e os efeitos decorrentes de doses padronizadas de UA. Portanto, resultados obtidos com suplementação isolada não devem ser automaticamente extrapolados para o consumo de romã, frutas vermelhas ou oleaginosas, da mesma forma que a ingestão desses

alimentos não garante concentrações equivalentes às utilizadas nos ensaios clínicos.

2.2. Urolitina a, Mitofagia e Controle de Qualidade Mitocondrial

O músculo esquelético apresenta elevada demanda energética e depende de uma população mitocondrial funcional para manutenção da produção de adenosina trifosfato, oxidação de substratos e resposta às alterações metabólicas impostas pelo exercício. A manutenção dessa rede envolve processos integrados de biogênese mitocondrial, fusão, fissão e degradação seletiva de organelas disfuncionais. Entre esses mecanismos, a mitofagia corresponde à remoção seletiva de mitocôndrias danificadas por meio do sistema autofágico-lisossomal, constituindo um dos principais componentes do controle de qualidade mitocondrial (Faitg et al., 2024).

A UA ganhou relevância científica principalmente após a demonstração de sua capacidade de estimular a mitofagia em modelos experimentais. Ryu et al. (2016) identificaram a UA como um composto capaz de induzir esse processo *in vitro* e *in vivo*. Em *Caenorhabditis elegans*, a intervenção reduziu o acúmulo de mitocôndrias disfuncionais e preservou parâmetros de atividade durante o envelhecimento, enquanto experimentos em roedores demonstraram aumento da capacidade de exercício em modelos de declínio muscular relacionado à idade e também em animais jovens. Esses resultados constituíram a principal base mecanística para a posterior investigação da substância em humanos (Ryu et al., 2016).

Estudos experimentais posteriores relacionaram a ação da UA a mecanismos envolvidos no reconhecimento e na remoção de

mitocôndrias comprometidas, incluindo sinalização associada ao eixo PTEN-induced kinase 1/Parkin, frequentemente denominado PINK1/Parkin. Entretanto, a demonstração de um mecanismo celular em modelos animais ou celulares não implica que a mesma via seja necessariamente responsável pelos efeitos observados após suplementação em seres humanos. A revisão sistemática mais recente sobre o tema destaca que a ativação da mitofagia apresenta forte sustentação pré-clínica, mas ainda não pode ser considerada um mecanismo causal definitivamente confirmado para os efeitos funcionais observados nos ensaios clínicos (Dao et al., 2026).

Essa distinção é particularmente importante no contexto esportivo. Embora a melhora da eficiência do controle de qualidade mitocondrial apresente plausibilidade para favorecer o metabolismo muscular, resistência à fadiga e adaptação ao treinamento, a mitofagia não deve ser interpretada como sinônimo de biogênese mitocondrial ou, isoladamente, como evidência de melhora do desempenho. A adaptação muscular ao exercício resulta da interação entre múltiplos processos de síntese, degradação, remodelamento e sinalização metabólica, razão pela qual alterações em marcadores mitocondriais constituem evidência mecanística intermediária e não um desfecho ergogênico por si só.

2.3. Evidências Translacionais Sobre Função Muscular em Humanos

A transição dos achados experimentais para estudos em humanos ocorreu inicialmente em populações de meia-idade e idosos, nas quais o comprometimento progressivo da função mitocondrial e da capacidade muscular oferece um modelo clínico favorável à identificação de possíveis benefícios da intervenção. O ensaio de

fase inicial conduzido por Andreux et al. (2019) demonstrou segurança, biodisponibilidade e alterações moleculares compatíveis com modulação da função mitocondrial após quatro semanas de suplementação, mas não foi delineado para demonstrar efeito ergogênico.

Posteriormente, Liu et al. (2022) investigaram 1.000 mg/dia de UA durante quatro meses em adultos idosos. Embora não tenham sido observadas diferenças significativas nos desfechos primários de distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos e produção máxima de ATP nos músculos da mão, foram identificados efeitos favoráveis em desfechos secundários relacionados à resistência muscular e a biomarcadores associados à saúde mitocondrial. Os resultados sugeriram atividade funcional potencial, mas também demonstraram que modificações bioquímicas ou musculares não necessariamente resultam em melhora uniforme de medidas globais de desempenho físico (Liu et al., 2022).

Em adultos de meia-idade não treinados, Singh et al. (2022) avaliaram doses de 500 e 1.000 mg/dia por quatro meses e observaram sinais favoráveis em força muscular, determinadas medidas de desempenho físico e biomarcadores relacionados à função mitocondrial. O estudo também demonstrou aumento de proteínas relacionadas à mitofagia no músculo esquelético, reforçando a possibilidade de tradução parcial dos mecanismos observados experimentalmente para humanos. Entretanto, os resultados não foram uniformes entre todos os desfechos avaliados, aspecto que limita interpretações generalizadas sobre melhora de desempenho (Singh et al., 2022).

Esses ensaios desempenharam papel importante no desenvolvimento da hipótese de aplicação esportiva da UA. Entretanto, populações envelhecidas, sedentárias ou com capacidade funcional reduzida diferem substancialmente de atletas treinados quanto ao estado mitocondrial basal, margem de adaptação, composição corporal, intensidade do estímulo físico e teto fisiológico de desempenho. Assim, evidências obtidas nessas populações constituem suporte translacional, mas não podem ser interpretadas diretamente como demonstração de efeito ergogênico em atletas.

2.4. Urolitina a, Exercício Físico e Recuperação Muscular

O exercício físico impõe elevada demanda metabólica ao músculo esquelético e produz alterações transitórias no equilíbrio redox, nas concentrações de metabólitos, na sinalização inflamatória e na integridade estrutural do tecido muscular. Dependendo da intensidade, duração e característica mecânica do esforço, essas respostas podem ser acompanhadas por redução temporária da capacidade contrátil e elevação de marcadores indiretos de dano muscular. A recuperação adequada desses processos é essencial para a manutenção da qualidade do treinamento e para a realização de sessões subsequentes com menor comprometimento funcional.

A hipótese de utilização da UA nesse contexto deriva de sua possível atuação sobre diferentes componentes associados à homeostase muscular, sobretudo controle de qualidade mitocondrial, metabolismo oxidativo, estresse redox e sinalização inflamatória. Uma revisão direcionada à nutrição esportiva propôs que esses mecanismos poderiam conferir interesse à UA como suplemento voltado ao exercício, mas também reconheceu que a aplicação

esportiva permanecia incompletamente caracterizada e que ensaios clínicos específicos em atletas ainda eram necessários para validar alegações ergogênicas (Wang; Yu, 2025).

