

**Efeitos da suplementação de nitrato no desempenho em treinos intervalados:
uma revisão da literatura**

JOENE CACIANO DE MOURA SANTOS

joenemoura@hotmail.com

**(Acadêmica de nutrição: Pontifícia Universidade Católica de Goiás; Goiânia,
Goiás, Brasil)**

ALLYS VILELA DE OLIVEIRA

allys@pucgoias.edu.br

(Mestre: Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil.)

Resumo

Introdução: a suplementação de nitrato tem sido amplamente investigada por seu potencial ergogênico, especialmente pela capacidade de aumentar a biodisponibilidade de óxido nítrico, favorecendo a perfusão muscular e reduzindo o custo energético do exercício. Esse efeito tem despertado interesse em modalidades que exigem esforços repetidos de alta intensidade, como exercícios intervalados, nos quais uma boa oxigenação e eficiência metabólica pode influenciar positivamente o desempenho. **Objetivo:** analisar as evidências da literatura sobre os efeitos da suplementação de nitrato no desempenho físico durante exercícios intervalados. **Métodos:** revisão integrativa da literatura por meio da base de dados PubMed, utilizando descritores relacionados à suplementação de nitrato e exercícios intervalados. Incluídos estudos clínicos com adultos, publicados entre 2015 e 2025, em inglês e português com texto completo disponível. **Resultados:** Após a triagem, nove estudos atenderam aos critérios de inclusão. Os estudos analisados relataram que a suplementação de nitrato promoveu aumento do $\text{VO}_{2\text{máx}}$, melhora da oxigenação muscular e maior potência máxima, além de auxiliar na manutenção da potência média durante sprints repetidos. Benefícios também foram observados na recuperação muscular no desempenho em exercícios intermitentes e elevação das concentrações plasmáticas de nitrato e nitrito, confirmando sua efetiva conversão em óxido nítrico. Apenas desconfortos gastrointestinais leves foram relatados. **Conclusão:** A suplementação de nitrato demonstrou potencial ergogênico em exercícios intervalados, favorecendo desempenho e recuperação. Contudo, a heterogeneidade metodológica e o número limitado de estudos com mulheres e atletas de elite indicam a necessidade de investigações adicionais para consolidar recomendações práticas.

Palavras-chave: Nitrato. Treinamento intervalado de alta intensidade. Suplementos nutricionais. Desempenho esportivo.

Abstract

Introduction: Nitrate supplementation has been extensively investigated for its ergogenic potential, especially its ability to increase nitric oxide bioavailability, promoting muscle perfusion and reducing the energy cost of exercise. This effect has sparked interest in modalities that require repeated high-intensity efforts, such as interval training, where optimizing oxygenation and metabolic efficiency can positively influence performance. **Objective:** to analyze the evidence in the literature on the effects of nitrate supplementation on physical performance during interval training. **Materials and methods:** integrative literature review using the PubMed database, using descriptors related to nitrate supplementation and interval training. Clinical studies with adults, published between 2015 and 2025, in English and Portuguese with full text available, were included. **Results:** The analyzed studies reported that nitrate supplementation promoted an increase in VO_2max , improved muscle oxygenation, and greater maximum power, in addition to helping maintain average power during repeated sprints. Benefits were also observed in muscle recovery and performance in interval exercises. Furthermore, an increase in plasma nitrate and nitrite concentrations was verified, confirming their effective conversion to nitric oxide. Only mild gastrointestinal discomfort was reported. **Conclusion:** Nitrate supplementation demonstrated ergogenic potential in interval training, favoring performance and recovery. However, the methodological heterogeneity and the limited number of studies with women and elite athletes indicate the need for further investigations to consolidate practical recommendations.

Keywords: Nitrate. High-intensity interval training. Dietary Supplements. Athletic Performance.

INTRODUÇÃO

A prática da suplementação nutricional é amplamente adotada por atletas e praticantes de atividade física com o objetivo de melhorar o desempenho, acelerar a recuperação e otimizar adaptações ao treinamento (Maughan e colaboradores, 2018). Diversos compostos têm sido investigados quanto ao seu potencial ergogênico, como a creatina, a cafeína, os aminoácidos de cadeia ramificada e, mais recentemente, o nitrato inorgânico.

A escolha e a eficácia de cada suplemento variam conforme a modalidade esportiva, intensidade e duração do exercício, além das características fisiológicas e nutricionais do indivíduo. De acordo com Maughan e colaboradores (2018), embora muitos suplementos sejam amplamente utilizados, apenas uma parcela apresenta evidências científicas robustas quanto à sua eficácia e segurança, reforçando a importância de estudos que avaliem seus efeitos no contexto esportivo.

Segundo Jones e colaboradores (2018) a busca por estratégias nutricionais que potencializem o desempenho esportivo de atletas de resistência tem sido tema central de investigações na área da nutrição esportiva. Dentre os recursos ergogênicos estudados, destaca-se a suplementação de nitrato, que tem demonstrado efeitos promissores na melhora da capacidade aeróbica e da performance em modalidades predominantemente oxidativas (Dominguez e colaboradores, 2017).

