



CAROLINA MAYUMI AOKI BENEDITO

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE NITRATO EM
CORREDORES: UMA REVISÃO NARRATIVA**

**LAVRAS - MG
2023**

CAROLINA MAYUMI AOKI BENEDITO

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE NITRATO EM CORREDORES: UMA
REVISÃO NARRATIVA**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Nutrição, para obtenção do título de Bacharel.

Prof. (a) Dr. (a) Elizandra Milagre Couto
Orientadora

Liliana Kataryne Ferreira Souza
Coorientadora

**LAVRAS - MG
2023**

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por minha vida, minha saúde e por ser minha força e amparo nos momentos difíceis, não me deixando desistir.

Agradeço imensamente à minha família que é sinônimo de porto seguro para mim, sempre me apoiando e incentivado a buscar conhecimento. À minha mãe, Clarice Miyuki Aoki, que foi e ainda é minha primeira mestra nessa vida; me ensinando sobre amor, respeito e todos os meus valores e princípios. É ela quem abraça todos os meus sonhos junto comigo. Aos meus avós, que nunca mediram esforços no que fosse preciso pra me ajudar, seja nos estudos ou em qualquer âmbito da vida. Agradeço também ao meu noivo, Daniel Munhoz Neto, por estar ao meu lado sempre e, principalmente, nos momentos difíceis, por ser meu ponto de paz. Agradeço a todos os amigos que fiz durante a vida e àqueles que encontrei na UFLA, por tornarem a jornada até aqui mais leve e inesquecível.

Agradeço à Elizandra Milagre Couto e Liliana Kataryne Ferreira Souza, por me orientarem nesse trabalho, pela paciência em me conduzir até aqui, por toda troca e ensinamentos. Por fim, agradeço a todo o corpo docente do Departamento de Nutrição da UFLA, pela contribuição imensa à minha formação. Se “a gratidão é a memória do coração”, levarei cada um no meu, por toda minha vida. Muito obrigada!

EPÍGRAFE

“O segredo, querida Alice, é rodear-se de pessoas que te façam sorrir o coração. É então, e só então que você estará no país das maravilhas”. (Lewis Carroll, Alice no país das maravilhas)

Efeitos da suplementação de nitrato em corredores: uma revisão narrativa

Carolina Mayumi Aoki Benedito, Elizandra Milagre Couto, Liliana Kataryne Ferreira Souza

Formatado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

RESUMO

Introdução: Os recursos ergogênicos são artifícios ou substâncias utilizados por desportistas ou atletas para aumentar o rendimento e performance associados à alimentação e treinamentos adequados. O uso do nitrato (NO_3^-) como suplemento ergogênico nutricional tem demonstrado efeitos positivos no desempenho de diversos tipos de exercícios, como - corrida, ciclismo, natação, exercícios de força, resistência.

Objetivo: Realizar uma revisão narrativa sobre os efeitos do NO_3^- em atletas ou desportistas corredores. **Materiais e métodos:** Foi realizado um levantamento bibliográfico nas bases de dados eletrônicas: Portal Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e PubMed, para busca e seleção de artigos acerca do tema, utilizados para apresentar e discutir os resultados atuais a respeito da suplementação de NO_3^- .

Resultados e Discussão: Dentre os 8 artigos incluídos nesta revisão, quatro utilizaram protocolo de suplementação aguda, três de suplementação crônica e um artigo realizou os dois protocolos em duas fases diferentes. Cinco estudos apresentaram desfechos positivos no aumento do tempo até a exaustão e menor tempo final de contrarrelógio. **Conclusão:** A suplementação dietética de nitrato parece ser uma estratégia pertinente na corrida quando utilizada de forma crônica em distâncias de 10 km ou em corridas até a exaustão, enquanto a suplementação aguda apresentou desfecho positivo em distâncias de 1,5 a 2 km.

Palavras-chave: Óxido Nítrico. Desempenho esportivo. Corrida. Suplemento nutricional. Beterraba.

ABSTRACT

Introduction: Ergogenic aids are devices or substances used by sportsmen or athletes to increase yield and performance associated with proper nutrition and training. The use of nitrate (NO_3^-) as a nutritional ergogenic supplement has demonstrated positive effects on the performance of several types of exercises, such as - running, cycling, swimming, strength exercises, resistance. **Objective:** To carry out a narrative review on the effects of NO_3^- in athletes or runners. **Materials and methods:** A bibliographical survey was carried out in the electronic databases: Periodical Portal of the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES) and PubMed, for search and selection of articles on the subject, used to present and discuss the current results regarding NO_3^- supplementation. **Results and Discussion:** Among the 8 articles included in this review, four used an acute supplementation protocol, three chronic supplementation and one article performed both protocols in two different phases. Five studies showed positive outcomes in increasing time to exhaustion and shorter time trial final time. **Conclusion:** Dietary nitrate supplementation seems to be a relevant running strategy when used chronically over distances of 10 km or in races to exhaustion, while acute supplementation had a positive outcome over distances of 1.5 to 2 km.

Keywords: Nitric Oxide. Sports performance. Race. Nutritional supplement. Beet.

INTRODUÇÃO

Existem diversas modalidades dentro das provas de corrida/atletismo, dentre elas: 100 m, 200 m, 400 m, 800 m, 1,5 km, 3 km, 5 km, 10 km, meia maratona (21 km) e maratona (42 km). A maratona surgiu no século XIX e acredita-se que tenha surgido como uma homenagem à um suposto mensageiro que, em meados de 490 a.C., percorreu 40 km correndo de Maratona até Atenas, levando a mensagem de vitória de uma guerra e, após completar sua missão, acabou morrendo (Rojo, 2014).