Um aspecto conceitual relevante é que a redução de determinado marcador inflamatório, de estresse oxidativo ou de dano muscular não equivale necessariamente à melhora da performance. Respostas inflamatórias e redox fazem parte da sinalização fisiológica desencadeada pelo exercício, e seu significado depende da magnitude, do momento da avaliação e do contexto do treinamento. Assim, para que um suplemento seja considerado ergogênico, a demonstração de alterações moleculares favoráveis deve ser acompanhada por benefícios consistentes em desfechos de desempenho relevantes para a modalidade, como força, potência, velocidade, resistência ou tempo de prova. Biomarcadores de recuperação, por sua vez, podem sustentar um papel de modulação fisiológica mesmo na ausência de melhora imediata do desempenho.

Essa distinção tornou-se evidente nas investigações esportivas recentes. Em atletas masculinos treinados em exercícios resistidos, Zhao et al. (2024) avaliaram 1 g/dia de UA durante oito semanas e observaram melhora da contração isométrica voluntária máxima e do número de repetições realizadas até a falha. Entretanto, as alterações em uma repetição máxima no supino e no agachamento não demonstraram diferenças significativas em relação ao placebo, evidenciando que os resultados dependeram do tipo de variável utilizada para caracterizar a função muscular.

Em corredores de meio-fundo e fundo altamente treinados, Whitfield et al. (2025) administraram 1.000 mg/dia durante quatro

semanas em um período de treinamento intensificado em altitude. A suplementação esteve associada a menor percepção subjetiva de esforço e menor exposição à creatina quinase após a prova de 3.000 metros, além de alterações no proteoma muscular e em indicadores relacionados à fisiologia mitocondrial. Contudo, não foi identificada melhora clara do desempenho na prova de 3.000 metros entre os tratamentos. Esse conjunto de achados é particularmente relevante para a distinção proposta no presente trabalho, pois demonstra uma possível dissociação entre indicadores de recuperação e desempenho competitivo propriamente dito.

2.5. Estado Atual das Evidências em Atletas

O número de ensaios controlados realizados especificamente em populações esportivas permanece reduzido. Além do estudo de Zhao et al. (2024) em atletas treinados em força e do ensaio de Whitfield et al. (2025) em corredores altamente treinados, Monsalve Acevedo et al. (2025) investigaram 20 jogadores masculinos de futebol de academia durante seis semanas de pré-temporada. Os participantes receberam 1.000 mg/dia de UA ou placebo. O grupo suplementado apresentou melhora superior no Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1 e na altura do salto com contramovimento, enquanto não foram observadas diferenças entre os grupos para velocidade de sprint, potência de salto, impulso concêntrico e diferentes medidas de capacidade antioxidante salivar. Os próprios autores ressaltaram que os intervalos de confiança foram amplos e que o caráter piloto da investigação requer confirmação em estudos de maior poder estatístico (Monsalve Acevedo et al., 2025).

A análise conjunta da literatura revela, portanto, um padrão ainda não uniforme. Alguns desfechos de resistência muscular, força

isométrica, capacidade intermitente e recuperação apresentam respostas favoráveis, enquanto outros indicadores clássicos de força máxima, potência, sprint e desempenho específico não demonstram benefício consistente. A heterogeneidade dos desenhos experimentais também dificulta comparações diretas, uma vez que os estudos disponíveis abrangem treinamento resistido, corrida de endurance e futebol, com diferenças relevantes quanto às demandas metabólicas, ao volume de treinamento, à idade dos participantes e aos testes empregados.

O estado da arte foi recentemente sintetizado por Dao et al. (2026), que identificaram apenas cinco ensaios clínicos randomizados envolvendo suplementação oral de UA e desfechos musculares, totalizando 236 participantes. Esses estudos incluíram adultos de meia-idade e idosos, atletas treinados em força, corredores altamente treinados e jogadores de futebol, com intervenções entre quatro semanas e quatro meses e doses de 500 a 1.000 mg/dia. A heterogeneidade dos métodos permitiu metanálise apenas para o teste de caminhada de seis minutos, no qual o efeito agrupado foi favorável em direção à UA, porém sem significância estatística e com baixa certeza da evidência segundo o sistema GRADE. Para força, resistência muscular, capacidade aeróbica e biomarcadores mitocondriais ou bioquímicos, os autores consideraram os resultados predominantemente exploratórios e geradores de hipóteses (Dao et al., 2026).

Além do pequeno número de investigações, três aspectos limitam particularmente a extrapolação para a prática esportiva. O primeiro é o tamanho amostral reduzido dos estudos específicos em atletas, incluindo ensaios com aproximadamente 20 participantes. O segundo é a predominância de indivíduos do sexo masculino, o que

restringe a generalização para atletas femininas. O terceiro é a ausência de padronização dos desfechos: força isométrica, uma repetição máxima, repetições até a falha, consumo máximo de oxigênio, economia de corrida, tempo de prova, Yo-Yo test, salto, sprint e biomarcadores representam constructos fisiológicos diferentes e não podem ser interpretados como medidas equivalentes de ergogenicidade. A revisão sistemática de 2026 também identificou preocupações metodológicas em parte dos estudos esportivos, embora nenhum dos ensaios incluídos tenha sido classificado globalmente como de alto risco de viés (Dao et al., 2026).

Outro ponto ainda não estabelecido é a estratégia ideal de suplementação. A maior parte dos ensaios esportivos recentes utilizou 1.000 mg/dia, mas o predomínio dessa dose na literatura não demonstra, por si só, que ela represente a dose ergogênica mínima, máxima ou ótima. Também permanecem insuficientemente definidos o tempo necessário para obtenção dos efeitos, a influência do momento de ingestão em relação à sessão de exercício, a eventual existência de resposta dose-dependente e o impacto do treinamento sobre a farmacocinética da UA. Dessa forma, recomendações específicas de timing ou periodização da suplementação ainda excedem a evidência disponível (Wang; Yu, 2025; Dao et al., 2026).