O nitrato, presente em alimentos como beterraba, rúcula e espinafre, possui a capacidade de atuar como precursor de óxido nítrico (NO). Essa substância possui função reconhecida na regulação do fluxo sanguíneo, da pressão arterial, redução do custo energético do exercício e melhora da eficiência mitocondrial (Lundberg,

Weitzberg e Gladwin, 2008; McMahon, Leveritt e Pavey, 2017).

Nos últimos anos, o interesse científico sobre a ação do nitrato tem se expandido para modalidades intermitentes e de alta intensidade, que alternam períodos de esforço intenso com breves intervalos de recuperação, como futebol, basquete e treinos intervalados de alta intensidade (HIIT). Esses tipos de exercício impõem elevadas demandas cardiorrespiratórias e metabólicas, exigindo rápida ressíntese de energia e eficiente perfusão muscular, condições nas quais o óxido nítrico pode exercer papel determinante para o desempenho (Nyakayuri e colaboradores, 2017; Thompson e colaboradores, 2018).

Sendo assim, considerando a crescente aplicação do nitrato em diferentes contextos esportivos e a necessidade de consolidar evidências sobre sua efetividade em exercícios intervalados, esta revisão tem como objetivo analisar as evidências da literatura sobre os efeitos da suplementação de nitrato no desempenho físico durante exercícios intervalados.

MÉTODOS

O presente estudo trata-se de uma revisão integrativa da literatura, cujo objetivo foi reunir e analisar as evidências científicas disponíveis sobre os efeitos da suplementação de nitrato no desempenho físico durante exercícios intervalados.

A busca dos estudos foi realizada na base de dados PubMed utilizando combinações dos descritores em inglês: “*Dietary Nitrate*”, “high-intensity interval training”, “Beetroot Juice” e “Athletes”, combinados pelo operador booleano *AND*. As pesquisas foram realizadas da seguinte forma: “Dietary Nitrate” *AND* “high-intensity interval training”, “Beetroot Juice” *AND* “high-intensity interval training”, “Dietary Nitrate” *AND* “Athletes”, “Beetroot Juice” *AND* “Athletes”. Foram selecionados artigos publicados entre 2015 e 2025, no idioma inglês ou português.

Foram incluídos estudos clínicos, realizados com humanos adultos (+19 anos), que investigaram os efeitos da suplementação de nitrato (proveniente de fontes alimentares ou sintéticas) sobre o desempenho físico em exercícios intervalados ou intermitentes de alta intensidade, com acesso gratuito ao texto completo na base de dados. Foram excluídos artigos de revisão, metanálises, estudos com animais, trabalhos que combinaram outros suplementos ao nitrato, ensaios que tiveram crianças ou idosos em sua amostra, bem como artigos sem acesso ao texto completo ou que não apresentaram resultados relacionados ao desempenho físico nos exercícios intermitentes.

A seleção dos artigos ocorreu em três etapas: inicialmente foi feita a leitura dos títulos, a fim de identificar estudos potencialmente elegíveis; em seguida, a leitura dos resumos para verificar o conteúdo dos artigos; posteriormente, procedeu-se à leitura completa dos textos que atenderam aos critérios de inclusão.

De cada artigo selecionado foram extraídas as seguintes informações: autor, ano de publicação, país, amostra (n, sexo, idade), modalidade esportiva, protocolo de suplementação (forma, dose e duração), tipo de teste físico aplicado, principais resultados e efeitos adversos relatados. Esses dados foram organizados em um quadro descritivo (Quadro 1), possibilitando a comparação entre os diferentes protocolos e seus resultados.

A análise dos resultados foi conduzida de forma qualitativa e descritiva, considerando a consistência metodológica, a força das evidências e a relevância dos achados em relação ao objetivo proposto.

RESULTADOS

Foram selecionados nove artigos que atenderam ao critério de inclusão desta revisão. Os estudos analisados foram publicados entre os anos de 2016 e 2025, conduzidos em diferentes países (Reino Unido, Espanha, Estados Unidos, Países Baixos e Portugal), com destaque para o Reino Unido responsável por cerca de 55,5% desses estudos.

O total de participantes analisados foi de 274 indivíduos, que variou de estudos com 13 (Rimer e colaboradores, 2016) a 52 participantes (Jonvik e colaboradores, 2018), sendo a maioria composta por homens (65,3%), a faixa etária variou entre 17 e 42 anos. As pesquisas, em grande parte, foram realizadas com atletas de modalidades coletivas e de resistência, embora alguns tenham incluído esportistas recreativos ou não altamente treinados.

Em relação as estratégias de suplementação o suco de beterraba foi a forma mais utilizada como é possível visualizar no Quadro 1, em doses de nitrato variando entre 6,4 a 11,2 mmol/dia (400 a 800 mg/dia), administrado tanto de forma aguda quanto crônica (até quatro semanas). A suplementação de nitrato em alguns estudos foi realizada ente 2,5h e 3h antes dos testes, enquanto outros adotaram esquemas crônicos, com doses divididas ao longo do dia. Houve também trabalhos que investigaram gel de nitrato saborizado, nitrato de potássio, extrato de amaranto associado à citrulina malato e placebo com suco de beterraba reduzido de nitrato e suco de groselha.

