

**Efeitos da Suplementação com Curcuma no Desempenho Desportivo e na Recuperação após o Exercício:
Uma Revisão Sistemática**
Effects of Curcumin Supplementation on Sports Performance and Exercise Recovery: A Systematic Review

Rúben Miguel Sousa Da Silva

ORIENTADO POR: Dr. César Edgar De Sousa Leão

REVISÃO SISTEMÁTICA

I.º CICLO EM CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO | UNIDADE CURRICULAR ESTÁGIO

FACULDADE DE CIÊNCIAS DA NUTRIÇÃO E ALIMENTAÇÃO DA UNIVERSIDADE DO PORTO

TC

PORTO, 2025



Resumo

Introdução: A curcumina tem sido proposta como substância com potencial ergogénico e anti-inflamatório, mas os seus efeitos em atletas permanecem pouco claros.

Objetivo: Avaliar sistematicamente os efeitos da suplementação com curcumina na recuperação muscular e no desempenho desportivo em atletas.

Métodos: A revisão seguiu as orientações PRISMA 2020 e foi registada na PROSPERO. A pesquisa abrangeu estudos publicados entre janeiro de 2021 e maio de 2025 nas bases PubMed, Scopus, Web of Science, Google Académico e RCAAP. Foram incluídos apenas ensaios clínicos randomizados realizados com atletas, comparando a suplementação com curcumina isolada versus placebo ou controlo. A avaliação do risco de viés foi realizada com a ferramenta RoB 2 da Cochrane.

Resultados: Foram incluídos sete estudos, com amostras entre 11 e 30 atletas de diferentes modalidades. Os dados indicam que a curcumina pode atenuar marcadores de dano muscular e stresse oxidativo, e melhorar indicadores funcionais e subjetivos de recuperação. Contudo, os efeitos sobre o desempenho físico foram limitados e inconsistentes. A maioria dos estudos apresentou algumas preocupações metodológicas, nomeadamente no processo de randomização e na seleção dos desfechos randomização e na seleção dos desfechos.

Conclusão: Apesar de alguns resultados promissores, a evidência permanece inconclusiva devido à heterogeneidade dos protocolos, baixa biodisponibilidade da curcumina e limitações metodológicas. São necessários ensaios futuros mais rigorosos, com maior padronização e aplicabilidade em contextos de alto rendimento.

Palavras-Chave: *Curcumina; Atletas; Exercício; Desempenho Desportivo; Recuperação Pós-Exercício*

Abstract

Introduction: Curcumin has been proposed as a substance with potential ergogenic and anti-inflammatory effects; however, its impact on athletes remains unclear.

Objective: To systematically assess the effects of curcumin supplementation on muscle recovery and athletic performance in athletes.

Methods: This review followed the PRISMA 2020 guidelines and was prospectively registered on PROSPERO. A comprehensive literature search was conducted from January 2021 to May 2025 across PubMed, Scopus, Web of Science, Google Scholar, and RCAAP. Only randomised controlled trials involving athletes and evaluating the effects of isolated curcumin supplementation compared to placebo or control were included. Risk of bias was assessed using the RoB 2.0 tool.

Results: Seven studies were included, with sample sizes ranging from 11 to 30 athletes across various sports. The findings suggest that curcumin may attenuate markers of muscle damage, and oxidative stress, as well as improve subjective and functional recovery outcomes. However, evidence regarding its effect on athletic performance is limited and inconsistent.

Conclusion: Despite some promising effects, current evidence remains inconclusive due to heterogeneity in supplementation protocols, the low bioavailability of curcumin, and methodological limitations. Further well-designed studies with larger sample sizes, standardised protocols, and a focus on high-performance athletes are warranted.

Keywords: *Curcumin; Athletes; Exercise; Athletic Performance; Post-Exercise Recovery*

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos

ALT - Alanina Aminotransferase

AST - Aspartato Aminotransferase

BDNF - Fator Neurotrófico Derivado do Cérebro (*Brain-Derived Neurotrophic Factor*)

CAT - Catalase

CK - Creatina Quinase (*Creatine Kinase*)

CMJ - Salto com Contramovimento (*Countermovement Jump*)

COX-2 - Ciclooxygenase-2

DOMS - Dor Muscular de Início Tardio (*Delayed Onset Muscle Soreness*)

ECR - Ensaio Clínico Randomizado

EIMD - Dano Muscular Induzido pelo Exercício (*Exercise-Induced Muscle Damage*)

GPx - Glutathione Peroxidase

GSH - Glutathione Reduzida

Hb - Hemoglobina

hs-CRP - Proteína C-reativa de Alta Sensibilidade (*High-Sensitivity C-Reactive Protein*)

IL-1 β - Interleucina-1 Beta

IL-6 - Interleucina-6

LDH - Lactato Desidrogenase

Mb - Mioglobina

MDA - Malondialdeído

MLR - Razão Monócitos-Linfócitos (*Monocyte-to-Lymphocyte Ratio*)

NF- κ B - Fator Nuclear Kappa B

NLR - Razão Neutrófilos-Linfócitos (*Neutrophil-to-Lymphocyte Ratio*)

PCR - Proteína C-reativa

PICOS - População, Intervenção, Comparador, Resultados, Tipo de Estudo

PLR - Razão Plaquetas-Linfócitos (*Platelet-to-Lymphocyte Ratio*)

PRISMA - *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*

RCAAP - Repositórios Científicos de Acesso Aberto de Portugal

RJ-index ou **RSI** - Índice de Força Reativa (*Reactive Strength Index*)

RoB 2.0 - *Risk of Bias Tool 2.0*

ROM - Amplitude de Movimento (*Range of Motion*)

SIRT3 - Sirtuína 3

SOD - Superóxido Dismutase

TAC/TAS - Capacidade/Estado Antioxidante Total (*Total Antioxidant Capacity/Status*)

TNF- α - Fator de Necrose Tumoral Alfa (*Tumor Necrosis Factor Alpha*)

TOC/TOS - Capacidade/Estado Oxidante Total (*Total Oxidant Capacity / Total Oxidant Status*)

TU - Titina Urinária

VO₂max - Consumo Máximo de Oxigénio

Índice

Resumo	i
Abstract	ii
Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos	iv
Índice	vi
Introdução	1
Objetivos.....	2
Metodologia	2
Resultados	4
Discussão.....	9
Conclusões.....	15
Agradecimentos	16
Referências.....	17
Índice de Figuras	20
Índice de Tabelas.....	20

Introdução

A curcumina, principal componente bioativo do açafrão-da-índia (*Curcuma longa*)⁽¹⁾, tem sido utilizada na medicina tradicional asiática devido às suas propriedades anti-inflamatórias e antioxidantes⁽²⁻⁴⁾. Trata-se de um polifenol com forte capacidade redutora⁽³⁾, cuja atividade antioxidante supera a de vitaminas como a C e a E⁽⁵⁾, contribuindo para o controlo do stresse oxidativo e de estados inflamatórios⁽⁶⁾. Apesar do seu perfil de segurança ser reconhecido^(7, 8), a sua fraca solubilidade em água, rápida degradação gastrointestinal e metabolismo hepático acelerado comprometem a biodisponibilidade⁽⁹⁾, limitando a aplicação clínica⁽¹⁰⁾, o que tem motivado o desenvolvimento de formulações que aumentem a sua absorção (combinações com piperina, sistemas de entrega lipossomais e micelares)⁽¹¹⁾. Atua através da inibição de vias como Fator Nuclear Kappa B (NF- κ B)⁽¹²⁾ e da ciclooxigenase-2 (COX-2)⁽¹³⁾, reduzindo a produção de citocinas pró-inflamatórias, e pode também modular positivamente vias anti-inflamatórias⁽¹⁴⁾. Este perfil tem suscitado interesse na sua utilização no desporto, especialmente pela potencial atenuação do dano muscular induzido pelo exercício (EIMD) e na dor muscular de início tardio (DOMS)^(15, 16), ambos associados a inflamação (TNF- α , IL-6)⁽¹⁷⁾ e lesão muscular evidenciada por cínase da creatina (CK) elevada⁽¹⁸⁾, fenómenos comuns após esforços intensos e excêntricos⁽¹⁶⁾. A curcumina pode mitigar alterações em marcadores inflamatórios (ex.: TNF- α , IL-6), reduzir enzimas musculares como a CK⁽¹⁹⁾ e melhorar parâmetros de recuperação como força muscular e amplitude articular⁽²⁰⁻²²⁾. Estes benefícios são atribuídos à sua ação antioxidante e anti-inflamatória^(21, 23), potenciados pela administração antes ou após exercícios exigentes, sobretudo em indivíduos não treinados⁽²⁰⁾.

