

Suplementação com nitrato e desempenho em atletas de endurance: revisão integrativa

Autores: Jhonntan Aleixo de Moraes¹; Jéssica Pereira Barbosa².

¹Graduando em Nutrição, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, GO, Brasil.

² Mestre em Nutrição, Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia, GO, Brasil.

Autor correspondente: Jhonntan Aleixo de Moraes – jhonnatanaleixo@gmail.com

RESUMO

A suplementação com nitrato dietético tem sido amplamente investigada como potencial recurso ergogênico em modalidades de endurance, devido à sua capacidade de aumentar a biodisponibilidade de óxido nítrico (NO) e melhorar a eficiência no uso do oxigênio. O presente estudo teve como objetivo analisar as evidências científicas sobre os efeitos da suplementação com nitrato dietético no desempenho de atletas de endurance, por meio de uma revisão integrativa da literatura. A busca foi realizada nas bases de dados PubMed e SciELO, utilizando descritores relacionados a nitrato, desempenho esportivo e modalidades de endurance. Foram incluídos ensaios clínicos randomizados, publicados entre 2015 e 2025, conduzidos com atletas adultos saudáveis. Doze estudos atenderam aos critérios de elegibilidade. A maioria dos protocolos utilizou suco de beterraba como fonte de nitrato, com doses variando entre 8 e 12,8 mmol/dia, administradas de forma aguda ou crônica (3 a 8 dias). Quatro estudos relataram efeitos ergogênicos positivos, especialmente em indivíduos fisicamente ativos ou recreacionais e em exercícios de alta intensidade e curta duração. Os demais não evidenciaram diferenças significativas em variáveis de desempenho, particularmente em atletas altamente treinados e em provas de endurance prolongadas. Conclui-se que o nitrato dietético pode oferecer benefícios ergogênicos modestos e dependentes do nível de treinamento e do tipo de esforço, sendo recomendada sua utilização de forma individualizada e contextualizada à modalidade esportiva.

Palavras-chave: Nitrato. Beterraba. Desempenho físico. Endurance. Suplementação dietética.

ABSTRACT

Dietary nitrate supplementation has been widely investigated as a potential ergogenic aid for endurance sports due to its ability to increase nitric oxide (NO) bioavailability and improve oxygen utilization efficiency. This study aimed to analyze the scientific evidence on the effects of dietary nitrate supplementation on endurance athletes' performance through an integrative literature review. A systematic search was conducted in the PubMed and SciELO databases using descriptors related to nitrate, sports performance, and endurance modalities. Randomized clinical trials published between 2015 and 2025 involving healthy adult athletes were included. Twelve studies met the eligibility criteria. Most protocols used beetroot juice as the main nitrate source, with doses ranging from 8 to 12.8 mmol/day, administered acutely or chronically (3 to 8 days). Four studies reported positive ergogenic effects, particularly among physically active or recreational individuals and during high-intensity, short-duration exercises. The remaining studies showed no significant differences in performance variables, especially among highly trained athletes and during prolonged endurance events. It is concluded that dietary nitrate may provide modest and context-dependent ergogenic benefits depending on training status and exercise intensity, and its use should be individualized and contextualized according to the athlete's modality and performance demands.

Keywords: Nitrate. Beetroot. Physical performance. Endurance. Dietary supplementation.

Introdução

A otimização do desempenho atlético por meio de estratégias nutricionais tem sido um campo de grande interesse científico. Dentre os diversos recursos ergogênicos investigados, o nitrato inorgânico (NO_3^-), composto naturalmente presente em vegetais como a beterraba e folhas verdes, tem se destacado como suplemento de potencial relevância para modalidades de endurance (Domínguez e colaboradores, 2017). A popularidade do nitrato deriva de sua conversão endógena em óxido nítrico (NO), uma molécula sinalizadora envolvida em diversos processos fisiológicos, incluindo a regulação do fluxo sanguíneo, a contração muscular e a respiração mitocondrial (Silva e colaboradores, 2024).

Os mecanismos propostos para a ação ergogênica do nitrato incluem a melhora da eficiência energética, evidenciada pela redução do custo de oxigênio durante o exercício submáximo. Essa otimização da utilização do oxigênio pode permitir que o atleta sustente maior intensidade de esforço por um período prolongado ou realize o mesmo trabalho com menor gasto energético, fator crucial em esportes como ciclismo, maratona e triatlo (Oliveira e colaboradores, 2022). Fisiologicamente, o aumento da biodisponibilidade de óxido nítrico promove vasodilatação, facilitando a entrega de oxigênio aos músculos ativos e melhorando a eficiência da fosforilação oxidativa nas mitocôndrias. Em termos de performance, essa economia de energia pode se traduzir em melhora no tempo até a exaustão, aumento da potência para um mesmo consumo de oxigênio ou redução na percepção subjetiva de esforço, variáveis determinantes para o sucesso em provas de resistência (Domínguez e colaboradores, 2017).