Quadro 1 – Resumo de informações extraídas dos artigos científicos selecionados para a revisão (n= 9).

AUTOR	ORIGEM	AMOSTRA (F/M)	IDADE (ANOS)	MODALIDADE	FONTE DE SUPLEMENTOS	DOSE (mmol)	DESFECHOS PRIMÁRIOS
Thompson e colaboradores (2018)	UK	30 (12/18)	25 ± 6	Esportes em grupo ou endurance	Suco de beterraba ou Nitrato de Potássio	12,8	Redução da pressão diastólica e sistólica no grupo Beterraba (p<0,05). VO2 pico foi aumentado em 11% no grupo Beterraba e 4% no grupo nitrato de potássio (p<0,05).
Thompson e colaboradores (2017)	UK	36 (18/18)	F = 23 ± 4 M = 27 ± 8	Esportes coletivos ou de resistência	Suco de beterraba	6,4	Redução da pressão sistólica e MAP no grupo BR (p<0,05). Redução plasmática no grupo BR. VO2 pico foi aumentado em 11% no grupo BR + SIT. WR no GET foi aumentado no grupo SIT+BR. Menor lactato, maior pH e redução de fibras lix no grupo SIT+BR.
Muggeridge e colaboradores (2016)	UK	27 (0/27)	28 ± 7	2 sessões de exercício incremental	Gel com nitrato	8	Aumento de VO2max no SIT + NIT (6,3%) E SIT+PLA (5%). Reduziu índice de fadiga em 0,5% no grupo NIT e - 7,3 (p=0,073) no grupo PLA. Aumentou para ambos os grupos. Melhorou a manutenção da potência média no grupo NIT.

AUTOR	ORIGEM	AMOSTRA (F/M)	IDADE (ANOS)	MODALIDADE	FONTE DE SUPLEMENTOS	DOSE (mmol)	DESFECHOS PRIMÁRIOS
Clifford e colaboradores (2016)	UK	20 (0/20)	BTJ = 23 ± 3 PLA = 21 ± 2	Futebol, Rugby, basquete, hóquei e handbol	Suco de beterraba		Acelerou a recuperação do CMJ(+7,6%) e índice de força reativa RI(+13,8%) em 72h pós-RST1 no grupo BTJ. Aumentou PPT(limiar de dor à pressão) em 10,4% pós RST2 no grupo BTJ.
Nyakayuri e colaboradores (2017)	UK	32 (0/32)	23 ± 1	Futebol	Suco de beterraba	12,8	Aumentou a concentração de Nitrato e Nitrito no grupo BR , no plasma e na saliva. Melhorou o desempenho de corrida intermitente no grupo BR (distância percorrida 3,4% BR).
Ramírez-Munera e colaboradores (2025)	Espanha	34 (34/0)	23 ± 4	Futebol	Extrato de amaranto (Oxystorm®, 9% NO ₃ ⁻) + Citrulina Malato (2:1)	8	O grupo NIT + CM atingiu velocidades máximas mais altas do que o grupo placebo(p < 0,001) e maiores distâncias totais e de caminhada e uma distância maior percorrida por minuto no treinamento. o grupo NIT + CM mostrou melhor preservação da capacidade anaeróbica no dia seguinte a uma partida competitiva, com reduções significativamente menores na potência média e mínima durante o WAnT. Aumentou a concentração de Nitrato no grupo NIT+CM

AUTOR	ORIGEM	AMOSTRA (F/M)	IDADE (ANOS)	MODALIDADE	FONTE DE SUPLEMENTOS	DOSE (mmol)	DESFECHOS PRIMÁRIOS
Rimer e colaboradores (2016)	USA	13 (2/11)	25,9 ± 7,5	Tenis Esqui alpino Futebol americano Ciclismo Triatlo	Suco de beterraba	11,2	Aumento maior na Potencia máxima de PRE para POST NO3(6,0±2,6%) em comparação com o PLA(2,0±3,8%) (p=0,014; d=1,21; 1-β=0,91). Aumentou a Cadencia ótima no POST NO3 (PLA: -0,3±4,1% vs. NO3: 6,5±11,4%; p=0,049; d=0,79; 1- β=0,74).
Jonvik e colaboradores (2018)	Países baixos	52 (29/23)	M = 22± 5 F = 26± 8	Ciclistas patinadores	Suco de beterraba	16,8	tempo para atingir potência máxima (time-to-peak power) melhorou 2,8% com suco de beterraba vs placebo. Sem diferenças entre atletas recreativos, competitivos e de elite
Sousa e colaboradores (2021)	Portugal	30 (0/30)	HNO = 36,1±4,6 HPL = 37,4±5,7 CON = 34,9±8,4	Endurance	Suco de beterraba	8,4	Nenhum efeito ergogênico percebido em hipóxia (em grandes altitudes).