Objetivos

A presente revisão sistemática teve como objetivo atualizar a revisão sistemática de Suhett et.al ⁽²²⁾ reunindo a evidência mais recente sobre os efeitos da suplementação com curcumina na performance desportiva e na recuperação pós-exercício, exclusivamente em atletas. Pretendeu também ultrapassar limitações de revisões anteriores, centrando-se em desfechos funcionais e subjetivos de recuperação. Foram analisados parâmetros de desempenho físico, marcadores de inflamação, stress oxidativo, dano muscular e protocolos de suplementação.

Metodologia

Identificação e Seleção de Estudos

O protocolo da revisão foi desenvolvido de acordo com as orientações da declaração PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) ⁽²⁴⁾. A pesquisa foi realizada entre março e abril de 2025 na PubMed (National Library of Medicine), Scopus (Elsevier) e Web of Science (Core Collection). A literatura cinzenta foi igualmente explorada através do Google Académico e nos Repositórios Científicos de Acesso Aberto de Portugal (RCAAP). A estratégia de pesquisa combinou palavras-chave relacionadas com o desempenho desportivo e a suplementação com curcumina: (Sport* OR athlet* OR "physical activity" OR exercise OR training OR "Athletic Performance" OR "Physical Endurance" OR "Post-Exercise Recovery" OR "Post-workout Recovery") AND (Curcumin OR "Turmeric Yellow" OR curcuma OR turmeric OR saffron). A pesquisa foi limitada a estudos publicados entre janeiro de 2021 e maio de 2025, de forma a incluir apenas artigos posteriores à revisão de Suhett et al. ⁽²²⁾ e redigidos em português, inglês ou espanhol. Complementarmente, foi realizada uma pesquisa manual nas referências dos artigos incluídos e nas citações.

Critérios de seleção

Todos os registos foram importados para o Endnote 21 para eliminação de duplicados e triagem. Os títulos e resumos foram avaliados independentemente por dois investigadores, de acordo com os critérios de elegibilidade previamente definidos. Os artigos potencialmente elegíveis foram obtidos em texto integral para análise detalhada. As divergências entre revisores foram resolvidas por discussão e consenso. Os critérios de elegibilidade foram estabelecidos com base na estratégia PICOS ⁽²⁵⁾ (População, Intervenção, Comparador, Resultados, Tipo de Estudo). A análise dos textos integrais centrou-se em estudos que investigavam indivíduos que consumiam regularmente suplementos de curcumina antes, durante ou após a prática desportiva, avaliando os seus efeitos em indicadores de recuperação muscular, marcadores de inflamação, biomarcadores de dano muscular, biomarcadores de stresse oxidativo e desempenho físico.

Critérios de Inclusão: **População:** atletas de qualquer modalidade ou nível competitivo; **Intervenção:** suplementação com curcumina antes, durante ou após o treino, isoladamente ou com agentes para melhorar a biodisponibilidade; **Comparador:** placebo, sem intervenção ou outro suplemento sem curcumina; **Resultados:** Melhorias em parâmetros de recuperação muscular e performance; **Tipo de Estudo:** Ensaios clínicos randomizados (ECR).

Critérios de Exclusão: Populações não-atléticas; Curcumina combinada com outras substâncias que interferiam com os seus efeitos primários; Formulações não comerciais ou não padronizadas; Outros tipos de estudo (não ECR); Intervenções da curcumina com objetivos terapêuticos clínicos; Doses, duração ou frequência de suplementação mal definidas.

Risco de Viés

A avaliação do risco de viés foi realizada de forma independente por dois revisores, utilizando a RoB 2.0 ⁽²⁶⁾. Essa análise considerou cinco domínios: processo de randomização (D1), desvios das intervenções previstas (D2), dados de desfecho ausentes (D3), medição do desfecho (D4) e seleção do resultado relatado (D5). Cada domínio foi classificado como apresentando baixo risco, algumas preocupações ou alto risco de viés. Com base nos julgamentos por domínio, foi atribuída uma classificação global, refletindo a qualidade metodológica geral.

Resultados

Seleção e descrição dos estudos

A Figura 1 apresenta o diagrama PRISMA referente ao processo de seleção. A pesquisa nas bases resultou em 3235 registros. Após a remoção de duplicados, 2495 estudos foram triados por título e resumo. Foram selecionados 26 artigos para leitura integral, dos quais 19 foram excluídos por não cumprirem os critérios.

Foram incluídos 7 ECR ⁽²⁷⁻³³⁾ que investigaram os efeitos da suplementação com curcumina em atletas de diferentes modalidades: futebol ^(27, 30, 33), futsal ⁽³¹⁾, taekwondo ⁽²⁹⁾ e corrida de longa distância ^(28, 32), com participantes profissionais ^(27, 29) e amadores ^(28, 30-33). Todos os estudos eram duplamente cegos. Três tinham delineamento cruzado ^(27, 30, 31) e 4 delineamento paralelo ^(28, 29, 32, 33). Incluíram entre 11 e 30 participantes, com intervenções que variaram em forma de administração e dose de curcumina (180 mg a 4 g/dia). Para melhorar a biodisponibilidade, foram utilizadas formulações com piperina ^(28, 31, 32) e curcumina micelizada ⁽²⁷⁾. Num dos estudos, a curcumina foi administrada em gelado para melhorar a aceitação ⁽³³⁾. Os protocolos de exercício incluíram jogos de futebol ^(27, 30), futsal ⁽³¹⁾, corrida com sprints e teste intermitente de alta intensidade ⁽³³⁾, combates de

taekwondo ⁽²⁹⁾, treino de endurance ⁽³²⁾ e teste incremental em passadeira ⁽²⁸⁾. As principais características dos estudos incluídos estão detalhadas na Tabela 1.

Foram analisados diversos desfechos (Tabela 2), incluindo marcadores inflamatórios: proteína C-reativa (PCR) ^(28, 30), interleucina-6 (IL-6) ^(28, 29, 33), interleucina-1 β (IL-1 β) e fator de necrose tumoral alfa (TNF- α)⁽²⁸⁾; indicadores de dano muscular: CK ⁽²⁹⁻³³⁾, lactato desidrogenase (LDH) ^(29, 32), titina urinária (TU) ⁽³⁰⁾, aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT) ⁽³¹⁾, mioglobina (Mb) ⁽³²⁾; parâmetros de stresse oxidativo como malondialdeído (MDA) ^(29, 32), superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione reduzida (GSH), glutathione peroxidase (GPx), capacidade total oxidante (TOC), 8-hidroxi-2'-desoxiguanosina (8-OHdG), ácido úrico (AU), proteína sirtuína 3 (SIRT3) ⁽³²⁾ e capacidade total antioxidante (TAC) ^(29, 32). Foram avaliados parâmetros hematológicos: razões celulares neutrófilo-linfócito (NLR), plaquetas-linfócito (PLR) e monócitos-linfócito (MLR) ⁽²⁸⁾. No domínio funcional e subjetivo, destacaram-se o salto com contramovimento (CMJ), o índice de força reativa (RSI) ⁽²⁷⁾, o consumo máximo de oxigénio (VO₂max) ⁽³²⁾, a DOMS e a percepção de bem-estar ⁽²⁷⁾. Também foram avaliados outros desfechos, como o ácido láctico (AL) ⁽³³⁾ e BDNF (fator neurotrófico relacionado à adaptação neuromuscular) ⁽²⁸⁾.

Marcadores Inflamatórios

Relativamente à PCR, dois estudos indicaram, com 2 g/dia + piperina por 6 semanas, aumentos significativos de PCR no grupo placebo, enquanto no grupo curcuma não houve alterações relevantes. As elevações foram até 4,4 vezes inferiores no grupo suplementado ⁽²⁸⁾. Com 180 mg/dia por 2 dias, observaram aumentos semelhantes entre grupos na hs-CRP até 24 h após o jogo ⁽³⁰⁾.