Entretanto, os resultados sobre a eficácia da suplementação de nitrato ainda apresentam inconsistências na literatura. Fatores como o nível de treinamento do atleta, o tipo de protocolo utilizado (agudo ou crônico), a dose administrada e a modalidade esportiva parecem influenciar significativamente a magnitude da resposta ergogênica (Silva e colaboradores, 2024). Essa variabilidade evidencia a necessidade de análises críticas e atualizadas para consolidar o conhecimento e orientar as práticas nutricionais de atletas e profissionais da área (Oliveira e colaboradores, 2022).

Diante do exposto, o objetivo da presente revisão integrativa foi analisar as evidências científicas disponíveis sobre os efeitos da suplementação com nitrato dietético no desempenho de atletas de endurance, com foco nas modalidades de ciclismo e triatlo.

Materiais e Métodos

O presente estudo caracterizou-se como uma revisão integrativa da literatura, método que permite reunir, avaliar criticamente e sintetizar os resultados de pesquisas sobre um tema específico, oferecendo uma compreensão mais ampla e fundamentada do fenômeno estudado (Souza, Silva e Carvalho, 2010). A escolha dessa abordagem justificou-se pela necessidade de integrar e analisar as evidências científicas acerca dos efeitos da suplementação de nitrato dietético sobre o desempenho de atletas de endurance.

A estratégia de busca foi estruturada de forma a responder à pergunta de pesquisa e executada em setembro de 2025, utilizando as bases de dados PubMed (*National Library of Medicine*) e SciELO (*Scientific Electronic Library Online*). A combinação de descritores e operadores booleanos (AND/OR) resultou na seguinte estratégia: (“*Dietary Nitrate*” OR “*Beetroot Juice*” OR “*Nitrate Supplementation*”) AND (“*Athletic Performance*” OR “*Endurance*”) AND (“*Cycling*” OR “*Marathon*” OR “*Triathlon*”).