À luz das evidências disponíveis, a UA apresenta uma base mecanística consistente para modulação da qualidade mitocondrial e sinais clínicos potencialmente favoráveis à função muscular, mas sua classificação como agente ergogênico no esporte ainda exige cautela. A literatura atual demonstra uma transição progressiva de modelos experimentais e populações envelhecidas para atletas

treinados, porém essa translação ainda é sustentada por pequeno número de estudos, amostras reduzidas e desfechos heterogêneos. O principal problema científico, portanto, não consiste apenas em determinar se a suplementação produz alguma alteração fisiológica, mas em estabelecer se essas alterações resultam em melhora direta e reprodutível do desempenho esportivo ou se os efeitos mais consistentes se concentram nos mecanismos relacionados à recuperação e à homeostase muscular. Essa distinção constitui a base teórica para a análise crítica desenvolvida nas etapas subsequentes deste estudo.

3. METODOLOGIA

3.1. Delineamento do Estudo

Será realizada uma revisão integrativa da literatura, de caráter crítico, com busca estruturada e síntese narrativa das evidências, destinada a investigar os efeitos da suplementação com urolitina A sobre desempenho físico, função muscular e recuperação em atletas. O processo metodológico seguirá as etapas de identificação do problema, busca da literatura, avaliação dos estudos, análise dos dados e apresentação da síntese propostas por Whitemore e Knafl (2005).

A identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos serão relatadas segundo os itens aplicáveis da recomendação Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA 2020), com apresentação do processo de seleção por meio de fluxograma. O PRISMA será utilizado como instrumento de transparência metodológica, sem reclassificar o delineamento do

estudo como revisão sistemática, mantendo o caráter crítico e narrativo (Page et al., 2021).

3.2. Pergunta de Pesquisa e Estrutura de Elegibilidade

A pergunta norteadora será estruturada segundo os componentes PICOS: Population, Intervention, Comparator, Outcomes e Study design. A população de interesse compreenderá atletas e indivíduos submetidos sistematicamente a treinamento físico; a intervenção corresponderá à suplementação oral com urolitina A; o comparador compreenderá placebo, controle ou condição basal, quando aplicável; os desfechos incluirão desempenho físico, função muscular e recuperação; e serão priorizados ensaios clínicos de intervenção.

A questão central será: em atletas e indivíduos sistematicamente treinados, a suplementação com urolitina A produz melhora direta do desempenho físico compatível com efeito ergogênico ou seus efeitos são predominantemente relacionados à modulação da recuperação muscular e de mecanismos fisiológicos associados ao exercício?

Serão considerados desfechos ergogênicos diretos aqueles relacionados a força máxima ou isométrica, potência, salto, velocidade, sprint, resistência muscular, capacidade aeróbica ou intermitente e desempenho específico da modalidade. Marcadores de dano muscular, fadiga, dor muscular, percepção de recuperação e respostas inflamatórias pós-exercício serão classificados como desfechos de recuperação. Indicadores de mitofagia, função mitocondrial, metabolismo energético, estresse oxidativo,

proteômica e sinalização inflamatória serão considerados desfechos mecanísticos.

3.3. Fontes de Informação e Estratégia de Busca

A busca bibliográfica será realizada nas bases MEDLINE/PubMed, Scopus, Web of Science, Embase e SPORTDiscus, desde o início da indexação até 23 de setembro de 2026. As listas de referências dos estudos incluídos e de revisões relevantes também serão examinadas manualmente.

A estratégia será construída pela combinação de termos relacionados à intervenção, exercício, esporte, desempenho e função muscular. Para o PubMed, será utilizada inicialmente a seguinte estratégia:

("Urolithin A" OR "urolithin-A") AND (athlete OR sport OR exercis OR training OR "physical performance" OR "exercise performance" OR "muscle strength" OR power OR endurance OR fatigue OR recovery OR "muscle recovery" OR "skeletal muscle" OR mitophagy OR mitochondria)

A estratégia será adaptada à sintaxe de cada base, sem restrições quanto ao sexo, modalidade esportiva ou nível competitivo.

3.4. Universo Documental e Critérios de Elegibilidade

O universo documental será constituído por publicações científicas relacionadas à urolitina A, função muscular e exercício físico. Serão incluídos estudos originais em seres humanos classificados como atletas, esportistas competitivos, indivíduos altamente treinados ou participantes submetidos sistematicamente a treinamento físico,

desde que investiguem a administração direta de urolitina A e apresentem pelo menos um desfecho relacionado a desempenho, função muscular, fadiga ou recuperação.

Estudos conduzidos exclusivamente em indivíduos sedentários, idosos não treinados ou populações clínicas poderão ser utilizados como suporte translacional quando apresentarem dados relevantes para biodisponibilidade, segurança, mitofagia, função mitocondrial ou função muscular. Estudos in vitro e com modelos animais serão utilizados apenas para sustentação mecânica.

Serão excluídos estudos baseados apenas em alimentos ou extratos ricos em elagitaninos, ácido elágico ou romã sem administração específica de urolitina A; intervenções multifatoriais nas quais seu efeito não possa ser discriminado; protocolos sem resultados publicados; resumos de congresso sem artigo completo; editoriais, cartas, comentários e publicações não submetidas à avaliação por pares.