No que respeita à IL-6, com 2g/d + piperina por 6 semanas, verificou-se um aumento significativo de 18 % no grupo placebo e uma redução (não significativa) de 4 % no grupo curcumina ⁽²⁸⁾. Com 4 g/d por 5 dias, ausência de diferenças significativas entre os grupos na IL-6 até 48 horas após competição simulada ⁽²⁹⁾. Com 250 mg/d, após 21 dias, ausência de diferenças significativas nos níveis de IL-6 entre grupos ⁽³³⁾.

Por fim, com suplementação de 2 g/dia de curcumina combinada com piperina durante 6 semanas, não se registaram diferenças significativas entre grupos para a IL-18, mas os níveis de TNF- α foram significativamente mais elevados ⁽²⁸⁾.

Biomarcadores de Lesão Muscular

Cinco estudos analisaram a CK, sendo que três relataram reduções significativas com a suplementação de curcumina em relação ao placebo: 4 g/dia durante 9 dias: redução de 26% nas 24 h e 48 h pós-competição ⁽²⁹⁾; 200 mg/dia + piperina por 10 dias: CK retornou ao basal em 72 h no grupo curcumina, mantendo-se elevado no placebo ⁽³¹⁾; 250 mg/dia por 21 dias: redução significativa de CK ⁽³³⁾. Por outro lado, 2 estudos não encontraram diferenças significativas entre grupos: 180 mg/dia durante 4 dias: aumento significativo de CK 24 h após o jogo em ambos os grupos, mas sem diferenças significativas entre eles ⁽³⁰⁾; 2 g/dia + piperina por 6 semanas: aumentos pós-exercício em ambos, sem diferenças entre grupos ⁽³²⁾.

Relativamente a LDH, 2 estudos avaliaram os efeitos da curcumina: com 4g/d durante 5 dias reportaram uma diminuição significativa dos níveis de LDH no grupo curcumina até 48 horas após competição ⁽²⁹⁾; com 2 g/dia + piperina por 6 não se verificaram diferenças entre grupos, embora tenham ocorrido aumentos significativos 1 h após o esforço no grupo placebo e no grupo curcumina ⁽³²⁾.

Num estudo com suplementação de curcumina combinada com piperina, os níveis de AST e ALT foram significativamente mais baixos no grupo intervenção ⁽³¹⁾. Outro estudo, com suplementação de 180 mg/dia durante 4 dias, os níveis de Mb aumentaram significativamente uma hora após o exercício em ambos os grupos, sem diferenças significativas entre eles, e os níveis de TU também não apresentaram diferenças ao longo das 48 horas de acompanhamento ⁽³⁰⁾.

Marcadores de Stresse Oxidativo

Dois estudos avaliaram os efeitos nos níveis de MDA. Com 4 g/dia durante 5 dias, os níveis de MDA diminuíram significativamente em todos os momentos no grupo curcumina, com uma redução total de 22% até 48 h pós-esforço, comparativamente ao placebo ⁽²⁹⁾. Com 2 g/dia + piperina durante 6 semanas, todos os participantes apresentaram aumentos significativos de MDA entre o primeiro e o segundo teste; contudo, apenas no grupo placebo os valores subiram significativamente logo após o exercício e uma hora depois ⁽³²⁾.

Dois estudos avaliaram os efeitos na TAC. Com 4 g/dia durante 5 dias foi registado um aumento significativo de 15% na TAC no grupo curcumina às 24 h e 48 h após competição ⁽²⁹⁾. Com 2 g/dia + piperina por 6 semanas, registaram-se diferenças significativas entre grupos nos níveis de TAS em repouso e após o esforço, com aumentos em ambos uma hora após o exercício.

Foram analisados outros parâmetros de stresse oxidativo no mesmo estudo, com aumento de 12 % nos níveis da SIRT3 no grupo curcumina imediatamente após o exercício, valor significativamente superior ao grupo placebo na segunda prova de esforço. Por outro lado, não foram observadas diferenças entre grupos nos restantes marcadores antioxidantes analisados ⁽³²⁾.

Desempenho Físico

Foi avaliado o VO₂max e não encontraram alterações significativas após seis semanas de suplementação com curcumina ⁽³²⁾.

Recuperação Funcional e Subjetiva

Abbott et al. com o uso curcumina micelizada, verificaram uma menor redução na altura do salto CMJ até 36 horas após o jogo e maior preservação do RSI, especialmente às 12 horas no grupo curcumina. ⁽²⁷⁾ Tanabe et al. com uma dose inferior de 180 mg/dia durante 7 dias, não encontraram diferenças significativas entre os grupos para CMJ nem para RSI ⁽³⁰⁾.

Ainda Abbott et al. observaram que os níveis de DOMS foram significativamente inferiores no grupo curcumina, acompanhado por maior bem-estar subjetivo durante a recuperação ⁽²⁷⁾. Em contraste, Tanabe et al. não observaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos nos níveis de DOMS ⁽³⁰⁾.

Parâmetros Metabólicos e Hematológicos

A PLR apresentou uma redução significativa no grupo curcumina uma hora após o teste de esforço, enquanto não foram observadas alterações significativas na NLR nem na MLR ⁽²⁸⁾ Ainda foi observada uma redução significativa de 16 % nos níveis de AL no grupo curcumina em comparação com o grupo placebo, bem como um aumento significativo de 0,23 g/dL nos níveis de Hb ⁽³³⁾.

Efeitos Adversos

Nenhum dos estudos incluídos nesta revisão tenha relataram efeitos colaterais adversos associados à suplementação com curcumina. Apenas três ensaios ⁽²⁷⁻²⁹⁾ referiram explicitamente a ausência de eventos colaterais, mesmo com doses elevadas (até 4 g/dia) ⁽²⁹⁾ ou protocolos prolongados (até 6 semanas) ⁽²⁸⁾.

Risco de Viés

Os 7 estudos foram avaliados pela ferramenta RoB 2.0 da Cochrane Collaboration. Um estudo (14,3%) foi classificado com baixo risco de viés global, enquanto os restantes apresentaram preocupações. Nenhum foi considerado de alto risco. Os domínios com melhor desempenho foram “Dados de desfecho ausentes” e “Medição do desfecho” (100% com baixo risco), seguidos por “Desvios das intervenções previstas” (85,7%). Já “Processo de randomização” e “Seleção do resultado relatado” revelaram maior fragilidade, com 71,4% e 85,7% dos estudos, respectivamente, classificados com algumas preocupações, principalmente devido à ausência de informação clara sobre a sequência de alocação e planos de análise previamente definidos. As classificações detalhadas encontram-se na Tabela 3.

Discussão

Esta revisão sistemática analisou os efeitos da suplementação com curcumina na recuperação pós-exercício em atletas. Os resultados sugerem benefícios na atenuação de biomarcadores inflamatórios, de lesão muscular e de stresse oxidativo, bem como na recuperação funcional. No entanto, a heterogeneidade metodológica compromete a comparabilidade dos dados.

Marcadores Inflamatórios

Durante e após a prática de exercício físico intenso e prolongado, certas células do sistema imunitário, como monócitos e macrófagos, libertam citocinas pró-inflamatórias, incluindo IL-1 β , IL-6 e TNF- α . Esta resposta contribui para o aumento transitório da inflamação sistémica observado nas horas que se seguem ao exercício ⁽³⁴⁾. A elevação da PCR na inflamação resulta da ativação da sua expressão hepática, induzida sobretudo pela IL-6. Em situações de dano tecidular ou exercício intenso, os níveis plasmáticos de PCR podem aumentar de forma acentuada,

refletindo a resposta inflamatória sistêmica ⁽³⁵⁾. A suplementação com curcumina demonstrou efeitos em alguns marcadores inflamatórios: observou-se um aumento de IL-6 de 18% no grupo placebo ($p = 0,010$), contrastando com uma leve redução de 4% no grupo suplementado com curcumina ($p > 0,05$), sugerindo um possível efeito regulador, porém não significativo. Esse efeito tem sido associado à capacidade de a curcumina de inibir a via de sinalização do fator nuclear kappa B (NF- κ B), envolvido na transcrição de citocinas pró-inflamatórias ⁽²⁸⁾. Outros dois estudos nesta revisão também não evidenciaram alterações significativas nos níveis de IL-6 ^(29, 33). Outras revisões sistemáticas indicam resultados inconsistentes quanto aos efeitos da curcumina sobre a IL-6 no contexto do exercício, com achados positivos e negativos ⁽²⁰⁻²²⁾. Quanto à PCR, também se verificou aumentos induzidos pelo exercício foram atenuados, mas não de forma significativa ⁽²⁸⁾. Em contraste, Tanabe et al. utilizando uma dose inferior (180 mg/dia), não observaram alterações relevantes nos níveis de hs-PCR ⁽³⁰⁾. Outros estudos com as mesmas dosagens (2 g/dia por 4 dias), não se verificaram efeitos significativos sobre a PCR em indivíduos moderadamente ativos ⁽³⁶⁾. Uma revisão também não encontrou efeitos ⁽²²⁾, enquanto outra relatou achados contraditórios, com estudos positivos e negativos para o mesmo desfecho ⁽³⁷⁾.