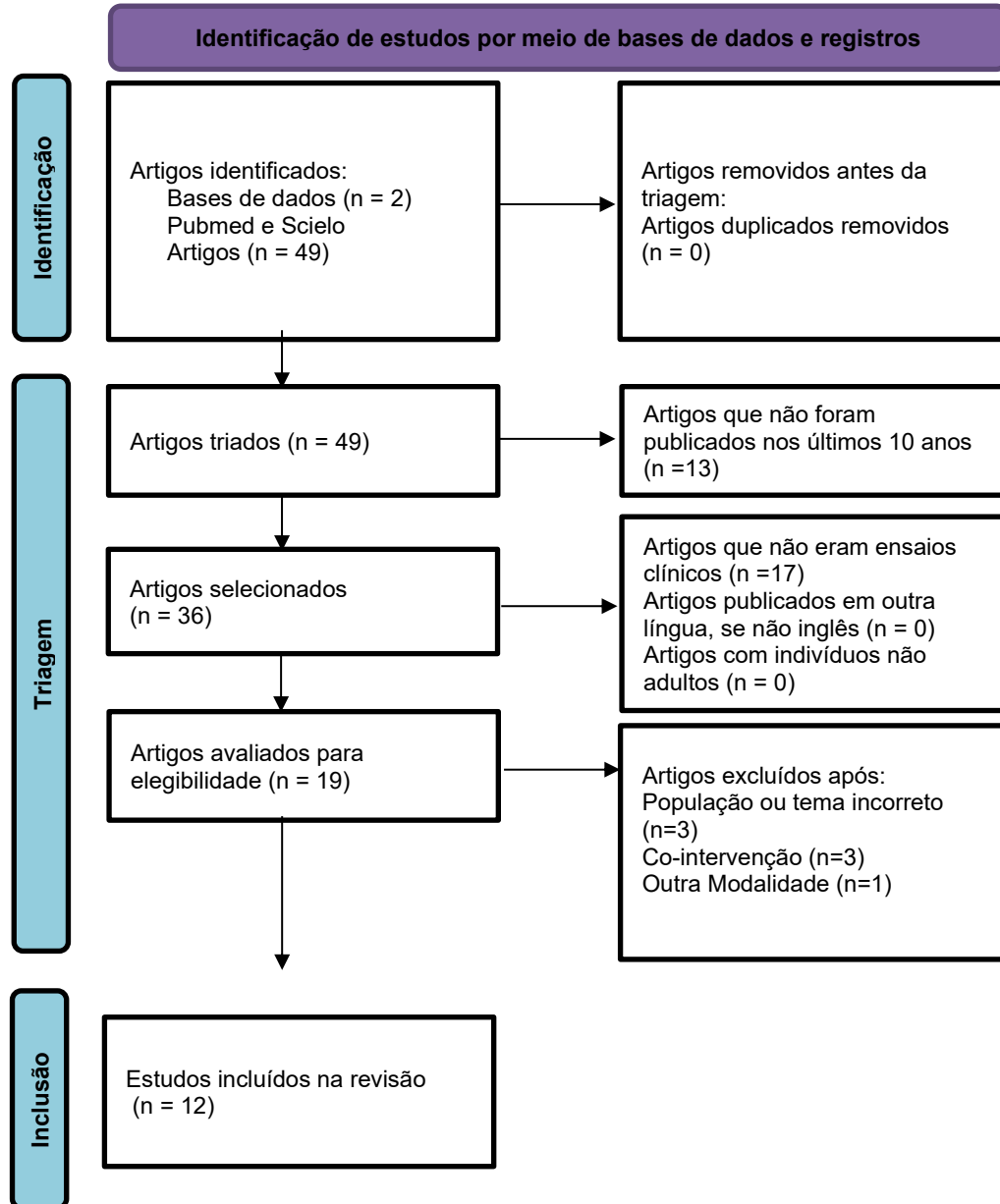
Os critérios de inclusão foram: (a) ensaios clínicos randomizados controlados; (b) publicados entre janeiro de 2015 e setembro de 2025; (c) escritos no idioma inglês; e (d) realizados com adultos saudáveis. Foram excluídos estudos que: (a) envolveram indivíduos com patologias ou não atletas; (b) utilizaram cointervenções potencialmente confundidoras (ex.: cafeína, bicarbonato); (c) não apresentaram como desfecho principal o desempenho de endurance; e (d) abordaram modalidades fora do escopo definido.

O processo de seleção seguiu as diretrizes PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (Page e colaboradores, 2021). A busca inicial identificou 49 artigos, dos quais 19 foram pré-selecionados para leitura de título e resumo. Após aplicação dos critérios de elegibilidade, 12 estudos foram incluídos na síntese final.

Os dados extraídos de cada artigo foram organizados em tabela contendo: autores e ano, objetivo, amostra, protocolo de suplementação, resultados e conclusões. As informações foram analisadas de forma descritiva e comparativa, com ênfase na dose, duração, tipo de intervenção e modalidade esportiva.

Por fim, os resultados foram apresentados em texto e em tabela (Tabela 1 e Tabela 2), conforme as recomendações PRISMA, com ênfase na clareza e na representatividade dos achados científicos (Page e colaboradores, 2021).

Figura 1. Fluxograma PRISMA do processo de seleção dos estudos relacionado a suplementação de nitrato.



Fonte: adaptado de PRISMA (2020).

Resultados

Os doze ensaios clínicos selecionados foram publicados entre 2016 e 2022, abrangendo estudos realizados em sete países, com destaque para o Reino Unido (n=3), Nova Zelândia (n=3), Espanha (n=2), Estados Unidos (n=1), Holanda (n=1), Dinamarca (n=1) e Hungria (n=1). Todos os estudos apresentaram delineamento randomizado, cruzado (crossover) e controlado por placebo, sendo dez deles duplo-cegos, o que confere elevado rigor metodológico às evidências analisadas. A modalidade esportiva predominante foi o ciclismo (n=10), incluindo provas de contrarrelógio de curta e longa duração, além de testes de sprint. Dois estudos envolveram especificamente triatletas.

A amostra total compreendeu 145 participantes, variando de 10 a 16 indivíduos por ensaio. A maioria era composta por homens, embora quatro estudos tenham incluído amostras mistas. O nível de treinamento foi heterogêneo, abrangendo desde indivíduos fisicamente ativos até ciclistas bem treinados, altamente treinados e triatletas de elite.