3.5. Seleção e Extração dos Estudos

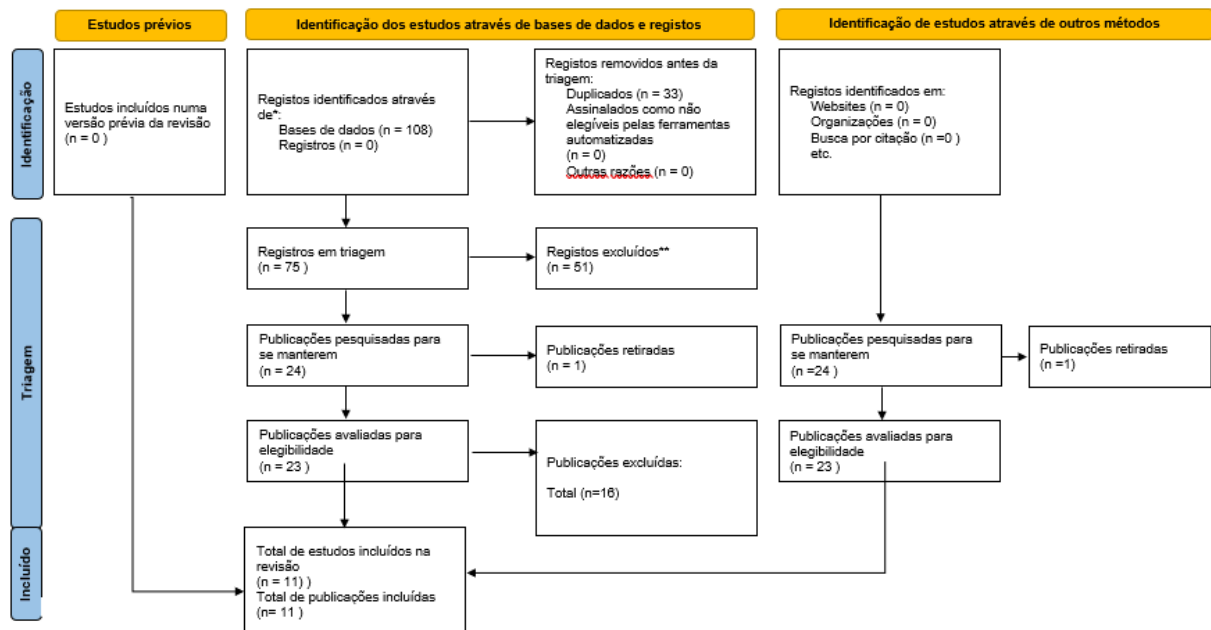
Os registros recuperados serão submetidos à remoção de duplicatas e avaliados em duas etapas: triagem de títulos e resumos e posterior leitura do texto completo. Preferencialmente, dois revisores realizarão a seleção de forma independente, com resolução de divergências por consenso.

Os dados serão extraídos por meio do protocolo PRISMA 2020, padronizado a sequência de seleção contendo autor, ano, país, delineamento, tamanho amostral, sexo, idade, modalidade esportiva, nível de treinamento, dose e duração da suplementação, comparador, desfechos avaliados, instrumentos utilizados,

resultados entre grupos, medidas de efeito, intervalos de confiança, valores de p, eventos adversos, perdas amostrais, financiamento e conflitos de interesse.

3.5.1. Fluxograma PRISMA 2020

Figura 1. Fluxograma de seleção de registros da revisão



Fonte: Elaborado pelos próprios autores, adaptado de Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al.

3.6. Avaliação da Qualidade Metodológica e Risco de Viés

Os ensaios clínicos randomizados serão avaliados pela ferramenta Cochrane Risk of Bias 2 (RoB 2), considerando randomização, desvios das intervenções pretendidas, dados ausentes, mensuração dos desfechos e seleção dos resultados relatados. Estudos não randomizados, caso incluídos, serão avaliados por ferramenta específica.

Também serão considerados criticamente tamanho amostral, cálculo amostral, cegamento, adesão à suplementação, controle dietético, controle da carga de treinamento, nível esportivo, duração

da intervenção, adequação dos testes de desempenho e declaração de financiamento ou vínculo com fabricantes.

3.7. Síntese e Análise dos Dados

Devido à heterogeneidade esperada entre modalidades, participantes, duração dos protocolos e desfechos, será realizada prioritariamente síntese narrativa estruturada. Os estudos serão agrupados segundo tipo de exercício, treinamento resistido, endurance e esportes intermitentes, e segundo três domínios: desempenho ergogênico direto, recuperação muscular e mecanismos biológicos.

A interpretação considerará direção e magnitude do efeito, intervalos de confiança, consistência entre estudos, tamanho amostral, risco de viés e relevância prática. Melhorias exclusivamente em biomarcadores mitocondriais, inflamatórios, oxidativos ou de dano muscular não serão classificadas como efeito ergogênico na ausência de benefício funcional correspondente.

Será considerado suporte à modulação da recuperação quando houver melhora de indicadores pós-exercício relacionados à restauração funcional, fadiga, dano muscular, inflamação ou percepção de recuperação.

3.8. Aspectos Éticos

Por utilizar exclusivamente dados previamente publicados e disponíveis na literatura científica, sem recrutamento de participantes ou acesso a informações individuais identificáveis, a revisão não envolverá procedimentos experimentais com seres humanos. Serão respeitados os princípios de integridade científica,

adequada atribuição das fontes e fidelidade aos resultados dos estudos originais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES OU ANÁLISE DOS DADOS

4.1. Caracterização dos Estudos e Síntese dos Achados

A literatura clínica diretamente aplicável ao contexto esportivo mostrou-se restrita e metodologicamente heterogênea. Foram identificados três ensaios de intervenção conduzidos especificamente em populações treinadas ou atletas, totalizando 82 participantes, todos do sexo masculino. As investigações compreenderam atletas treinados em exercícios resistidos, corredores competitivos altamente treinados e jogadores de futebol de categoria de formação. Em todos os estudos, a intervenção empregou 1.000 mg/dia de urolitina A (UA), porém com duração variável entre quatro e oito semanas e diferentes características de treinamento e desfechos avaliados. Zhao et al. (2024) investigaram 20 homens treinados em força durante oito semanas; Whitfield et al. (2025) avaliaram 42 corredores competitivos durante quatro semanas de treinamento intensificado em altitude; e Monsalve Acevedo et al. (2025) acompanharam 20 jogadores de futebol durante seis semanas de pré-temporada.

Tabela 1. Características dos estudos realizados diretamente em atletas ou indivíduos sistematicamente treinados

Estudo	População	n	Intervenç ão	Duração	Principais desfechos
Zhao et al. (2024)	Homens treinados em	20	UA 1.000 mg/dia vs. placebo	8 semanas	1RM, MVIC, repetições até a falha,

exercícios
resistidos

CRP, IL-6,
SOD e 3-
MH

⚠ Esta tabela possui muitas colunas e foi cortada para impressão. Para visualizá-la completa, acesse o original em: <https://revistatopicos.com.br/artigos/urolitina-a-na-nutricao-esportiva-agente-ergogenico-modulador-da-recuperacao-muscular-uma-revisao-critica-das-evidencias-em-atletas?nobl>

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Zhao et al. (2024), Whitfield et al. (2025) e Monsalve Acevedo et al. (2025).

Nota: UA = urolitina A; 1RM = uma repetição máxima; MVIC = contração isométrica voluntária máxima; CRP = proteína C-reativa; IL-6 = interleucina 6; SOD = superóxido dismutase; 3-MH = 3-metilhistidina; VO₂máx = consumo máximo de oxigênio; RPE = percepção subjetiva de esforço; CK = creatina quinase; Yo-Yo IRT1 = Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1; CMJ = salto com contramovimento.