Biomarcadores de dano muscular

Exercícios físicos intensos, especialmente aqueles que envolvem contrações excêntricas, podem provocar microlesões nas fibras musculares ⁽¹⁸⁾, levando à liberação de enzimas intracelulares para a corrente sanguínea ⁽³⁸⁾. Entre as mais comuns estão a creatina quinase (CK) ⁽³⁹⁾ e a lactato desidrogenase (LDH), tradicionalmente utilizadas como marcadores indiretos da extensão do dano muscular, devido à sua abundância no tecido muscular esquelético e rápida liberação após

ruptura da membrana celular ⁽²³⁾. Vários estudos relataram reduções significativas nos níveis de CK após a suplementação com curcumina ^(29, 31, 33). O efeito protetor da curcumina poderá estar relacionado, em grande parte, com a sua ação antioxidante, que atenua os danos induzidos por espécies reativas de oxigênio (ROS) produzidas durante o exercício intenso e responsáveis por comprometer a integridade das membranas celulares ⁽²³⁾. Com menor stress oxidativo, há uma preservação estrutural dos miócitos, reduzindo a liberação de enzimas. Outro mecanismo possível será a curcumina poder interferir na via de transcrição NF-κB que impede a ativação de genes inflamatórios, como a atividade da COX-2 ⁽²²⁾, com diminuição da produção de prostaglandinas e histamina. Esta regulação contribui para limitar a permeabilidade vascular nos tecidos inflamados, reduzindo assim o extravasamento enzimático para o plasma ⁽²³⁾.

No entanto, nem todos os estudos confirmaram esse efeito: a ausência de alterações significativas nos níveis de CK pode estar associada à dose reduzida (180 mg/dia) ⁽³⁰⁾ e, consequentemente, à baixa concentração plasmática de curcumina. Por outro lado, em estudos utilizaram doses mais elevadas (2 g/dia) e associada a piperina, também não observaram diferenças significativas ⁽³²⁾. Revisões anteriores também apontaram para uma inconsistência nos resultados, possivelmente atribuída a variações no tipo de exercício, dose administrada, duração da suplementação e formulação utilizada ^(20, 22).

Em relação à lactato desidrogenase (LDH), apenas Ghojzadeh et al. reportaram uma redução significativa deste marcador até 48 horas após competição no grupo que recebeu curcumina ⁽²⁹⁾. Já Bańkowski et al. (2022) não observaram diferenças significativas entre grupos, embora tenham registado aumentos pontuais de LDH

em ambos os grupos ⁽³²⁾. Uma revisão sistemática recente também não encontrou efeitos significativos da curcumina nos níveis de LDH ⁽³⁷⁾.

Stresse Oxidativo

A curcumina parece exercer um efeito antioxidante relevante ao neutralizar ROS, prevenindo a peroxidação lipídica e o consequente dano celular. Além disso, pode potenciar a ação de enzimas antioxidantes endógenas, contribuindo para a proteção das membranas musculares em contextos de stress oxidativo e reduzindo a libertação de enzimas intracelulares para o plasma. A sua ação também pode envolver a inibição de enzimas produtoras de ROS, como a COX-2 e a xantina oxidase ⁽²²⁾. Durante o exercício físico intenso, a produção excessiva de ROS ativa vias inflamatórias como a NF-κB, o que intensifica o dano celular e sobrecarrega os sistemas antioxidantes naturais. Neste cenário, a curcumina poderá atenuar estes efeitos ao suprimir a ativação da NF-κB e, simultaneamente, ao ativar a via Nrf2, que regula positivamente a expressão de enzimas antioxidantes, promovendo uma resposta celular mais eficaz contra o stress oxidativo ⁽²³⁾.

Alguns estudos reportaram efeitos positivos associados à suplementação com curcumina: Ghojzadeh et al. verificaram um aumento significativo de 15% na capacidade TAC no grupo curcumina, acompanhado por uma redução de 22% nos níveis de MDA, um dos principais subprodutos da peroxidação lipídica, sugerindo uma ação protetora contra os danos oxidativos induzidos pelo exercício ⁽²⁹⁾. Bańkowski et al. (2022) também observaram efeitos positivos, com diferenças significativas entre grupos nos níveis de TAS (ou TAC), MDA e SIRT-3 após 6 semanas. Porém, a atividade da enzima SOD não aumentou de forma evidente. Também não foram registadas diferenças em outros parâmetros antioxidantes e oxidantes ⁽³²⁾. Uma revisão também relatou a ausência de efeitos consistentes em marcadores como

GPx, CAT e SOD ⁽²³⁾. Uma revisão sistemática também reporta impacto da curcuma nesses marcadores, indicando que, embora alguns estudos isoladamente apontem melhorias significativas em parâmetros como MDA, TAC, GSH e SIRT-3 os efeitos não são uniformemente replicados ⁽²²⁾.

Parâmetros de Performance e Recuperação

Os dados sobre desempenho físico e função neuromuscular são limitados e pouco consistentes. Apenas um estudo avaliou o VO₂max e não encontrou efeitos com a suplementação de curcuma ⁽³²⁾. Outras investigações também não reportaram efeitos significativos sobre o VO₂ ^(22, 37), mas observaram desfechos positivos da curcuma em outros indicadores de desempenho, como o desempenho em sprints e saltos ⁽²²⁾. No que respeita à recuperação funcional, apenas um estudo observou efeitos positivos, tanto em parâmetros objetivos (CMJ, RSI) como subjetivos (DOMS, bem-estar), possivelmente associados à formulação micelizada e à dose mais elevada utilizada ⁽²⁷⁾. Em contraste, Tanabe et al. (2024), com uma dose inferior (180 mg/dia), não registou efeitos relevantes ⁽³⁰⁾. De forma geral, os resultados de outras revisões também se revelam inconsistentes: algumas apontam benefícios da curcuma na redução da DOMS ^(20-22, 40) enquanto uma não observou efeitos ⁽³⁷⁾. Duas revisões identificaram melhorias na contração voluntária máxima e na amplitude de movimento ^(21, 22). No entanto, outro não encontrou efeitos significativos sobre a força funcional ⁽³⁷⁾. Vale destacar que esses estudos incluíram populações mistas, limitando a aplicabilidade direta dos resultados a atletas.

Sumário

Apesar de alguns resultados promissores relativamente aos efeitos da curcuma em marcadores de desempenho físico e recuperação neuromuscular, a evidência disponível permanece inconclusiva. Esta incerteza decorre, sobretudo, da elevada

heterogeneidade entre estudos — incluindo diferenças nos protocolos de suplementação (dose, duração, frequência), nas formulações utilizadas, na intensidade e tipo de exercício aplicado, bem como na variabilidade individual dos participantes. Além disso, a reconhecida baixa biodisponibilidade da curcumina constitui um fator limitante importante para a sua eficácia, especialmente no que diz respeito ao seu potencial anti-inflamatório. Futuros ensaios clínicos randomizados, metodologicamente robustos e com populações atléticas bem definidas, são fundamentais para esclarecer o real impacto da curcumina no contexto do rendimento desportivo e da recuperação pós-exercício.

Limitações e Implicações

Apesar de reunir evidência atualizada e específica sobre a suplementação com curcumina em atletas, esta revisão apresenta limitações. Os estudos incluídos apresentam elevada heterogeneidade quanto à dosagem, formulação, frequência e duração da intervenção, o que dificulta a sua comparação direta. Essa variabilidade metodológica compromete a possibilidade de realizar uma meta-análise quantitativa robusta e limita a extração de recomendações padronizadas.