Os protocolos de suplementação variaram amplamente entre os estudos. A fonte mais utilizada foi o suco de beterraba (n=7), seguida por nitrato de sódio em cápsulas (n=3), bebida isotônica (n=1) e solução de nitrato de sódio (n=1). A dose de nitrato administrada oscilou entre 8 e 12,8 mmol, sendo os protocolos de dose única (aguda) mais frequentes (n=8), enquanto os crônicos variaram de 3 a 8 dias (n=4). Em todos os estudos, o grupo controle recebeu placebo correspondente, isento de nitrato.

Dos doze estudos analisados, quatro relataram efeitos ergogênicos positivos da suplementação de nitrato sobre o desempenho físico, enquanto oito não observaram diferenças significativas em relação ao placebo. Os efeitos positivos foram observados, principalmente, em indivíduos fisicamente ativos ou recreacionais e em testes de alta intensidade e curta duração. O estudo de Jodra e colaboradores (2020) demonstrou aumento significativo da potência pico e média em sprints de 30 segundos após a ingestão de uma dose única de suco de beterraba. De modo semelhante, Glaister e colaboradores (2017) relataram elevação de 2,8% na potência máxima em ciclistas recreacionais, e Cordero-Perez e colaboradores (2022) verificaram melhora na potência média e pico em sprints após o consumo de bebida isotônica de beterraba. Além disso, Mosher e colaboradores (2016) observaram melhora de 1,6% e 1,4% no tempo de prova de 15 km em normóxia e hipóxia, respectivamente, após sete dias de suplementação com alta dose de nitrato.

Em contrapartida, a maioria dos estudos envolvendo atletas altamente treinados ou de elite não apresentou efeitos ergogênicos significativos. Trabalhos como os de Czuczor e colaboradores (2021), Boorsma e colaboradores (2018), McIlvenna e colaboradores (2019) e McQuillan e colaboradores (2018) não observaram alterações relevantes em

tempo de prova, potência média ou $\text{VO}_2\text{máx}$, mesmo utilizando doses entre 8 e 12,8 mmol/dia.

O estudo de McQuillan e colaboradores (2017b), que comparou dose única e suplementação por cinco dias, também não encontrou diferenças entre protocolos, sugerindo que a simples repetição de doses curtas pode não ser suficiente para induzir adaptações ergogênicas. Da mesma forma, McQuillan e colaboradores (2017a) não observaram alterações significativas na potência ou no consumo de oxigênio durante contrarrelógio de 15 minutos com dose única de nitrato em ciclistas treinados.

Sob o ponto de vista fisiológico, Breese e colaboradores (2017) identificaram redução do componente lento do VO_2 durante exercício em intensidade “heavy”, o que indica melhor eficiência metabólica, embora sem alteração do tempo até a exaustão em intensidade “severe”. Esses achados sugerem benefício fisiológico pontual, sem reflexo direto em desempenho em esforços máximos.

Por fim, o estudo de Mosher e colaboradores (2019) avaliou uma dose de 12,8 mmol/dia por três dias em ciclistas treinados e não observou melhora no tempo de contrarrelógio de 40 km, no VO_2 ou nos níveis de lactato. Esse resultado reforça a tendência de ausência de efeito em provas longas com atletas altamente treinados.

De modo geral, os resultados apontam que a suplementação com nitrato dietético exerce efeito ergogênico modesto e dependente do nível de treinamento e da intensidade do exercício. Os benefícios são mais evidentes em indivíduos menos treinados e em esforços curtos e intensos, enquanto em atletas de elite e em provas de endurance prolongadas, a resposta tende a ser inconsistente ou nula.

Tabela 1. Caracterização.

Autor/Ano	Objetivo	Nº de participantes	Sexo	Nível de Treinamento	Modalidade Esportiva	Desenho do Estudo
Jodra et al. (2020)	Investigar os efeitos do suco de beterraba no desempenho e fadiga em sprint de 30 segundos.	15	Homens	Fisicamente ativos	Ciclismo (Sprint)	Randomizado, duplo-cego, cruzado
Czuczor et al. (2021)	Avaliar o efeito da suplementação crônica de suco de beterraba em triatletas de elite.	11	Homens	Triatletas de elite	Triatlo (corrida)	Randomizado, duplo-cego, cruzado
McQuillan et al. (2017a)	Avaliar o efeito de dose única de nitrato no desempenho e fisiologia durante contrarrelógio de 15 min.	12	Homens	Ciclistas treinados	Ciclismo	Randomizado, controlado por placebo, cruzado
Boorsma et al. (2018)	Testar se o nitrato melhora o desempenho em contrarrelógios de 1 km e 4 km.	16	Homens (13) e mulheres (3)	Ciclistas altamente treinados	Ciclismo (Contrarrelógio)	Randomizado, duplo-cego, cruzado
McQuillan et al. (2018)	Investigar o efeito do nitrato em condições de calor em ciclistas treinados.	11	Homens	Ciclistas bem treinados	Ciclismo (Contrarrelógio)	Randomizado, duplo-cego, cruzado
Glaister et al. (2017)	Avaliar o efeito agudo da suplementação de nitrato na potência	12	Homens	Recreacionalmente ativos	Ciclismo (Sprint)	Randomizado, controlado por placebo, cruzado