Legendas: BR = suco de beterraba, PLA= placebo, SIT + BR= exercício intervalado + suco de beterraba, SIT + NIT= exercício intervalado + gel de nitrato, SIT + PLA= exercício intervalado + placebo, BTJ= suco de beterraba, NIT + CM = Extrato de amaranto + Citrulina Malato, HPL = hipóxia + placebo, CON = normoxia + placebo

Os estudos empregaram diferentes protocolos de avaliação, com destaque para o teste incremental de $\text{VO}_2\text{máx}$, o teste Yo-Yo IR1, o teste de Wingate, além de protocolos de sprint repetido e medidas de recuperação muscular (salto contramovimento, força reativa e dor muscular). Entre esses, o teste incremental e o teste de sprint repetido foram os mais frequentes para avaliar a resposta ao nitrato.

De forma geral, os resultados apontaram que a suplementação de nitrato promoveu melhora da oxigenação muscular e aumento do $\text{VO}_2\text{máx}$ em até 11% (Thompson e colaboradores, 2018; Thompson e colaboradores, 2017, Muggeridge e colaboradores, 2016), redução da pressão arterial favorecendo adaptações cardiovasculares (Thompson e colaboradores, 2018; Thompson e colaboradores, 2017), melhora da potência máxima e manutenção da potência média em protocolos de sprint (Rimer e colaboradores, 2016; Jonvik e colaboradores, 2018), melhora da recuperação muscular, com maior salto contramovimento, força reativa e menor dor pós-esforço (Clifford e colaboradores, 2016), desempenho aprimorado em corrida intermitente e maior distância percorrida em atletas de futebol (Nyakayuri e colaboradores, 2017; Ramírez-Munera e colaboradores, 2025). Por outro lado, alguns estudos não observaram efeitos significativos da suplementação em atletas de alto rendimento, sugerindo que o nível de treinamento pode influenciar a resposta ao nitrato (Sousa e colaboradores, 2021).

Além disso, observou-se aumento significativo das concentrações plasmáticas de nitrato (Ramírez-Munera e colaboradores, 2025; Nyakayuri e colaboradores, 2017; Jonvik e colaboradores, 2018) e de nitrito (Nyakayuri e colaboradores, 2017; Jonvik e colaboradores, 2018), confirmando a efetividade da suplementação e sua conversão metabólica em óxido nítrico, o que sustenta os efeitos fisiológicos relatados.

Em relação à segurança, apenas quatro participantes relataram desconfortos

gastrointestinais leves durante a suplementação (Nyakayuri e colaboradores, 2017), sem outros eventos adversos relatados.

DISCUSSÃO

A análise dos dados mais atuais disponíveis na literatura indica que a suplementação de nitrato, especialmente proveniente do suco de beterraba, exerce efeitos ergogênicos sobre o desempenho físico durante exercícios intervalados. Entre os principais benefícios observados estão o aumento do consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{máx}}$), a melhora da oxigenação muscular, o aumento da potência máxima e a manutenção da potência média em protocolos de sprint, além de favorecer a recuperação muscular e o desempenho em corridas intermitentes (Thompson e colaboradores, 2017; Muggeridge e colaboradores, 2016; Jonvik e colaboradores, 2018; Ramírez-Munera e colaboradores, 2025).

Esses efeitos sustentam a hipótese de que a suplementação de nitrato pode melhorar o desempenho em modalidades que exigem alternância entre esforços intensos e períodos curtos de recuperação, principal característica dos exercícios intervalados. O aumento das concentrações plasmáticas de nitrato e nitrito observado nos estudos (Ramírez-Munera e colaboradores, 2025; Nyakayuri e colaboradores, 2017; Jonvik e colaboradores, 2018) reforça a efetividade da suplementação e sua conversão metabólica em óxido nítrico, composto que desempenha papel essencial na regulação do fluxo sanguíneo e na eficiência metabólica durante o exercício (McMahon; Leveritt; Pavey, 2017).

Os efeitos positivos podem ser explicados pelo aumento na produção de óxido nítrico

(NO) por meio da via nitrato–nitrito–óxido nítrico, que ocorre independentemente da via clássica dependente da enzima óxido nítrico sintase (NOS). Após a ingestão, o nitrato (NO_3^-) é absorvido no trato gastrointestinal, concentrado nas glândulas salivares e reduzido a nitrito (NO_2^-) pela ação de bactérias anaeróbias comensais presentes na cavidade oral, especialmente dos gêneros *Veillonella*, *Actinomyces* e *Neisseria*, que tem papel essencial na formação de óxido nítrico (Jones e colaboradores, 2021)

Devido a esse papel da microbiota oral, o uso de enxaguantes bucais antibacterianos pode inibir significativamente essa conversão bacteriana, reduzindo assim a concentração plasmática de nitrito e, conseqüentemente, minimizando os efeitos ergogênicos esperados (Jones e colaboradores, 2021). Por esse motivo, todos os estudos incluídos nesta revisão proibiram o uso de enxaguantes bucais em seus protocolos experimentais com objetivo de promover a integridade do ciclo enterossalivar e a máxima conversão metabólica do nitrato em NO.

Em condições de baixa disponibilidade de oxigênio, como durante o exercício intenso, o nitrito é convertido a óxido nítrico, promovendo vasodilatação, maior perfusão sanguínea e melhora da eficiência mitocondrial (Mcmahon; Leveritt; Pavey, 2017; Lundberg; Weitzberg; Gladwin, 2008).