A heterogeneidade observada é central para a interpretação dos resultados. Embora todos os estudos tenham empregado a mesma dose diária, os protocolos envolveram demandas fisiológicas substancialmente distintas. O treinamento resistido privilegia força e resistência muscular localizada; a corrida de alto rendimento depende predominantemente da integração entre capacidade aeróbica, economia de movimento e tolerância ao esforço prolongado; enquanto o futebol apresenta caráter intermitente, combinando exigências aeróbicas e anaeróbicas, acelerações, mudanças de direção e ações explosivas. Dessa forma, resultados positivos em determinado teste não podem ser automaticamente extrapolados para uma propriedade ergogênica generalizada da UA.

4.2. Efeito Ergogênico Sobre Força, Resistência e Desempenho Esportivo

No treinamento resistido, Zhao et al. (2024) forneceram a primeira evidência clínica diretamente direcionada ao possível efeito ergogênico da UA em atletas treinados. Após oito semanas de suplementação, a contração isométrica voluntária máxima apresentou diferença favorável à UA em relação ao placebo ($\Delta = 43,50 \pm 0,77$ Nm; $p = 0,048$), assim como o desempenho em repetições até a falha ($\Delta = 2,00 \pm 1,22$ repetições; $p = 0,011$). Em contraste, os aumentos observados no teste de uma repetição máxima não foram estatisticamente diferentes do placebo, tanto para o supino ($\Delta = 3,50 \pm 0,79$ kg; $p = 0,462$) quanto para o agachamento ($\Delta = 2,55 \pm 1,36$ kg; $p = 0,710$). Assim, a resposta não foi uniforme entre diferentes manifestações da função neuromuscular.

Essa divergência é particularmente relevante para a classificação da UA como agente ergogênico. A melhora da MVIC e da tolerância a repetições sucessivas sugere possível benefício sobre resistência muscular ou produção isométrica de força, porém a ausência de efeito sobre 1RM limita a afirmação de que a intervenção aumente de forma consistente a força dinâmica máxima. Além disso, a amostra de apenas 20 participantes reduz a precisão das estimativas e amplia a possibilidade de efeitos instáveis em desfechos secundários. A revisão sistemática de Dao et al. (2026) confirmou essa interpretação ao considerar que os efeitos sobre força observados nos ensaios humanos são heterogêneos e predominantemente exploratórios, destacando que apenas resultados isolados alcançaram significância estatística.

No contexto da corrida de endurance, Whitfield et al. (2025) forneceram evidência particularmente importante para distinguir adaptação fisiológica de ergogenicidade propriamente dita. Os corredores apresentavam $\text{VO}_2\text{máx}$ médio basal de aproximadamente $66,4 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, caracterizando uma população altamente treinada. Embora o grupo suplementado tenha apresentado aumento intragrupo de 5,4% no $\text{VO}_2\text{máx}$, não houve interação significativa entre tempo e tratamento ($p = 0,138$), impedindo atribuir esse aumento especificamente à UA. Mais importante, o desempenho nos 3.000 metros não apresentou melhora adicional significativa atribuível à suplementação.

Esse resultado demonstra uma questão metodológica essencial: uma melhora intragrupo não constitui evidência suficiente de eficácia quando a comparação entre intervenção e placebo não confirma diferença estatisticamente significativa. Em atletas altamente treinados, nos quais adaptações decorrentes do próprio treinamento podem ser expressivas, a interpretação do efeito suplementar deve privilegiar a interação grupo $\times$ tempo ou a comparação direta entre tratamentos, evitando atribuir ao suplemento adaptações provocadas pelo treinamento.

Resultados parcialmente distintos foram encontrados no futebol. Monsalve Acevedo et al. (2025) observaram aumento superior de 239 m no Yo-Yo IRT1 no grupo UA em comparação ao placebo (IC 95%: 20–454 m; $p = 0,048$), além de melhora relativa de 3,33 cm na altura do salto com contramovimento (IC 95%: 0,88–5,95 cm; $p = 0,020$). Entretanto, não foram verificadas diferenças entre grupos para velocidade de sprint, potência de salto, impulso concêntrico ou duração excêntrica. Os autores classificaram o trabalho como ensaio

piloto e destacaram a amplitude dos intervalos de confiança, o que limita a precisão das estimativas.

Os resultados no futebol fornecem, portanto, um sinal favorável de potencial ergogenicidade, particularmente para capacidade intermitente e altura de salto. Contudo, a ausência de resposta em outros parâmetros de desempenho e o pequeno tamanho amostral impedem interpretar esses achados como demonstração definitiva. O valor de $p = 0,048$ observado no desfecho primário também se encontra próximo ao limite convencional de significância, enquanto o intervalo de confiança para a diferença no Yo-Yo IRT1 é amplo, variando de um benefício relativamente pequeno a um efeito expressivo. Assim, a magnitude real da resposta permanece incerta.

Quando os três estudos esportivos são considerados em conjunto, não emerge um padrão uniforme de melhora da performance. A UA apresentou resultados positivos em MVIC, resistência muscular localizada, Yo-Yo IRT1 e altura de salto, porém não demonstrou efeito consistente sobre 1RM, sprint, diferentes medidas de potência ou desempenho em corrida de 3.000 metros. Essa distribuição dos achados indica que a evidência atual sustenta, no máximo, potencial ergogênico dependente do desfecho, e não uma propriedade ergogênica generalizável.

4.3. Recuperação Muscular, Dano Induzido Pelo Exercício e Percepção de Esforço

As evidências relacionadas à recuperação apresentam um padrão distinto. No estudo de Whitfield et al. (2025), apesar da ausência de melhora significativa no desempenho dos 3.000 metros, a UA reduziu a percepção subjetiva de esforço em comparação ao

placebo ($p = 0,02$) e diminuiu a exposição pós-exercício à creatina quinase, avaliada pela área sob a curva ($p < 0,0001$). Paralelamente, a análise proteômica do músculo esquelético demonstrou regulação positiva de vias associadas às mitocôndrias e redução de vias relacionadas à inflamação. Esses achados levaram os autores a interpretar o principal efeito observado como facilitação da recuperação, e não como amplificação direta da performance.