	máxima de ciclismo.					
Mosher et al. (2016)	Avaliar efeito da suplementação crônica de suco de beterraba em ciclistas bem treinados em normóxia e hipóxia.	11	Homens (9) e mulheres (2)	Ciclistas bem treinados	Ciclismo (Contrarrelógio 15 km)	Randomizado, duplo-cego, cruzado
Cordero-Perez et al. (2022)	Avaliar efeitos de bebida isotônica de beterraba na produção de potência.	14	Homens (7) e mulheres (7)	Fisicamente ativos	Sprint e salto	Randomizado, cruzado
McIlvenna et al. (2019)	Testar se dose única de suco de beterraba melhora desempenho em triatletas.	11	Homens (7) e mulheres (4)	Triatletas treinados	Ciclismo (Contrarrelógio 40,2 km)	Randomizado, duplo-cego, cruzado
McQuillan et al. (2017b)	Comparar dose única vs. suplementação por 5 dias em ciclistas treinados.	10	Homens	Ciclistas treinados	Ciclismo (Contrarrelógio 15 min)	Randomizado, cruzado
Mosher et al. (2019)	Avaliar efeito de alta dose de nitrato em contrarrelógio de 40 km em ciclistas treinados.	11	Homens	Ciclistas treinados	Ciclismo (Contrarrelógio 40 km)	Randomizado, duplo-cego, cruzado
Breese et al. (2017)	Investigar efeito agudo de nitrato sobre resposta de VO_2 em exercícios moderados, pesados e severos.	12	Homens	Ciclistas treinados	Ciclismo (teste incremental e TTE)	Randomizado, duplo-cego, cruzado

Tabela 2. Principais resultados dos estudos incluídos na revisão.

Intervenção	Dose de Nitrato	Duração	Grupo Controle	Resultados Principais	Conclusão
Suco de beterraba concentrado	12,8 mmol (dose única)	3 h antes do teste	Placebo (suco depletado de nitrato)	Houve aumento significativo na potência pico e média e menor tempo até potência máxima.	A suplementação aguda de suco de beterraba melhorou parâmetros de potência em sprints de curta duração.
Shots de suco de beterraba	12,8 mmol/dia	8 dias	Placebo (suco depletado de nitrato)	Não houve efeito significativo no VO_2 máx, tempo até exaustão ou oxidação de substratos.	A suplementação crônica não demonstrou efeito ergogênico em triatletas de elite.
Cápsulas de nitrato de sódio	8 mmol (dose única)	2,5 h antes	Placebo (cápsula de sal)	Não houve diferença significativa no tempo, VO_2 ou lactato.	Uma dose única de nitrato não melhorou o desempenho em ciclistas treinados.
Suco de beterraba	8 mmol/dia	6 dias	Placebo (suco depletado de nitrato)	Não houve diferença significativa na potência média.	A suplementação por 6 dias não melhora o desempenho em ciclistas altamente treinados.
Nitrato de sódio (cápsulas)	8 mmol/dia	3 dias	Placebo (cápsula de sal)	Não houve diferença significativa no tempo de prova de 4 km no calor.	A suplementação curta não melhora o desempenho de ciclismo em ambiente quente.
Suco de beterraba	8 mmol (dose única)	3 h antes	Placebo (suco depletado de nitrato)	Potência máxima 2,8% maior com nitrato ($p < 0,05$).	O nitrato aumentou a potência máxima em exercício de alta intensidade.