Os protocolos de exercício e os desfechos avaliados variam consideravelmente entre os estudos, incluindo diferentes modalidades desportivas, tipos de esforço e marcadores fisiológicos analisados. Essa diversidade amplia a abrangência dos resultados, mas também reduz a comparabilidade. O tamanho reduzido das amostras em vários estudos compromete o poder estatístico e aumenta o risco de viés. Embora todos os estudos sejam ensaios clínicos randomizados, muitos apresentaram "algumas preocupações" de viés, particularmente nos domínios de randomização e seleção de desfechos. A baixa biodisponibilidade da curcumina e a variação nas formas de administração podem influenciar os efeitos observados, mas nem todos

os estudos controlaram esse aspecto de forma adequada. A ausência de padronização dificulta a identificação de uma dose-resposta clara e levanta dúvidas quanto à real eficácia em contextos práticos. Por fim, embora esta revisão tenha adotado critérios restritivos para incluir apenas atletas, o número de estudos com atletas de alto rendimento permanece limitado, o que restringe a extrapolação dos resultados para contextos de elite.

Conclusões

Esta revisão sistemática atualizou a evidência disponível sobre os efeitos da curcumina em atletas, sugerindo benefícios na redução de marcadores de dano muscular e de stress oxidativo, além de possíveis efeitos positivos na recuperação funcional e subjetiva. Contudo, os dados permanecem inconsistentes, impedindo conclusões definitivas. A variabilidade entre estudos, bem como a baixa biodisponibilidade e a falta de padronização metodológica, comprometem a comparabilidade e limitam a aplicação prática dos resultados. Apesar do bom perfil de segurança reportado, a evidência atual ainda não permite recomendações firmes quanto ao uso da curcumina como estratégia ergogénica ou de recuperação. São necessários estudos futuros, com maior rigor metodológico, amostras mais robustas e protocolos padronizados, para esclarecer o real impacto da curcumina no desempenho desportivo e na recuperação muscular, sobretudo em atletas de alto rendimento.

Agradecimentos

A conclusão deste trabalho complementar não teria sido possível sem o contributo, apoio e incentivo de várias pessoas, às quais expresso o meu sincero agradecimento.

Em primeiro lugar, agradeço ao Dr. César Leão, orientador, pela disponibilidade, orientação e partilha de conhecimentos, que foram fundamentais para o meu crescimento académico e profissional.

Ao Dr. Rui Poinhos, expresso um agradecimento muito especial pela proximidade, acompanhamento contínuo e valiosas orientações académicas, que foram determinantes para a concretização deste trabalho e para o meu desenvolvimento profissional.

À Dra. Marta Azevedo, agradeço profundamente o apoio fornecido, cuja colaboração foi essencial para o rigor científico deste trabalho.

Aos meus colegas de curso, deixo um agradecimento especial pela partilha de experiências, companheirismo e apoio ao longo destes anos, que tornaram este percurso académico mais rico e motivador.

Aos colegas de estágio, agradeço a entreaajuda, o espírito de equipa e os momentos de aprendizagem partilhada, que contribuíram para o crescimento pessoal e académico.

Por fim, não poderia deixar de agradecer à minha mãe, à minha avó e ao meu pai, pelo amor incondicional, apoio constante e confiança inabalável. Foram, e continuam a ser, pilares fundamentais em todas as etapas do meu percurso.

Referências

1. Yeung AWK, Horbańczuk M, Tzvetkov NT, Mocan A, Carradori S, Maggi F, et al. Curcumin: Total-Scale Analysis of the Scientific Literature. *Molecules*. 2019; 24(7):1393.
2. Tian WW, Liu L, Chen P, Yu DM, Li QM, Hua H, et al. Curcuma Longa (turmeric): from traditional applications to modern plant medicine research hotspots. *Chin Med*. 2025; 20(1):76.
3. Nelson KM, Dahlin JL, Bisson J, Graham J, Pauli GF, Walters MA. The Essential Medicinal Chemistry of Curcumin. *J Med Chem*. 2017; 60(5):1620-37.
4. Fuloria S, Mehta J, Chandel A, Sekar M, Rani N, Begum MY, et al. A Comprehensive Review on the Therapeutic Potential of Curcuma longa Linn. in Relation to its Major Active Constituent Curcumin. *Front Pharmacol*. 2022; 13:820806.
5. Fu Y-S, Chen T-H, Weng L, Huang L, Lai D, Weng C-F. Pharmacological properties and underlying mechanisms of curcumin and prospects in medicinal potential. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2021; 141:111888.
6. Hewlings SJ, Kalman DS. Curcumin: A Review of Its Effects on Human Health. *Foods*. 2017; 6(10)
7. Gupta SC, Patchva S, Aggarwal BB. Therapeutic Roles of Curcumin: Lessons Learned from Clinical Trials. *The AAPS Journal*. 2013; 15(1):195-218.
8. Food and Drug Administration. 21 CFR Part 182—Substances Generally Recognized as Safe. 2025. Disponível em: <https://www.ecfr.gov/current/title-21/chapter-I/subchapter-B/part-182>.
9. Anand P, Kunnumakkara AB, Newman RA, Aggarwal BB. Bioavailability of curcumin: problems and promises. *Mol Pharm*. 2007; 4(6):807-18.
10. Prasad S, Tyagi AK, Aggarwal BB. Recent developments in delivery, bioavailability, absorption and metabolism of curcumin: the golden pigment from golden spice. *Cancer Res Treat*. 2014; 46(1):2-18.
11. Stohs SJ, Chen O, Ray SD, Ji J, Bucci LR, Preuss HG. Highly Bioavailable Forms of Curcumin and Promising Avenues for Curcumin-Based Research and Application: A Review. *Molecules*. 2020; 25(6)
12. Liczbiński P, Michałowicz J, Bukowska B. Molecular mechanism of curcumin action in signaling pathways: Review of the latest research. *Phytotherapy Research*. 2020; 34(8):1992-2005.
13. He Y, Yue Y, Zheng X, Zhang K, Chen S, Du Z. Curcumin, inflammation, and chronic diseases: how are they linked? *Molecules*. 2015; 20(5):9183-213.
14. Porro C, Cianciulli A, Trotta T, Lofrumento DD, Panaro MA. Curcumin Regulates Anti-Inflammatory Responses by JAK/STAT/SOCS Signaling Pathway in BV-2 Microglial Cells. *Biology*. 2019; 8(3):51.
15. Hody S, Croisier JL, Bury T, Rogister B, Leprince P. Eccentric Muscle Contractions: Risks and Benefits. *Front Physiol*. 2019; 10:536.
16. Doma K, Deakin GB, Schumann M, Bentley DJ. Training Considerations for Optimising Endurance Development: An Alternate Concurrent Training Perspective. *Sports Medicine*. 2019; 49(5):669-82.
17. Zhang X, Zhong Y, Rajabi S. Polyphenols and post-exercise muscle damage: a comprehensive review of literature. *European Journal of Medical Research*. 2025; 30(1):260.