Esses mecanismos fisiológicos explicam os resultados observados nos testes incrementais de $\text{VO}_{2\text{máx}}$ e Yo-Yo IR1, que demonstraram melhora da oxigenação muscular e do desempenho aeróbico (Thompson e colaboradores, 2018; Thompson e colaboradores, 2017; Nyakayuri e colaboradores, 2017). A vasodilatação induzida pelo NO aumenta o aporte de oxigênio e nutrientes ao músculo ativo, reduz o custo energético do exercício e melhora a tolerância à fadiga, refletindo no aumento do $\text{VO}_{2\text{pico}}$ e na manutenção da potência média em protocolos de sprint repetido e

Wingate (Rimer e colaboradores, 2016; Jonvik e colaboradores, 2018).

Além disso, o óxido nítrico exerce efeito protetor sobre o tecido muscular, reduzindo o estresse oxidativo e os danos induzidos pelo exercício de alta intensidade, o que pode justificar os resultados positivos observados nos testes de recuperação muscular, como o salto contramovimento (CMJ), o índice de força reativa (RI) e o limiar de dor à pressão (PPT) (Clifford e colaboradores, 2016). O nitrato também tem sido apontado como potencial agente antioxidante, capaz de modular o equilíbrio redox por meio da neutralização de espécies reativas de oxigênio (ROS) e nitrogênio (RNS), essa ação contribuiria para reduzir a peroxidação lipídica e preservar a integridade das fibras musculares após o esforço físico intenso (Menezes e colaboradores, 2019). De acordo com esses autores (Menezes e colaboradores, 2019), compostos doadores de nitrato, como o suco de beterraba, suprimem a formação de radicais livres e favorecem a recuperação celular após o exercício, associando assim a ação antioxidante aos efeitos ergogênicos observados.

Estudos recentes têm buscado compreender os efeitos da suplementação de nitrato sobre o desempenho em exercícios intervalados de alta intensidade. Nesse contexto, a revisão de Wong e colaboradores (2021) avaliou protocolos com doses variando entre 5,2 mmol/dia em intervenção crônica e entre 4,84 e 12,9 mmol/dia em uso agudo. Apesar da semelhança com as doses utilizadas nos estudos incluídos nesta revisão (6,4 a 11,2 mmol/dia), os autores não observaram melhora significativa no pico ou na potência média durante os protocolos repetidos de sprint após a suplementação aguda ou crônica com o suco de beterraba.

Esses achados contrastam com os resultados observados na presente revisão, em que a maioria dos estudos relatou melhoras na potência média (Rimer e colaboradores, 2016; Jonvik e colaboradores, 2018), aumento no $\text{VO}_{2\text{pico}}$ (Thompson

e colaboradores, 2017; Thompson e colaboradores 2018; Muggeridge e colaboradores, 2016) e melhor desempenho em exercícios intermitentes (Nyakayuri e colaboradores, 2017; Ramírez-Munera e colaboradores, 2025), sugerindo que diferenças metodológicas podem influenciar a resposta ao nitrato.

Além dos exercícios intervalados, a literatura também apresenta evidências do efeito ergogênico do nitrato em modalidades predominantemente aeróbicas. O estudo de Domínguez e colaboradores (2017) analisou o impacto da suplementação com suco de beterraba sobre a resistência cardiorrespiratória e observou melhora significativa na eficiência cardiorrespiratória e na economia de oxigênio, corroborando com os resultados deste trabalho, ainda que naquele caso em protocolos de endurance.

Os estudos incluídos nesta revisão contemplaram tanto protocolos agudos quanto crônicos de suplementação. Os resultados sugerem que o uso crônico, com duração entre 4 dias e 4 semanas, tende a promover maiores adaptações fisiológicas, como o aumento sustentado das concentrações plasmáticas de nitrato e nitrito e a melhora progressiva da performance (Thompson e colaboradores, 2017; Ramírez-Munera e colaboradores, 2025; Domínguez e colaboradores, 2017). Segundo Jones (2014) a repetição diária das doses favorece o acúmulo de nitrato nos tecidos e uma maior disponibilidade de óxido nítrico, o que contribui para ganhos mais consistente na economia de oxigênio e no desempenho. Ademais, o uso agudo, realizado de duas a três horas antes do exercício, também demonstrou benefícios no desempenho de sprint e exercícios intermitentes (Rimer e colaboradores, 2016; Jonvik e colaboradores, 2018). Essa resposta rápida é atribuída a elevação transitória das concentrações plasmáticas de nitrato e nitrito, capaz de melhorar a eficiência metabólica e a oxigenação muscular em curto prazo. Nesse sentido, Senefeld e colaboradores (2020) destacam que a relevância dessa resposta pode variar

conforme o nível de treinamento e o sexo do atleta, indicando que protocolos crônicos tendem a gerar respostas mais consistentes em diferentes populações.

As doses dos suplementos consideradas eficazes nos estudos incluídos nesta revisão encontram-se dentro dos intervalos recomendados Associação Brasileira de Nutrição Esportiva (ABNE), que recomenda o uso agudo de 8 a 16 mmol e o uso crônico de 4 a 16 mmol, ingeridos pelo menos 120 minutos antes do exercício (Quaresma e colaboradores, 2015).