A redução da CK após exercício constitui um achado biologicamente interessante, mas sua interpretação exige cautela. A creatina quinase representa um marcador indireto e altamente variável de perturbação da membrana muscular e não fornece, isoladamente, medida direta de recuperação funcional. Nesse sentido, a concomitante redução da percepção de esforço amplia a plausibilidade de um efeito sobre tolerância ou recuperação pós-exercício, mas ainda não estabelece que o atleta esteja funcionalmente recuperado em menor intervalo de tempo.

No estudo de Zhao et al. (2024), a interpretação dos biomarcadores também não foi uniforme. Em comparação ao placebo, a UA esteve associada a menor CRP ($\Delta = -0,79 \pm 0,38$ mg/L; $p = 0,032$), enquanto a redução de IL-6 não alcançou significância estatística. A 3-metilhistidina diminuiu em relação ao basal no grupo suplementado, porém a diferença entre UA e placebo não foi significativa. O comportamento da SOD também requer cautela, uma vez que níveis menores da enzima não podem ser interpretados automaticamente como redução de estresse oxidativo sem considerar conjuntamente produção de espécies reativas, atividade antioxidante total e contexto fisiológico.

Esse conjunto de resultados é importante porque impede uma leitura simplificada segundo a qual todos os biomarcadores favoreceriam a suplementação. A evidência é mais consistente para algumas variáveis específicas, particularmente CK, CRP e percepção de esforço, mas permanece heterogênea para os demais indicadores. A recuperação muscular constitui processo multidimensional, envolvendo restauração da capacidade de produzir força, reorganização estrutural, disponibilidade energética, percepção subjetiva, resposta imune e normalização metabólica; portanto, nenhum marcador isolado é suficiente para caracterizá-la.

No futebol, Monsalve Acevedo et al. (2025) observaram que a atividade antioxidante salivar diminuiu ao longo do período de pré-temporada no grupo placebo, enquanto essa redução não ocorreu de maneira equivalente no grupo UA. Entretanto, não foram identificadas diferenças grupo $\times$ tempo consistentes nos diferentes ensaios antioxidantes salivares. Dessa forma, os dados sugerem possível preservação do estado antioxidante durante um período de elevada carga de treinamento, mas não demonstram efeito antioxidante robusto e uniforme.

Consideradas conjuntamente, as evidências de recuperação parecem apresentar maior coerência fisiológica do que aquelas referentes à performance máxima. O exemplo mais evidente encontra-se nos corredores altamente treinados, nos quais marcadores associados à recuperação melhoraram apesar da ausência de benefício adicional na prova de 3.000 metros. Essa dissociação sustenta a hipótese central desta revisão de que a UA possa atuar prioritariamente como moduladora das respostas ao treinamento e da recuperação muscular, sem necessariamente produzir efeito ergogênico direto em todas as modalidades.

4.4. Função Mitocondrial e Plausibilidade Mecanística

A plausibilidade biológica da UA baseia-se predominantemente em sua relação com o controle de qualidade mitocondrial. Entretanto, a transposição desse mecanismo para atletas deve ser feita com cautela. Em Whitfield et al. (2025), a análise do músculo esquelético indicou regulação positiva de vias mitocondriais e um efeito de magnitude moderada sobre marcadores associados à mitofagia, porém sem alteração significativa da função mitocondrial diretamente mensurada. Portanto, o estudo forneceu evidências moleculares compatíveis com atividade biológica, mas não demonstrou que essas alterações fossem suficientes para aumentar a eficiência mitocondrial ou explicar uma melhora de performance.

Os estudos realizados em populações não atletas reforçam a plausibilidade translacional, mas também demonstram a mesma dissociação entre biomarcadores e desfechos funcionais. Singh et al. (2022) verificaram melhora de aproximadamente 12% em determinados parâmetros de força e alterações favoráveis em biomarcadores de saúde mitocondrial em adultos de meia-idade, mas o pico de potência, definido como desfecho primário, não apresentou melhora significativa. Liu et al. (2022), por sua vez, encontraram melhora da resistência muscular em idosos, enquanto os desfechos primários de distância no teste de caminhada de seis minutos e produção máxima de ATP não diferiram significativamente do placebo.

Esses achados reforçam que a presença de alterações moleculares compatíveis com mitofagia ou saúde mitocondrial não deve ser utilizada isoladamente para classificar a UA como ergogênica. O mecanismo fornece plausibilidade para um possível efeito, mas a

eficácia esportiva depende de sua tradução para um desfecho funcional relevante. Essa distinção é ainda mais importante em atletas, cuja função mitocondrial basal e capacidade adaptativa podem ser substancialmente superiores às de indivíduos sedentários ou idosos.

4.5. Síntese Crítica: Agente Ergogênico ou Modulador da Recuperação?

A análise integrada dos resultados permite identificar duas tendências distintas. A primeira corresponde a sinais de benefício funcional específicos, observados principalmente na resistência muscular, força isométrica, capacidade intermitente e altura do salto. A segunda envolve respostas relacionadas à recuperação e homeostase muscular, como redução de CK, menor percepção de esforço e modulação de vias inflamatórias e mitocondriais. A segunda tendência apresenta maior coerência entre mecanismo proposto e resultados observados, enquanto a primeira permanece inconsistente entre modalidades e testes.

Essa interpretação é compatível com a revisão sistemática e metanálise de Dao et al. (2026), que reuniu cinco ensaios clínicos randomizados com 236 participantes e concluiu que os estudos disponíveis são pequenos, de curta duração e clinicamente heterogêneos. A combinação quantitativa foi possível apenas para o teste de caminhada de seis minutos e resultou em diferença média de +17,03 m em favor da UA, porém sem significância estatística (IC 95%: -5,33 a 39,40 m; $p = 0,135$; $I^2 = 0\%$), com baixa certeza da evidência pelo GRADE. Para força, resistência, capacidade aeróbica e biomarcadores, os autores classificaram os resultados como sinais exploratórios, e não como efeitos reproduzíveis de eficácia.

A avaliação de risco de viés dessa mesma revisão também identificou aspectos importantes para a interpretação da evidência esportiva. Houve algumas preocupações relacionadas ao processo de randomização nos estudos de Zhao et al. (2024) e Monsalve Acevedo et al. (2025), devido à descrição insuficiente da geração da sequência ou ocultação da alocação. Também foram identificadas preocupações relacionadas à seleção do resultado relatado nos estudos de Zhao et al. (2024) e Whitfield et al. (2025). Nenhum ensaio foi classificado globalmente como de alto risco de viés, mas essas limitações reduzem a segurança com que resultados isolados podem ser generalizados.