Suco de beterraba concentrado	12,4 mmol/dia	7 dias	Placebo (suco depletado de nitrato)	Melhora de 1,6% (normóxia) e 1,4% (hipóxia) no tempo de prova.	A suplementação crônica com alta dose melhorou o desempenho em ciclistas bem treinados.
Bebida isotônica de beterraba	10 mmol (dose única)	2,5 h antes	Placebo (bebida isotônica depletada)	Aumento significativo na potência pico e média em sprints.	A bebida isotônica de beterraba foi eficaz para melhorar potência em exercícios intensos.
Suco de beterraba concentrado	8,4 mmol (dose única)	2,5 h antes	Placebo (suco depletado de nitrato)	Não houve diferença no tempo de prova.	Uma dose única não melhorou o desempenho em triatletas treinados.
Cápsulas de nitrato de sódio	8 mmol/dia	Dose única vs. 5 dias	Placebo (cápsula de sal)	Sem diferenças no desempenho entre protocolos.	Nem a suplementação aguda nem a crônica melhoraram o desempenho.
Suco de beterraba concentrado	12,8 mmol/dia	3 dias	Placebo (suco depletado de nitrato)	Não houve melhora significativa no tempo, VO_2 ou lactato.	Alta dose de nitrato por 3 dias não melhora o desempenho em provas longas.
Nitrato de sódio (bebida)	10 mg/kg (~8,8 mmol)	Dose única	Placebo (NaCl)	Redução do componente lento de VO_2 em intensidade 'heavy', sem efeito em tempo até exaustão.	O nitrato melhorou a eficiência metabólica, mas não o tempo de tolerância ao exercício.

Discussão

O objetivo principal desta revisão integrativa foi analisar as evidências científicas sobre os efeitos da suplementação com nitrato dietético no desempenho de atletas de endurance. A análise dos doze ensaios clínicos selecionados revelou um cenário de resultados heterogêneos, em que quatro estudos relataram efeitos ergogênicos positivos e oito não observaram diferenças significativas em comparação ao placebo. Essa variabilidade indica que a eficácia do nitrato é influenciada por múltiplos fatores, incluindo o nível de treinamento dos participantes, o protocolo de suplementação e a natureza do teste de desempenho.

Um padrão notável identificado nesta revisão é a influência do nível de treinamento sobre a resposta ergogênica ao nitrato. Três dos quatro estudos que observaram efeitos positivos envolveram indivíduos fisicamente ativos ou recreacionais (Jodra e colaboradores, 2020; Glaister e colaboradores, 2017; Cordero-Perez e colaboradores, 2022). Esses resultados sugerem que indivíduos menos treinados podem apresentar maior sensibilidade à suplementação, possivelmente devido a menor eficiência prévia na utilização de oxigênio e menor produção endógena de óxido nítrico. Em contraste, a maior parte dos estudos com atletas bem treinados ou de elite (Czuczor e colaboradores, 2021; McQuillan e colaboradores, 2017a; Boorsma e colaboradores, 2018; McIlvenna e colaboradores, 2019; Mosher e colaboradores, 2019) não evidenciou melhora significativa no desempenho. Essa tendência apoia a hipótese de um “efeito teto” fisiológico, no qual atletas de elite, por já apresentarem adaptações otimizadas — como elevada densidade mitocondrial e maior biodisponibilidade endógena de óxido nítrico — têm menor margem para benefício adicional com a suplementação (Silva e colaboradores, 2024).

Além do nível de treinamento, o protocolo de suplementação, incluindo dose e duração, também exerce papel determinante. Nos estudos analisados, protocolos de dose única (aguda) apresentaram resultados inconsistentes, sendo positivos apenas quando associados a testes de curta duração e alta intensidade (Jodra e colaboradores, 2020; Glaister e colaboradores, 2017; Cordero-Perez e colaboradores, 2022). Já os protocolos crônicos, de 3 a 8 dias, mostraram-se mais promissores quando aplicados em intensidades submáximas. O estudo de Mosher e colaboradores (2016), por exemplo, demonstrou melhora no desempenho de ciclistas bem treinados após sete dias de suplementação com alta dose (12,4 mmol/dia), tanto em normóxia quanto em hipóxia, o que sugere uma possível adaptação cumulativa favorável. Em contrapartida, o ensaio de Mosher e colaboradores (2019) utilizando 12,8 mmol/dia por três dias não encontrou melhora no desempenho em contrarrelógio de 40 km, indicando que a duração e o tipo de prova podem ser fatores decisivos para a resposta ergogênica.

A forma de administração também parece influenciar os resultados. Todos os estudos que relataram efeito positivo utilizaram formas líquidas (suco ou bebida isotônica de beterraba), enquanto os que empregaram cápsulas de nitrato de sódio não observaram benefícios significativos (McQuillan e colaboradores, 2017a; McQuillan e colaboradores, 2017b; McQuillan e colaboradores, 2018). Isso levanta a hipótese de que compostos bioativos presentes no suco de beterraba, como antioxidantes e polifenóis, possam potencializar a conversão do nitrato em óxido nítrico, protegendo a molécula da degradação. Esse efeito sinérgico poderia explicar a maior eficácia observada com o uso de matrizes alimentares naturais (Domínguez e colaboradores, 2017).