A maior parte dos estudos analisados nesta revisão envolveu homens, havendo apenas um estudo com amostra total de mulheres (Nyakayuri e colaboradores, 2017), no qual foram observados melhora no desempenho de corrida intermitente e aumento das concentrações plasmáticas de nitrato e nitrito. A escassez de estudos com o sexo feminino também foi relatada por outros estudos, limitando assim a generalização dos resultados (Senefield e colaboradores, 2020; Silva e colaboradores, 2022).

Além disso, o nível de treinamento parece influenciar a magnitude dos efeitos ergogênicos, indivíduos moderadamente treinados demonstram maior resposta fisiológica à suplementação, enquanto atletas altamente treinados demonstraram efeitos menos expressivos, possivelmente devido a menor margem de adaptação (Thompson e colaboradores, 2018; Sousa e colaboradores, 2021; Senefield e colaboradores, 2020; Silva e colaboradores, 2022).

A Diretriz Brasileira de Prática Clínica em Nutrição Esportiva (Quaresma e colaboradores, 2015) está em consonância com os resultados obtidos nesta revisão. Assim como identificado neste trabalho, a diretriz reconhece o nitrato alimentar, especialmente proveniente do suco de beterraba, como um recurso ergogênico seguro, desde que utilizado nas doses adequadas e respeitando o tempo de ingestão pré-exercício. No entanto, destaca-se a necessidade de mais estudos envolvendo

mulheres, diferentes modalidades esportivas e protocolos de suplementação prolongada, pontos que também evidenciam as lacunas ressaltadas na presente revisão.

De modo geral, a suplementação de nitrato alimentar demonstrou ser segura e bem tolerada nas doses utilizadas pelos estudos incluídos nesta revisão. Apenas quatro participantes relataram desconfortos gastrointestinais leves, como distensão abdominal e náusea, sem impacto clínico relevante (Nyakayuri e colaboradores, 2017). A segurança do uso de nitrato alimentar tem sido amplamente estudada. Segundo McMahon e colaboradores (2023), a prevalência de efeitos adversos é muito baixa e o uso de nitrato de origem natural, como o obtido da beterraba e de vegetais folhosos, reforça a segurança desde que respeitados os limites.

A suplementação de nitrato pode ser considerada segura e bem tolerada, desde que observadas a dosagem e o tempo de ingestão recomendado pela literatura e as diretrizes mais atuais (Quaresma e colaboradores, 2025).

Entre os principais pontos positivos identificados nesta revisão, destacam-se a consistência dos efeitos fisiológicos atribuídos à suplementação de nitrato, como a melhora da oxigenação muscular, o aumento do VO_2 máx, o melhor desempenho em sprints e a recuperação muscular aprimorada, resultados observados em diferentes protocolos e modalidades esportivas (Thompson e colaboradores, 2017; Jonvik e colaboradores, 2018; Clifford e colaboradores, 2016; Ramírez-Munera e colaboradores, 2025). Outro aspecto favorável é a segurança e acessibilidade do suco de beterraba, principal fonte dietética de nitrato utilizada nos estudos, tornando essa estratégia uma alternativa natural, de baixo custo e cientificamente fundamentada para a melhora do desempenho físico (Thompson e colaboradores, 2017; Thompson e colaboradores, 2018; Clifford e colaboradores, 2016; Nyakayuri e colaboradores,

2017; Rimer e colaboradores, 2016; Jonvik e colaboradores, 2018; Domínguez e colaboradores, 2017; McMahon e colaboradores, 2023).

Em contrapartida, entre os pontos negativos observados, destaca-se a heterogeneidade metodológica entre os estudos, incluindo variações nas doses, no tempo de suplementação e nas características das amostras, como sexo e nível de treinamento. Além disso, a escassez de estudos com mulheres e o pequeno número de ensaios clínicos com atletas de elite limitam a generalização dos resultados. Outro ponto de atenção é a ausência de padronização na forma de administração do nitrato, o que dificulta comparações diretas entre diferentes protocolos e pode explicar parte das divergências nos achados (Wong e colaboradores, 2021; Sousa e colaboradores, 2021).

As evidências analisadas apontam a necessidade de novos ensaios clínicos controlados que avaliem a suplementação de nitrato em exercícios intervalados, com maior inclusão de mulheres e atletas de diferentes modalidades, considerando possíveis variações fisiológicas e hormonais (Senefield e colaboradores, 2020; Silva e colaboradores, 2022).

Também é importante salientar que pesquisas futuras devem investigar os efeitos de longo prazo sobre o desempenho e marcadores de saúde, incluindo estresse oxidativo e função mitocondrial (Menezes e colaboradores, 2019). Além disso, é essencial compreender melhor as diferenças individuais de resposta, influenciadas pela microbiota oral, dieta e nível de treinamento (Jones e colaboradores, 2021; McMahon e colaboradores, 2023).