18. Peake JM, Neubauer O, Della Gatta PA, Nosaka K. Muscle damage and inflammation during recovery from exercise. *Journal of Applied Physiology*. 2017; 122(3):559-70.
19. Liu X, Lin L, Hu G. Meta-analysis of the effect of curcumin supplementation on skeletal muscle damage status. *PLoS One*. 2024; 19(7):e0299135.
20. Fang W, Nasir Y. The effect of curcumin supplementation on recovery following exercise-induced muscle damage and delayed-onset muscle soreness: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Phytother Res*. 2021; 35(4):1768-81.
21. Beba M, Mohammadi H, Clark CCT, Djafarian K. The effect of curcumin supplementation on delayed-onset muscle soreness, inflammation, muscle strength, and joint flexibility: A systematic review and dose-response meta-analysis of randomized controlled trials. *Phytother Res*. 2022; 36(7):2767-78.
22. Suhett LG, de Miranda Monteiro Santos R, Silveira BKS, Leal ACG, de Brito ADM, de Novaes JF, et al. Effects of curcumin supplementation on sport and physical exercise: a systematic review. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2021; 61(6):946-58.
23. Fernández-Lázaro D, Mielgo-Ayuso J, Seco Calvo J, Córdova Martínez A, Caballero García A, Fernandez-Lazaro CI. Modulation of Exercise-Induced Muscle Damage, Inflammation, and Oxidative Markers by Curcumin Supplementation in a Physically Active Population: A Systematic Review. *Nutrients*. 2020; 12(2)
24. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, Boutron I, Hoffmann TC, Mulrow CD, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. 2021; 372:n71.
25. Higgins JPT, Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M.J., & Welch, V.A. (Eds.). *Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions*. 6th ed.; 2019.
26. Sterne JAC, Savović J, Page MJ, Elbers RG, Blencowe NS, Boutron I, et al. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ*. 2019; 366:l4898.
27. Abbott W, Hansell EJ, Brett A, Skarabot J, James LJ, Clifford T. Curcumin Attenuates Delayed-Onset Muscle Soreness and Muscle Function Deficits Following a Soccer Match in Male Professional Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. 2023; 18(4):347-53.
28. Bankowski S, Wójcik ZB, Grabara M, Ozner D, Palka T, Stanek A, et al. Does curcumin supplementation affect inflammation, blood count and serum brain-derived neurotropic factor concentration in amateur long-distance runners? *Plos One*. 2025; 20(1)
29. Ghojazadeh M, Memarzadeh A, Nikniaz L, Sohrabnavi A, Hoseini M, Pourmanaf H. Effect of curcumin supplementation on muscle damage, antioxidant status and inflammatory factors after successive simulated taekwondo competitions. *Science & Sports*. 2022; 37(3):200-08.
30. Tanabe Y, Kondo E, Sagayama H, Shimizu K, Yasumatsu M, Nakamura D, et al. Impact of curcumin supplementation on exercise performance and muscle damage after a soccer match: a double-blind placebo-controlled cross-over study. *European Journal of Applied Physiology*. 2024; 124(7):2161-70.
31. Dwi Juniarsyah A, Apriantono T, Adnyana IK, Kurniati N, Hasan M. The Effect of Curcumin and Piperine Supplementation as a Recovery Method after Two Consecutive Futsal Matches. *International Journal of Human Movement and Sports Sciences*. 2024; 12:26-33.

32. Bankowski S, Petr M, Rozpara M, Sadowska-Krepa E. Effect of 6-week curcumin supplementation on aerobic capacity, antioxidant status and sirtuin 3 level in middle-aged amateur long-distance runners. *Redox Report*. 2022; 27(1):186-92.
33. Rosidi A, Ayuiningtyas A, Dewi L. The potential of Curcuma extract to alleviate muscle damage in amateur soccer players [Article]. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. 2022; 16:636-44.
34. Simpson RJ, Kunz H, Agha N, Graff R. Chapter Fifteen - Exercise and the Regulation of Immune Functions. In: Bouchard C, editor. *Progress in Molecular Biology and Translational Science*. Academic Press; 2015. 135, p. 355-80.
35. Sproston NR, Ashworth JJ. Role of C-Reactive Protein at Sites of Inflammation and Infection [Review]. *Frontiers in Immunology*. 2018; Volume 9 - 2018
36. Drobnic F, Joan R, Giovanni A, Stefano T, Federico F, Xavier V, et al. Reduction of delayed onset muscle soreness by a novel curcumin delivery system (Meriva®): a randomised, placebo-controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. 2014; 11(1):31.
37. Oxley RA, Peart DJ. The effect of curcumin supplementation on functional strength outcomes and markers of exercise-induced muscle damage: A systematic review and meta-analysis. *Nutr Health*. 2024; 30(1):77-92.
38. Paulsen G, Mikkelsen UR, Raastad T, Peake JM. Leucocytes, cytokines and satellite cells: what role do they play in muscle damage and regeneration following eccentric exercise? *Exerc Immunol Rev*. 2012; 18:42-97.
39. Baird MF, Graham SM, Baker JS, Bickerstaff GF. Creatine-kinase- and exercise-related muscle damage implications for muscle performance and recovery. *J Nutr Metab*. 2012; 2012:960363.
40. Daniel Vasile PR, Patricia ML, Marta MS, Laura E. Evaluation of curcumin intake in reducing exercise-induced muscle damage in athletes: a systematic review. *J Int Soc Sports Nutr*. 2024; 21(1):2434217.

Índice de Figuras

Figura 1. Fluxograma do processo de seleção dos estudos conforme as diretrizes PRISMA 2020	21
--	----

Índice de Tabelas

Tabela 1. Características principais dos estudos incluídos na revisão sistemática	22
Tabela 2. Variáveis avaliadas e principais resultados dos estudos incluídos na revisão sistemática	25
Tabela 3. Resultados da avaliação do risco de viés dos estudos incluídos com base na ferramenta RoB 2.0	29

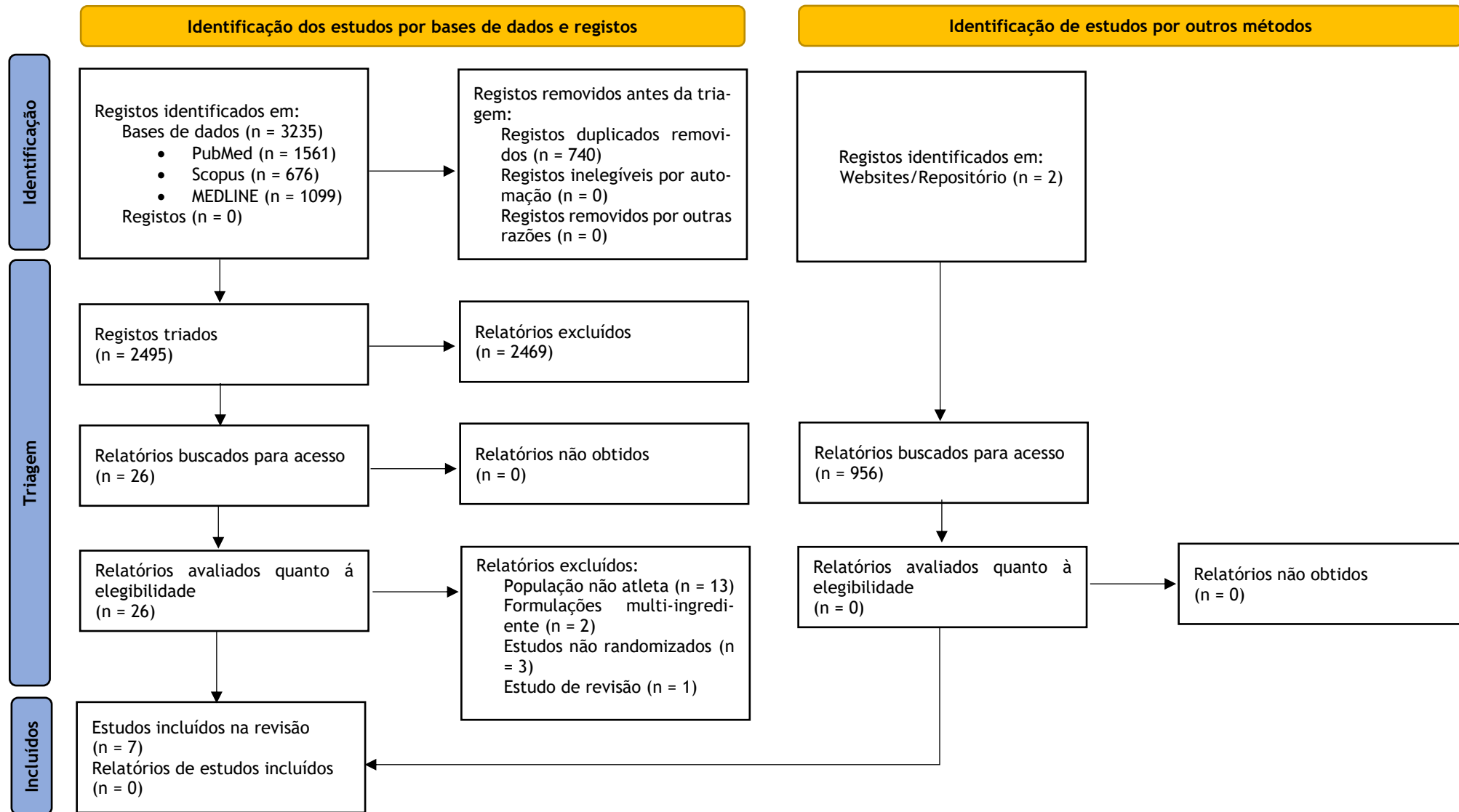


Figura 1. Fluxograma do processo de seleção dos estudos conforme as diretrizes PRISMA 2020

Tabela 1. Características principais dos estudos incluídos na revisão sistemática

Legendas: ECR - Ensaio Clínico Randomizado; CUR - Grupo de intervenção com Curcumina; PLA - Grupo placebo; VO₂max - Consumo máximo de oxigénio; d - Dia(s); MCT - *Medium-Chain Triglycerides* (Triglicerídeos de Cadeia Média).