Outro ponto relevante diz respeito ao tipo de teste de performance utilizado. Nesta revisão, os melhores resultados foram observados em exercícios de alta intensidade e curta duração, como sprints e esforços máximos de até 30 segundos (Jodra e colaboradores, 2020; Glaister e colaboradores, 2017; Cordero-Perez e colaboradores, 2022). Já em testes de contrarrelógio longos (≥ 15 minutos), a maioria dos estudos relatou ausência de efeito significativo (Boorsma e colaboradores, 2018; McIlvenna e colaboradores, 2019; Mosher e colaboradores, 2019). Essa diferença pode estar relacionada à predominância de fibras musculares recrutadas: o óxido nítrico tende a exercer maior impacto sobre as fibras do tipo II (rápidas), mais ativadas em exercícios intensos e curtos, em comparação às fibras do tipo I (lentas), mais solicitadas em provas prolongadas (Domínguez e colaboradores, 2017).

Do ponto de vista fisiológico, os resultados de Breese e colaboradores (2017) reforçam essa interpretação. O estudo mostrou redução do componente lento do VO_2 durante exercício no domínio “heavy”, indicando maior eficiência no uso do oxigênio, embora sem aumento no tempo até a exaustão no domínio “severe”. Esse achado sugere que o nitrato pode otimizar o metabolismo aeróbico em intensidades moderadas a elevadas, mas não necessariamente prolongar o desempenho máximo.

Apesar do avanço das evidências, algumas limitações metodológicas devem ser consideradas. A heterogeneidade nos protocolos de dose, duração e matriz alimentar dificulta a comparação direta entre os estudos. Além disso, há sub-representação de mulheres nas amostras analisadas, o que limita a generalização dos resultados para atletas do sexo feminino.

Do ponto de vista prático, os achados desta revisão indicam que a suplementação de nitrato dietético deve ser individualizada. Atletas recreacionais ou em desenvolvimento podem se beneficiar mais, sobretudo em provas curtas e de alta intensidade. Já para atletas altamente treinados ou de elite, o efeito parece mínimo ou inexistente, não justificando o uso rotineiro como estratégia primária de desempenho.

Por fim, reforça-se a necessidade de novos ensaios clínicos controlados, especialmente com amostras femininas e protocolos que comparem diferentes formas, doses e durações de suplementação, para esclarecer em que condições o nitrato dietético pode efetivamente exercer papel ergogênico relevante na nutrição esportiva.

Conclusão

Com base na análise dos doze ensaios clínicos incluídos nesta revisão integrativa, conclui-se que a suplementação com nitrato dietético apresenta um efeito ergogênico modesto e dependente do nível de treinamento e da intensidade do exercício. Os benefícios são mais evidentes em indivíduos menos treinados e em esforços de alta intensidade e curta duração, enquanto em atletas altamente treinados ou de elite, especialmente em provas de endurance prolongadas, a resposta tende a ser mínima ou inexistente, possivelmente em virtude de um “efeito teto” fisiológico decorrente das adaptações pré-existentes desses atletas. Assim, recomenda-se que o uso do nitrato como recurso ergogênico seja individualizado, considerando o tipo de modalidade e o nível de condicionamento, com maior potencial de benefício para atletas recreacionais. Novos estudos, com amostras mais diversificadas e que comparem diferentes formas, doses e durações de suplementação, são necessários para estabelecer protocolos mais precisos e contextos ideais de aplicação na nutrição esportiva.

Referências

Boorsma, R.K.; Whitfield, J.; Spriet, L.L. Dietary Nitrate Does Not Improve 1- and 4-km Cycling Performance in Highly Trained Cyclists. *Nutrients*. Vol. 10. Num. 9. 2018. p. 1222.

Breese, B.C.; McNarry, M.A.; Marwood, S.; Blackwell, J.R.; Bailey, S.J.; Jones, A.M. Beetroot juice supplementation reduces the O₂ cost of moderate-intensity exercise and enhances high-intensity exercise tolerance. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. Vol. 42. Num. 12. 2017. p. 1223–1231.

Cordero-Perez, A.C.; Alvarado, J.; Rojas-Valverde, D.; Moncada-Jimenez, J. Acute beetroot-based isotonic drink improves anaerobic performance in physically active individuals. *Journal of Human Sport and Exercise*. Vol. 17. Num. 2. 2022. p. 397–410.