CONCLUSÃO

A suplementação de nitrato promove benefícios relevantes, incluindo aumento do $\text{VO}_2\text{máx}$, melhora da oxigenação muscular, maior potência máxima e manutenção da potência média em sprints, além de favorecer a recuperação muscular e aprimorar o desempenho em corridas intermitentes. O aumento das concentrações plasmáticas de nitrato e nitrito indica a efetividade da suplementação e sua conversão metabólica em óxido nítrico, mecanismo central para justificar os efeitos fisiológicos observados nos estudos clínicos. As doses mais eficazes relatadas nesta revisão variaram de 6,4 a 11,2 mmol/dia, proveniente principalmente de suco de beterraba.

Apesar dos resultados positivos, parte dos estudos não identificou efeitos significativos em atletas de alto rendimento, sugerindo que o nível de treinamento pode modular a resposta ao nitrato. Os relatos de efeitos adversos foram mínimos e restritos a desconfortos gastrointestinais leves, portanto indicando a segurança desse composto.

Assim, a suplementação de nitrato se apresenta como uma estratégia ergogênica promissora para exercícios intervalados, embora seja necessário aprofundar as pesquisas em diferentes modalidades esportivas, protocolos de suplementação e perfis de atletas, a fim de consolidar recomendações práticas para o esporte.

REFERÊNCIAS

Clifford, T.; Berntzen, B.; Davison, G.W.; West, D.J.; Howatson, G.; Stevenson, E.J. Effects of Beetroot Juice on Recovery of Muscle Function and Performance between Bouts of Repeated Sprint Exercise. *Nutrients*. Basel. Vol. 18. Num. 8. 2016. p. 506.

Domínguez, R.; Cuenca, E.; Maté-Muñoz, J.L.; García-Fernández, P.; Serra-Paya, N.; Estevan, M.C.; Herreros, P.V.; Garnacho-Castaño, M.V. Effects of Beetroot Juice Supplementation on Cardiorespiratory Endurance in Athletes. A Systematic Review. *Nutrients*. Basel. Vol.6. Num. 9. 2017. p. 43.

Jones, A.M. Dietary Nitrate Supplementation and Exercise Performance. *Sports Medicine*. Auckland. Vol. 44. Suppl. 1. 2014. p. S35–S45.

Jones, A.M.; Thompson, C.; Wylie, L.J.; Vanhatalo, A. Dietary Nitrate and Physical Performance. *Annual Review of Nutrition*. Palo Alto. Vol. 38. 2018. p. 303–328.

Jones, A.M.; Vanhatalo, A.; Seals, D.R.; Rossman, M.J.; Pisknová, B.; Jonvik, K.L. Dietary nitrate and nitric oxide metabolism: Mouth, circulation, skeletal muscle, and exercise performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Philadelphia. Vol. 53. 2021. p. 280-294.

Jonvik, K.; Nyakayiru, J.; Van Dijk, J.; Maase, K.; Ballak, S.; Senden, J.; Van Loon, L.; Verdijk, L. Repeated-sprint performance and plasma responses following beetroot juice supplementation do not differ between recreational, competitive and elite sprint

athletes. *European Journal of Sport Sciences*. Cologne. Vol. 18. Num. 4. 2018. p. 524-533.

Lundberg, J.O.; Weitzberg, E.; Gladwin, M.T. The nitrate–nitrite–nitric oxide pathway in physiology and therapeutics. *Nature Reviews Drug Discovery*. London. Vol. 7. 2008. p. 156-167.

Maughan, R.J.; Burke, L.M.; Dvorak, J.; Larson-Meyer, D.E.; Peeling, P.; Phillips, S.M.; Rawson, E.S.; Walsh, N.P.; Garthe, I.; Geyer, H.; Meeusen, R.; van Loon, L.J.C.; Shirreffs, S.M.; Spriet, L.L.; Stuart, M.; Vernec, A.; Currell, K.; Ali, V.M.; Budgett, R.G.; Ljungqvist, A.; Mountjoy, M.; Pitsiladis, Y.P.; Soligard, T.; Erdener, U.; Engebretsen, L. IOC Consensus Statement: Dietary Supplements and the High-Performance Athlete. *British Journal of Sports Medicine*. London. Vol. 52. Num. 7. 2018. p. 439–455.

McMahon, N.F.; Maughan, R.J.; Burke, L.M.; Dvorak, J.; Larson-Meyer, D.E.; Peeling, P.; Phillips, S.M.; Rawson, E.S.; Walsh, N.P.; Garthe, I.; Geyer, H.; Meeusen, R.; van Loon, L.J.C.; Shirreffs, S.M.; Spriet, L.L.; Stuart, M.; Vernec, A.; Currell, K.; Ali, V.M.; Budgett, R.G.; Ljungqvist, A.; Mountjoy, M.; Pitsiladis, Y.P.; Soligard, T.; Erdener, U.; Engebretsen, L. Assessment of Dietary Nitrate Supplementation: Prevalence of Use and Associated Side-Effects. *Frontiers in Nutrition*. Lausanne. Vol. 10. 2023. p. 1291431.

McMahon, N.F.; Leveritt, M.D.; Pavey, T.G. The effect of dietary nitrate supplementation on endurance exercise performance: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine*. Auckland. v.47. 2017. p. 735–756.