Autor Ano	País	Desenho de Estudo	Amostra	Intervenção (Grupo CUR)	Controlo (Grupo PLA)	Duração	Tipo de Exercício
Abbott et al., 2023	Reino Unido	ECR duplo- cego, cru- zado, com placebo	11 futebolistas profissionais, ho- mens, 19 ± 1 anos	Suplemento: Curcu- mina (NovaSOL®) Dose total diária: 1,5 g/d Administração: 500 mg em 0 h, 12 h e 36 h pós-jogo	1,0 g/d óleo MCT (placebo), mesma posologia	3 dias (com me- dições em pré- jogo, 12h, 36h e 60h pós-jogo)	Jogo oficial de fute- bol (90 min)
Bańkowski et al., 2025	Polónia	ECR duplo- cego, com placebo	30 corredores amadores de longa distância, ho- mens, 38.3 ± 5.3 anos	Suplemento: Extrato de curcuma (95% curcumina) + pipe- rina Dose total diária: 2 g/d de curcumina + 40 mg/d de piperina Forma farmacêu- tica: 4 cápsulas/dia (500 mg curcumina + 10 mg piperina por cápsula) Administração: 2 cápsulas de manhã + 2 cápsulas à noite	400 mg de amido de milho + 10 mg ribo- flavina (placebo), mesma posologia	6 semanas	Teste incremental em passadeira (VO ₂ max) + corrida de longa distância (~104 km/semana)

Ghojazadeh et al., 2022	Irão	ECR duplo-cego, com placebo	18 atletas de taekwondo profissionais, homens, 22,3 ± 0,9 anos	Suplemento: Curcuma Dose total diária: 4 g/d Administração: 2 g duas vezes ao dia	4g/d farinha de arroz (placebo), mesma posologia	5 dias (3 dias antes + 2 dias após competições simuladas)	3 competições simuladas de taekwondo oficiais (3 rounds de 2 min, 1 min de intervalo; 3 lutas com 30 min entre elas, incluindo 25 min de descanso e 5 min de aquecimento; ambiente controlado com juízes)
Tanabe et al., 2024	Japão	ECR duplo-cego, cruzado, com placebo	15 futebolistas universitários amadores, homens, 20 ± 1 anos	Suplemento: Curcuma Dose total diária: 180 mg/d Administração: Administração: 5 cápsulas (90 mg cada) ao longo de 48 horas. 1 cápsula foi ingerida 1 hora antes do jogo e, nos dois dias seguintes, os participantes consumiram 2 cápsulas por dia.	180 mg/d maltose (placebo), mesma posologia	2 dias (48h após o jogo)	2 jogos de futebol (90 min) com uma semana 1 semana de intervalo entre eles
Juniarsyah et al., 2024	Indonésia	ECR duplo-cego, cruzado, com placebo	16 jogadores de futsal amadores, homens, 20 ± 0,95 anos	Suplemento: Curcuma + piperina Dose diária: 200 mg de curcuma + 10 mg de piperina	105 mg celulose microcristalina (placebo), mesma posologia	14 dias	2 partidas completas de futsal em dias consecutivos (regulamento FIFA)

				Administração: 2x/dia (100 mg curcuma + 5 mg piperina), 2 h antes do treino/jogo e antes de dormir			
Bańkowski et al., 2022	Polónia	ECR duplo-cego, com placebo	30 corredores de longa distância amadores, homens, 38,3 ± 5,3 anos.	Suplemento: Extrato de curcuma (95% curcumina) + piperina Dose diária: 2 g de curcuma + 40 mg de piperina Administração: 4 cápsulas/dia (500 mg curcuma + 10 mg piperina por cápsula), 2 pequeno-almoço e 2 jantar.	400 mg amido de milho + 10 riboflavina (placebo), mesma posologia.	6 semanas	Treinamento de endurance durante a fase preparatória do macrociclo, com média de 104 km/semana, baseado na <i>Daniel's Running Formula</i> (intensidades de 59% a 120% do VO ₂ max). Teste incremental em passadeira realizado antes e após a suplementação para avaliar VO ₂ max.
Rosidi et al., 2022	Indonésia	ECR duplo-cego, com placebo	20 futebolistas amadores, homens, 14-18 anos.	Suplemento: Extrato de Curcuma longa Dose: 250 mg por 100 g de gelado Administração: Após o treino durante 21 dias	100g de Gelado idêntico sem curcuma	21 dias	Corrida de 1 km 6 sprints de 15 m com 30 s de recuperação Teste intermitente (40 repetições de 15 s de corrida intensa com 10 s de corrida leve).

Tabela 2. Variáveis avaliadas e principais resultados dos estudos incluídos na revisão sistemática

Legendas: 8-OHdG - 8-hidroxi-2'-desoxiguanosina; ALT - Alanina aminotransferase; AST - Aspartato aminotransferase; AU - Ácido úrico; BDNF - Fator neurotrófico derivado do cérebro; CAT - Catalase; CK - Creatina quinase; CMJ - Salto com contramovimento; CRP / hs-CRP - Proteína C-reativa / de alta sensibilidade; DOMS - Dor muscular de início tardio; GPx - Glutathione peroxidase; GSH - Glutathione reduzida; Hb - Hemoglobina; IL-1B - Interleucina-1 beta; IL-6 - Interleucina-6; LDH - Lactato desidrogenase; Mb - Mioglobina; MDA - Malondialdeído; MLR - Razão monócito/linfócito; NLR - Razão neutrófilo/linfócito; PLR - Razão plaqueta/linfócito; RJ-index / RSI - Índice de força reativa; SIRT3 - Sirtuína 3; SOD - Superóxido dismutase; TAC / TAS - Capacidade / estado antioxidante total; TNF- α - Fator de necrose tumoral alfa; TOC / TOS - Capacidade / estado total de oxidação; TU - Titina urinária; VAS - Escala visual analógica de dor; VO₂max - Consumo máximo de oxigénio.

Autor / Ano	Variáveis avaliadas	Resultados principais
Abbott et al., 2023	CMJ, RSI, DOMS, bem-estar subjetivo	CMJ: grupo CURC apresentou menor redução da altura de salto em todos os tempos pós-jogo (12h, 36h e 60h) em comparação ao grupo placebo. Diferença mais notável em 12h: +1,91 cm ($P < 0.001$; $g = 0.36$). RSI: CURC preservou melhor a força reativa em 12h e 36h. Diferença máxima em 12h: +0.40 AU ($P = 0.003$; $g = 0.90$). DOMS: Grupo placebo apresentou maior dor muscular em 12h (70 mm) e 36h (53,6 mm). CURC reduziu significativamente a dor em todos os tempos. Diferença máxima: -47 mm em 36h ($P < 0.001$; $g = 2.12$). Bem-estar subjetivo: Piora no grupo placebo em 12h e 36h. CURC preveniu essa piora e mostrou melhora significativa em 12h e 60h ($P \leq 0.034$)
Bañkowski et al., 2025	CRP, IL-6, IL-1B, TNF- α , BDNF, hemo-grama, NLR, PLR, MLR	CRP: aumento significativo no grupo placebo ($p = 0,009$); grupo curcumina sem alterações significativas, com aumentos 4,4x, 1,8x e 1,9x inferiores em repouso, 3 min e 1 h pós-exercício, respetivamente. IL-6: aumento significativo no grupo placebo (+18%; $p = 0,010$), enquanto no grupo curcumina ocorreu uma ligeira redução (-4%), sem significado estatístico ($p > 0,05$). IL-1B: aumento em ambos os grupos (8 % no grupo curcumina e 15 % no grupo placebo), sem diferenças estatisticamente significativas entre eles ($p > 0,05$). TNF-α: grupo CURC apresentou níveis significativamente mais elevados de TNF-α 3 minutos após o teste, em comparação com o grupo PLA na segunda prova ($p = 0.004$; $d = 0.66$). BDNF: aumento de 21% no grupo curcumina vs. redução de 5% no placebo após 6 semanas, sem diferenças estatisticamente significativas ($p > 0,05$). Morfologia sanguínea (RBC, WBC, HGB, etc.): Sem alterações relevantes com a suplementação.