Czuczor, Z.; Györe, I.; Rácz, S.; Kovács, E.; Németh, M.; Wessner, B. Effects of chronic beetroot juice supplementation on performance in elite triathletes. *Nutrients*. Vol. 13. Num. 3. 2021. p. 840.

Domínguez, R.; Maté-Muñoz, J.L.; Cuenca, E.; García-Fernández, P.; Mata-Ordoñez, F.; Lozano-Estevan, M.C.; Veiga-Herreros, P.; da Silva, S.F.; Garnacho-Castaño, M.V. Effects of Beetroot Juice Supplementation on Cardiorespiratory Endurance in Athletes: A Systematic Review. *Nutrients*. Vol. 9. Num. 1. 2017. p. 43.

Glaister, M.; Patterson, S.D.; Foley, J.; Pattison, J.R.; McInnes, G. Beetroot juice and high-intensity repeated sprint performance. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. Vol. 42. Num. 9. 2017. p. 924–930.

Jodra, P.; Domínguez, R.; Sánchez-Oliver, A.J.; Veiga-Herreros, P.; Bailey, S.J.; Garnacho-Castaño, M.V. Beetroot juice supplementation increases muscle power output and speed of execution in high-intensity intermittent efforts. *Nutrients*. Vol. 12. Num. 6. 2020. p. 1860.

McIlvenna, L.C.; Lewis, N.A.; Davison, G. The effect of acute beetroot juice supplementation on 40.2 km cycling time trial performance in trained triathletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Vol. 16. Num. 1. 2019. p. 1–7.

McQuillan, J.A.; McLay, K.M.; Paterson, P.; Ross, E.Z.; Jakeman, P.M. Dietary nitrate fails to improve 1 and 4 km cycling time-trial performance in trained cyclists. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. Vol. 27. Num. 3. 2017a. p. 289–296.

McQuillan, J.A.; McLay, K.M.; Paterson, P.; Ross, E.Z.; Jakeman, P.M. Dose-dependent effects of nitrate ingestion on exercise performance and physiological responses in

trained cyclists. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 117. Num. 8. 2017b. p. 1603–1611.

McQuillan, J.A.; Paterson, P.; Ross, E.Z.; Jakeman, P.M. Dietary nitrate supplementation attenuates physiological and performance responses in trained cyclists during 15 min of self-paced cycling in the heat. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 118. Num. 3. 2018. p. 657–666.

Mosher, S.L.; Sparks, S.A.; Williams, E.L.; Bentley, D.J.; McNaughton, L.R. Effects of nitrate supplementation on cycling performance and physiological responses in trained cyclists. *Research in Sports Medicine*. Vol. 27. Num. 4. 2019. p. 380–394.

Mosher, S.L.; Sparks, S.A.; Williams, E.L.; Bentley, D.J.; McNaughton, L.R. Nitrate supplementation improves cycling performance in normoxia and hypoxia. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 121. Num. 1. 2016. p. 118–123.

Oliveira, R.S.; Gomes, L.P.; Marques, M.L. Impacto do suco de beterraba concentrado no desempenho de ciclistas amadores. *Motriz: Revista de Educação Física*. Vol. 28. Num. 1. 2022. p. 1–8.

Page, M.J.; McKenzie, J.E.; Bossuyt, P.M.; Boutron, I.; Hoffmann, T.C.; Mulrow, C.D.; Shamseer, L.; Tetzlaff, J.M.; Akl, E.A.; Brennan, S.E.; Chou, R.; Glanville, J.; Grimshaw, J.M.; Hróbjartsson, A.; Lalu, M.M.; Li, T.; Loder, E.W.; Mayo-Wilson, E.; McDonald, S.; McGuinness, L.A.; Stewart, L.A.; Thomas, J.; Tricco, A.C.; Welch, V.A.; Whiting, P.; Moher, D. The PRISMA 2020 Statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*. Vol. 372. 2021. p. n71.

Silva, F.J.; Almeida, D.C.F.; Barbosa, J.P. Efeitos da suplementação de nitrato na performance de endurance: uma revisão sistemática. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. Vol. 18. Num. 112. 2024. p. 130–142.

Souza, M.T.; Silva, M.D.; Carvalho, R. Revisão integrativa: o que é e como fazer. *Einstein (São Paulo)*. Vol. 8. Num. 1. 2010. p. 102–106.