Menezes, E.F.; Peixoto, L.G.; Teixeira, R.R.; Justino, A.B.; Puga, G.M.; Espindola, F.S. Potential benefits of nitrate supplementation on antioxidant defense system and blood pressure responses after exercise performance. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*. New jersey. v.2019. 2019. p.1–12.

Muggeridge D.J., Sculthorpe N, James P.E., Easton C. The effects of dietary nitrate supplementation on the adaptations to sprint interval training in previously untrained males. *Journal of Science and Medicine in Sport*. Melbourne. Vol. 20. 2017. p. 92-97

Nyakayiru, J.; Jonvik, K.L.; Trommelen, J.; Pinckaers, P.J.; Senden, J.M.; van Loon, L.J.; Verdijk, L.B. Beetroot juice supplementation improves high-intensity intermittent type exercise performance in trained soccer players. *Nutrients*. Basel. Vol. 9. Num. 3. 2017. p. 314.

Quaresma, M.V.L.S.; Trindade, M.C.C.; Oliveira, E.P.; Dáttilo, M.; Pimentel, G.D.; Barros, A.R.Z.; Barrella, A.B.; Mendes, R.R.; Campanholi, R.A.; Alvarenga, M.L.; Braggion, G.F.; Longo, S.; Santos, K.G.M.; Melo, C.M.; Gonçalves, L.S.; Juzwiak, C.R.; Joaquim, D.P.; Gonçalves, D.C.; Marins, J.C.B.; Buzzachera, C.F.; Carvalho, A.; Souza, H.S.; Costa, R.F. da; Pinheiro, M.N.; Chinágli, C.F.P.; Stancanelli, M.; Lazarim, F.L.; Marchiori, V.; Silva, E.A.R. e; Niehues, L.P.; Marques, C.G.; Nakamoto, F.P.; Mello, M.T.; Artioli, G.G.; Saunders, B.; Rogero, M.M.; Burini, R.C.; Ribeiro, S.M.L. (in memoriam); Rodrigues, T. dos S. *Diretrizes de Prática Clínica para Nutrição Esportiva: Associação Brasileira de Nutrição Esportiva*. Journal of Physical Education. Maringá. Vol. 36. 2025.

Ramírez-Munera, M.; Arcusa, R.; López-Román, F.J.; Ávila-Gandía, V.; Pérez-Piñero, S.; Muñoz-Carrillo, J.C.; Luque-Rubia, A.J.; Marhuenda, J. Impact of chronic nitrate and citrulline malate supplementation on performance and recovery in Spanish professional female soccer players: A randomized controlled trial. *Nutrients*. Basel. Vol .17 n.14. 2025 p. 2381.

Rimer, E.G.; Peterson, L.R.; Coggan, A.R.; Martin, J.C. Increase in Maximal Cycling Power With Acute Dietary Nitrate Supplementation. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Champaign. Vol. 11. Num. 6. 2016. p. 715–720.

Senefeld, J.W.; Wiggins, C.C.; Regimbal, R.J.; Dominelli, P.B.; Baker, S.E.; Joyner, M.J. Ergogenic Effect of Nitrate Supplementation: A Systematic Review and Meta-analysis. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Philadelphia. Vol. 52. Num. 10. 2020. p. 2250–2261.

Silva, K.V.C.; Costa, B.D.; Gomes, A.C.; Saunders, B.; Mota, J.F. Factors that Moderate the Effect of Nitrate Ingestion on Exercise Performance in Adults: A Systematic Review with Meta-Analyses and Meta-Regressions. *Advances in Nutrition*. Rockville. Vol. 13. Num. 5. 2022. p. 1866–1881.

Sousa, A.; Viana, J.L.; Milheiro, J.; Reis, V.M.; Millet, G.P. Effect of Hypoxia and Nitrate Supplementation on Different High-Intensity Interval-Training Sessions. *European Journal of Applied Physiology*. Berlin. Vol. 121. Num. 9. 2021. p. 2585–2594.

Thompson, C.; Vanhatalo, A.; Kadach, S.; Wylie, L.J.; Fulford, J.; Ferguson, S.K.; Blackwell, J.R.; Bailey, S.J.; Jones, A.M. Discrete Physiological Effects of Beetroot Juice and Potassium Nitrate Supplementation Following 4-Week Sprint Interval Training. *Journal of Applied Physiology*. Bethesda. Vol. 124. Num. 6. 2018. p. 1519–1528.

Thompson, C.; Wylie, L.J.; Blackwell, J.R.; Fulford, J.; Black, M.I.; Kelly, J.; McDonagh, S.T.; Carter, J.; Bailey, S.J.; Vanhatalo, A.; Jones, A.M. Influence of Dietary Nitrate Supplementation on Physiological and Muscle Metabolic Adaptations to Sprint Interval Training. *Journal of Applied Physiology*. Bethesda. Vol. 122. Num. 3. 2017. p. 642–652.

Wong, T.H.; Sim, A.; Burns, S.F. The Effect of Beetroot Ingestion on High-Intensity Interval Training: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*. Basel. Vol. 13. Num. 11. 2021. p. 3674.