		Índices inflamatórios derivados (PLR, NLR, MLR): o grupo curcumina apresentou valores significativamente inferiores de PLR a 1 h pós-teste na primeira ($p = 0,023$) e segunda prova ($p = 0,038$), sem alterações da MLR e NLR.
Ghojzadeh et al., 2022	CK, LDH, MDA, TAC, IL-6	CK: redução significativa nas concentrações 24h e 48h após a competição no grupo curcumina em comparação ao placebo ($p = 0.001$) LDH: níveis significativamente menores no grupo curcumina em 24h e 48h pós-competição em relação ao placebo ($p = 0.001$) MDA: redução significativa nos níveis em todos os momentos avaliados no grupo curcumina comparado ao placebo ($p = 0.002-0.045$) TAC: aumento significativo no grupo curcumina após a competição (24h e 48h), comparado ao placebo ($p < 0.05$) IL-6: nenhuma diferença significativa entre grupos em todos os momentos avaliados ($p = 0.879$)
Tanabe et al., 2024	VAS, CMJ, RJ-index, hs-CRP, CK, TU	VAS: A dor muscular aumentou significativamente após o jogo em ambos os grupos. No grupo placebo, houve aumento significativo da dor aos 30 minutos ($p = 0.0003$), 24 h ($p = 0.0007$) e 48 h ($p = 0.0498$) após o jogo, comparado ao valor basal. No grupo CURC o aumento significativo foi observado apenas aos 30 minutos ($p = 0.0001$) e 24 h ($p = 0.0001$). No entanto, não houve diferença significativa entre os grupos ao longo do tempo (interação grupo $\times$ tempo: $p = 0.2145$). CMJ: não apresentou alterações significativas após o jogo em nenhum dos grupos, nem diferenças entre eles ($p = 0.8570$). RJ-index: diminuiu significativamente 24 h após o jogo em ambos os grupos: placebo ($p = 0.0359$) e curcumina ($p = 0.0014$), mas sem diferença significativa entre os grupos (interação grupo $\times$ tempo: $p = 0.2078$). CK: aumentou significativamente 24 h após o jogo em ambos os grupos ($p = 0.0001$), mas não houve diferença entre os grupos nas comparações em 24 h ($p = 0.524$) e 48 h ($p = 0.626$) TU: também aumentou 24 h após o jogo em ambos os grupos ($p < 0.001$), sem diferença entre grupos ($p = 0.657$). hs-CRP: aumentou 24 h após o jogo ($p = 0.012$), mas sem diferença entre grupos ($p = 0.899$).
Juniarsyah et al., 2024	CK, AST, ALT	CK: O grupo CURC apresentou menores valores de CK em comparação ao PLA após os dois jogos. Aos 24 h (1º jogo), 24 h (2º jogo) e 48 h, o CK foi significativamente inferior no grupo CURC, retornando ao valor basal em 72 h, enquanto o PLA permaneceu elevado ($p < 0.05$; $p < 0.01$; $p < 0.01$; $p < 0.05$, respectivamente). AST: O grupo PLA apresentou elevação significativa da AST após os jogos, enquanto o grupo CURC manteve os níveis estáveis em todas as medições, com diferenças estatísticas entre grupos aos 24 h (1), 24 h (2) e 48 h ($p < 0.01$ em todos os tempos).

		ALT: Tal como a AST, a ALT aumentou significativamente no grupo PLA após os jogos, mantendo-se elevada até 72 h. O grupo CURC não apresentou elevações significativas e demonstrou diferenças estatísticas entre grupos em todos os tempos pós-jogo ($p < 0.01$ em todos os tempos).
Bańkowski et al., 2022	VO₂max, SIRT3, SOD, CAT, GPx, GSH, AU, TAS, TOS/TOC, MDA, 8-OHdG, CK, LDH, Mb	VO₂max: não apresentou diferenças significativas entre os grupos antes ou após a suplementação com curcumina. Após 6 semanas, houve apenas um leve aumento em ambos os grupos, mas sem significância estatística ($p > 0.05$). SOD, CAT e GPx: não tiveram alterações significativas com a suplementação ($p > 0.05$). No entanto, a atividade de GPx no grupo CURC foi significativamente menor 1 hora após o exercício do que imediatamente após, tanto na primeira quanto na segunda prova ($p \leq 0.001$). No grupo PLA, essa redução só foi observada na segunda prova ($p \leq 0.001$). GSH: manteve-se estável em todas as condições e grupos, sem alterações significativas provocadas pelo exercício ou pela suplementação ($p > 0.05$). Porém, os resultados entre grupos não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$). AU: aumentou significativamente 1 hora após o exercício em ambos os grupos e nas duas provas ($p \leq 0.001$), sendo este um padrão fisiológico esperado após esforço intenso. TAS: apresentou diferenças significativas entre os grupos CURC e PLA em repouso e imediatamente após o exercício na primeira prova ($p < 0.05$). Em ambos os grupos, os níveis de TAS aumentaram 1 hora após o exercício, tanto na primeira quanto na segunda prova ($p < 0.05$). SIRT3: não diferiu entre os grupos na primeira prova, mas na segunda prova os níveis em repouso no grupo CURC foram significativamente maiores que na primeira prova ($p < 0.05$) e também maiores que os do grupo PLA ($p < 0.05$). No grupo PLA, SIRT3 aumentou significativamente após o exercício na segunda prova ($p \leq 0.01$). TOS/TOC: aumentaram significativamente imediatamente após o exercício em ambos os grupos e provas, sendo mais baixos após 1 hora de recuperação ($p < 0.05$). Porém, os resultados entre grupos não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$). MDA: todos os participantes (de ambos os grupos: placebo e curcumina) apresentaram níveis plasmáticos de MDA significativamente mais altos no segundo teste do que no primeiro ($p < 0.05$). Porém, somente no grupo placebo (PL), os níveis de MDA aumentaram significativamente logo após o exercício e 1 hora depois, em comparação com os valores basais ($p \leq 0.05$). 8-OHdG: significativamente menor no grupo CURC imediatamente após o exercício na segunda prova do que na primeira ($p < 0.05$). Já no grupo PLA, os níveis de 8-OHdG aumentaram 1 hora após o exercício na primeira prova ($p \leq 0.001$). Porém, os resultados entre grupos não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$).

		CK: aumentou significativamente após 1 hora de recuperação nas duas provas no grupo PLA e apenas na primeira prova no grupo CURC ($p < 0.05$). Em ambos os grupos, a atividade de CK foi maior 1 hora após o exercício do que imediatamente após o esforço. Porém, os resultados entre grupos não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$). LDH: teve aumentos significativos após 1 hora de recuperação: no grupo PLA na primeira prova ($p \leq 0.01$) e no grupo CURC na segunda prova ($p < 0.05$). Além disso, o grupo PLA apresentou níveis basais de LDH mais altos na segunda prova em relação à primeira ($p < 0.05$). Porém, os resultados entre grupos não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$). Mb: aumentou significativamente após 1 hora de recuperação em ambos os grupos nas duas provas, tanto em relação ao repouso quanto ao pós-exercício imediato ($p \leq 0.001$). Porém, os resultados entre grupos não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$).
Rosidi et al., 2022	CK, IL-6, Hb, AL	CK: Redução significativa no grupo CURC em comparação ao PLA ($p = 0,010$). IL-6: Sem diferenças significativas entre grupos ($p > 0,05$). Hb: Aumento significativo no grupo CURC comparado ao PLA ($p = 0,017$). ÁL: Redução significativa no grupo CURC em relação ao PLA ($p = 0,015$).

Tabela 3. Resultados da avaliação do risco de viés dos estudos incluídos com base na ferramenta RoB 2.0

Estudo	<u>D1</u>	<u>D2</u>	<u>D3</u>	<u>D4</u>	<u>D5</u>	<u>Geral</u>
Abbott et al., 2023	+	+	+	+	+	+
Barkoswki et al., 2025	!	+	+	+	!	!
Gholizadeh et al., 2022	+	+	+	+	!	!
Tanabe et al., 2024	!	+	+	+	!	!
Juniarsyah et al., 2024	!	+	+	+	!	!
Barkoswki et al., 2022	!	+	+	+	!	!
Rosidi et al., 2022	!	!	+	+	!	!



Baixo Risco



Algumas preocupações



Alto Risco

D1 Processo de randomização

D2 Desvios às intervenções pretendidas

D3 Dados de resultados em falta

D4 Medição do resultado

D5 Seleção do resultado reportado