Outro elemento relevante é a representatividade da evidência. Os três ensaios diretamente esportivos incluíram somente participantes do sexo masculino, totalizando 82 indivíduos, distribuídos entre modalidades fisiologicamente distintas. Consequentemente, não existem bases suficientes para extrapolar os achados para atletas femininas, diferentes faixas etárias, esportes predominantemente técnicos ou de potência pura, nem para modalidades com calendário competitivo distinto. Além disso, a concentração dos protocolos na dose de 1.000 mg/dia não constitui demonstração de dose ótima, uma vez que não foram conduzidos estudos comparativos de dose-resposta em atletas.

A duração relativamente curta das intervenções também limita a interpretação. Quatro a oito semanas podem ser suficientes para detectar alterações em determinados biomarcadores ou testes funcionais, porém são insuficientes para estabelecer se os efeitos persistem ao longo de uma temporada, se existe atenuação da resposta com uso prolongado ou se a suplementação modifica adaptações crônicas ao treinamento. Em nutrição esportiva, esse

aspecto é relevante porque a utilidade de um composto não depende apenas de alterar uma variável laboratorial, mas de produzir benefício reproduzível dentro da periodização e das demandas reais da modalidade.

Do ponto de vista aplicado, portanto, a evidência atual não sustenta a classificação definitiva da urolitina A como agente ergogênico estabelecido. Existem sinais positivos em determinados desfechos de desempenho, mas eles não se reproduzem de forma consistente entre força máxima, potência, sprint e desempenho específico. Em contrapartida, a redução de indicadores de dano muscular, percepção de esforço e sinalização inflamatória, especialmente na ausência de melhora paralela de performance, fornece sustentação relativamente mais coerente para seu possível papel como moduladora da recuperação e da homeostase muscular. Essa interpretação deve permanecer provisória, uma vez que a própria base de evidências ainda é pequena e os resultados necessitam de replicação independente em ensaios de maior poder estatístico.

4.6. Limitações das Evidências Disponíveis

As seguintes limitações devem ser consideradas na interpretação dos achados:

1. Número reduzido de estudos esportivos: apenas três ensaios clínicos foram identificados diretamente em atletas ou indivíduos sistematicamente treinados, totalizando 82 participantes.
2. Pequenos tamanhos amostrais: dois dos três estudos esportivos incluíram apenas 20 participantes, aumentando a

imprecisão das estimativas e a possibilidade de resultados instáveis.

3. Predomínio exclusivo do sexo masculino: não foram identificados ensaios esportivos controlados em atletas femininas, impossibilitando avaliar diferenças relacionadas ao sexo.
4. Heterogeneidade entre modalidades: treinamento resistido, corrida de endurance e futebol apresentam demandas metabólicas e neuromusculares distintas, limitando comparações diretas e generalizações.
5. Heterogeneidade dos desfechos: 1RM, MVIC, repetições até a falha, Yo-Yo IRT1, CMJ, sprint, VO_2 máx e desempenho de 3.000 m avaliam capacidades diferentes e não constituem medidas intercambiáveis de ergogenicidade.
6. Curta duração das intervenções: os estudos variaram entre quatro e oito semanas, não permitindo determinar segurança, eficácia ou manutenção dos efeitos em longo prazo.
7. Ausência de definição de dose-resposta: embora os ensaios esportivos tenham utilizado predominantemente 1.000 mg/dia, não existem dados suficientes para afirmar que essa seja a dose ótima para atletas.
8. Resultados positivos concentrados em desfechos específicos: benefícios em alguns testes coexistiram com ausência de efeito em outros desfechos relevantes da mesma investigação, dificultando uma conclusão uniforme sobre eficácia.

9. Limitações relacionadas ao risco de viés: foram identificadas preocupações em aspectos da randomização e seleção dos resultados relatados em alguns ensaios, embora nenhum tenha sido classificado como globalmente de alto risco.
10. Potenciais conflitos de interesse: no estudo de Whitfield et al. (2025), alguns autores eram funcionários da empresa patrocinadora e outros declararam relações financeiras ou apoio relacionado à apresentação dos resultados. Esses vínculos não invalidam os achados, mas devem ser considerados na avaliação crítica e reforçam a necessidade de replicação independente.
11. Escassez de desfechos competitivos: entre os estudos disponíveis, poucas investigações utilizaram desempenho esportivo diretamente relacionado à competição como desfecho principal, sendo frequentes testes laboratoriais ou funcionais intermediários.
12. Incerteza quanto à relevância prática: significância estatística em determinado teste não necessariamente corresponde a diferença suficientemente grande para alterar desempenho competitivo, especialmente em atletas treinados, nos quais pequenas variações podem assumir importância distinta conforme a modalidade.

5. CONCLUSÃO/CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise crítica das evidências disponíveis permite concluir que a urolitina A apresenta, no estado atual do conhecimento, maior sustentação científica como moduladora da recuperação muscular e da homeostase mitocondrial do que como agente ergogênico direto

em atletas. Embora sejam observados efeitos favoráveis em alguns desfechos, como resistência muscular, força isométrica, capacidade intermitente e salto, esses benefícios não se reproduzem de maneira consistente em força máxima, sprint, potência ou desempenho esportivo específico.

O objetivo do estudo é atingido ao distinguir os efeitos relacionados à performance daqueles associados à recuperação e ao demonstrar que as alterações em marcadores mitocondriais, inflamatórios e de dano muscular não equivalem, isoladamente, à melhora ergogênica. Assim, a urolitina A não pode ser classificada, com base nas evidências atuais, como recurso ergogênico estabelecido, mas apresenta potencial como estratégia adjuvante voltada à modulação da resposta ao exercício, da tolerância ao esforço e da recuperação muscular.

A aplicabilidade prática desses achados permanece limitada pelo reduzido número de ensaios conduzidos diretamente em atletas, pelos pequenos tamanhos amostrais, pela predominância de participantes do sexo masculino, pela curta duração das intervenções e pela heterogeneidade dos protocolos e desfechos.

Estudos futuros devem incluir amostras maiores e mais representativas, atletas de ambos os sexos, diferentes modalidades esportivas, protocolos de maior duração, avaliação de dose-resposta e desfechos diretamente relacionados ao desempenho competitivo. A consolidação dessas evidências será determinante para estabelecer se a urolitina A permanecerá como moduladora fisiológica promissora ou poderá assumir papel efetivo como estratégia ergogênica na nutrição esportiva.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREUX, Pénélope A. et al. The mitophagy activator urolithin A is safe and induces a molecular signature of improved mitochondrial and cellular health in humans. *Nature Metabolism*, v. 1, p. 595-603, 2019. DOI: 10.1038/s42255-019-0073-4. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s42255-019-0073-4>. Acesso em: 23 set. 2026.

DAO, Tam et al. Effects of Urolithin A supplementation on muscle health outcomes in humans from randomized controlled trials. *Frontiers in Nutrition*, v. 13, 1834344, 2026. DOI: 10.3389/fnut.2026.1834344. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnut.2026.1834344>. Acesso em: 23 set. 2026.

FAITG, Julie et al. Mitophagy activation by Urolithin A to target muscle aging. *Calcified Tissue International*, v. 114, p. 53-59, 2024. DOI: 10.1007/s00223-023-01145-5. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00223-023-01145-5>. Acesso em: 23 set. 2026.

GARCÍA-VILLALBA, Rocío et al. Urolithins: a comprehensive update on their metabolism, bioactivity, and associated gut microbiota. *Molecular Nutrition & Food Research*, v. 66, n. 21, e2101019, 2022. DOI: 10.1002/mnfr.202101019. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/mnfr.202101019>. Acesso em: 23 set. 2026.

LIU, Sophia et al. Effect of Urolithin A supplementation on muscle endurance and mitochondrial health in older adults: a randomized clinical trial. *JAMA Network Open*, v. 5, n. 1, e2144279, 2022. DOI: 10.1001/jamanetworkopen.2021.44279. Disponível em: <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2021.44279>. Acesso em: 23 set. 2026.

MAUGHAN, Ronald J. et al. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *British Journal of Sports Medicine*, v. 52, n. 7, p. 439-455, 2018. DOI: 10.1136/bjsports-2018-099027. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099027>. Acesso em: 23 set. 2026.

MONSALVE ACEVEDO, Andrea et al. Effects of Urolithin A supplementation on performance and antioxidant status in academy soccer players during preseason: a pilot randomised controlled trial. *Frontiers in Nutrition*, v. 12, 1674446, 2025. DOI: 10.3389/fnut.2025.1674446. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1674446>. Acesso em: 23 set. 2026.

PAGE, Matthew J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, v. 372, n. 71, 2021. DOI: 10.1136/bmj.n71. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>. Acesso em: 23 set. 2026.

RYU, Dongryeol et al. Urolithin A induces mitophagy and prolongs lifespan in *C. elegans* and increases muscle function in rodents. *Nature Medicine*, v. 22, n. 8, p. 879-888, 2016. DOI: 10.1038/nm.4132. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nm.4132>. Acesso em: 23 set. 2026.

SINGH, Anurag et al. Urolithin A improves muscle strength, exercise performance, and biomarkers of mitochondrial health in a randomized trial in middle-aged adults. *Cell Reports Medicine*, v. 3, n. 5, 100633, 2022. DOI: 10.1016/j.xcrm.2022.100633. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.xcrm.2022.100633>. Acesso em: 23 set. 2026.

STERNE, Jonathan A. C. et al. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*, v. 366, 14898, 2019. DOI:

10.1136/bmj.l4898. Disponível em: <https://doi.org/10.1136/bmj.l4898>. Acesso em: 23 set. 2026.

WANG, Manda; YU, Liang. Emerging evidence of Urolithin A in sports nutrition: bridging preclinical findings to athletic applications. *Frontiers in Nutrition*, v. 12, 1585922, 2025. DOI: 10.3389/fnut.2025.1585922. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1585922>. Acesso em: 23 set. 2026.

WHITFIELD, Jamie et al. Evaluating the impact of Urolithin A supplementation on running performance, recovery, and mitochondrial biomarkers in highly trained male distance runners. *Sports Medicine*, v. 55, p. 3183-3200, 2025. DOI: 10.1007/s40279-025-02292-5. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s40279-025-02292-5>. Acesso em: 23 set. 2026.

WHITTEMORE, Robin; KNAFL, Kathleen. The integrative review: updated methodology. *Journal of Advanced Nursing*, v. 52, n. 5, p. 546-553, 2005. DOI: 10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>. Acesso em: 23 set. 2026.

ZHAO, Haotian et al. Assessment of Urolithin A effects on muscle endurance, strength, inflammation, oxidative stress, and protein metabolism in male athletes with resistance training: an 8-week randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, v. 21, n. 1, 2419388, 2024. DOI: 10.1080/15502783.2024.2419388. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15502783.2024.2419388>. Acesso em: 23 set. 2026.

¹ Acadêmico de Medicina pela Universidade de Cuiabá-MT (UNIC). Graduando em Saúde Coletiva na Universidade Federal de Mato Grosso. Atuação em pesquisa nas áreas de infectologia clínica, microbiologia aplicada à medicina, saúde nutricional e medicina esportiva. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#). Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0663196447038140>. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-5730-6593>.

² Professor associado nível 4 da Faculdade de Educação Física, coordenador do mestrado em Educação Física (2016-2019), orienta no doutorado em Ciências da Saúde e no mestrado em Inovação Tecnológica PROFNIT da Universidade Federal de Mato Grosso. Mestre Ciências Biológicas (Biologia Celular e Molecular) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2000) e doutorado em Medicina (Clínica Médica) pela Universidade de São Paulo (2005). Fellow na Escola de Medicina da Universidade de Washington St. Louis (EUA), em estudos de metabolismo e doenças crônicas, com ênfase em obesidade, envelhecimento de Aids e Pós Doutorado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro em Nutrição Esportiva em atletas de alto rendimento. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

³ Acadêmica de Nutrição da Universidade de Cuiabá-MT (UNIC), futebolista profissional atuante de alta performance no clube Novo Mixto. Atua em pesquisas na área da Nutrição Clínica e Esportiva de alto rendimento. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

⁴ Acadêmico de Medicina da Universidade de Cuiabá-MT (UNIC). Pesquisador na área esportiva de alta performance e epidemiologia clínica. E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).

⁵ Discente do Curso Superior de Medicina da Universidade de Cuiabá-MT (UNIC). E-mail: [acesse o artigo original para visualizar o e-mail](#).