Durante as provas, avalia-se a capacidade do atleta em percorrer a distância estabelecida no menor tempo possível. Nas provas que possuem uma distância maior a ser percorrida o sistema aeróbio ou oxidativo é predominante, enquanto que as

provas com distâncias menores – como 100 e 200, o sistema anaeróbio que predomina. Conhecer as características da corrida é de extrema importância para determinar a estratégia nutricional mais adequada, visando manter o rendimento, evitar lesões e auxiliar na reposição de energia do indivíduo (Santos, 2022; Evangelista, 2017).

Diversos fatores podem contribuir para o desempenho de desportistas e atletas. Dentre eles, o acompanhamento nutricional interfere diretamente no rendimento desses indivíduos. Embora a dieta balanceada seja importante na manutenção da saúde do atleta e na sua recuperação após o treino, a busca por suplementos dietéticos que visam aumentar o desempenho durante a competição é recorrente e um exemplo é o uso do nitrato (NO_3^-) (Jones e colaboradores, 2018).

Os estudos do efeito ergogênico com o uso de suplementos de nitrato e/ou o suco de beterraba (NO_3^-) no desempenho humano tem se destacado nos últimos dez anos (Senefeld e colaboradores, 2020). O nitrato inorgânico está presente em vários alimentos e após a sua ingestão, o nitrato é convertido no corpo em nitrito e circula no sangue que em condições de baixa disponibilidade de oxigênio, pode ser convertido em NO (óxido nítrico), que é conhecido por desempenhar vários papéis importantes no controle vascular e metabólico (Jones, 2014). Dentro das funções fisiológicas no corpo humano, o óxido nítrico (NO) desempenha um papel importante na vasodilatação, homeostase da glicose, homeostase do cálcio, respiração mitocondrial, contratilidade muscular e desenvolvimento da fadiga – fatores consideráveis para o aumento no desempenho durante o exercício (Hlinský e Vajda, 2020).

Conforme apresentado por Jones (2014), o óxido nítrico (NO) pode ser sintetizado através de duas vias: a primeira mediada pela enzima óxido nítrico sintase (NOS) que catalisa a L-arginina e oxigênio (O_2) produzindo nitrato e NO de maneira endógena; e, a segunda via ocorre de maneira exógena, através da ingestão dietética de alimentos ricos em nitrato inorgânico, como determinadas frutas e vegetais, aumentando a concentração plasmática de nitrato e nitrito.

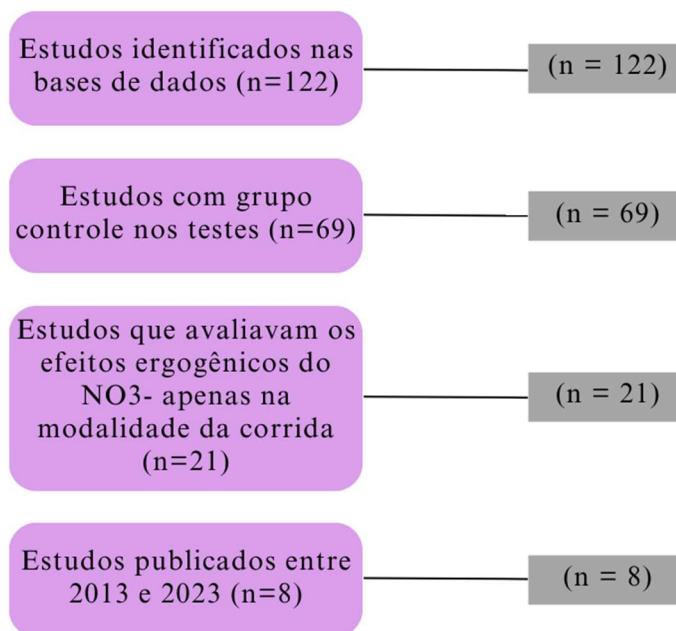
Dessa forma, considerando que o uso de suplementos para potencializar o desempenho na prática esportiva tem se tornado cada vez mais frequente, o presente trabalho objetiva avaliar as evidências dos possíveis efeitos ergogênicos da suplementação de NO_3^- em praticantes de corrida através de uma revisão de literatura, afim de apresentar e discutir sobre os resultados atuais à respeito da suplementação de NO_3^- .

METODOLOGIA

O presente estudo se trata de uma revisão de literatura, do tipo narrativa, realizada através de levantamento bibliográfico nas seguintes bases de dados eletrônicas: Portal Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e PubMed.

A busca utilizou os seguintes termos: “Nitrate supplementation”/“Suplementação de Nitrato”, “Nitrate supplementation running”/“Suplementação de nitrato em corrida”, “Nitrate AND runner”/“Nitrato E corredores”. Foram encontrados 122 artigos, os quais havia relevância ao tema da suplementação de NO_3^- em praticantes de corrida e o seu efeito ergogênico. Destes, 8 publicações foram elencadas e lidas na íntegra para serem discutidas nessa revisão, conforme apresentado na Figura 1. Os critérios de exclusão para a presente revisão foram os trabalhos com ano de publicação fora do intervalo de 2013 a 2023, os que incluíam outra prática esportiva além da corrida e trabalhos sem grupo controle. Após a revisão da literatura encontrada, as informações consideradas pertinentes ao objetivo do trabalho foram discorridas, discutidas e sintetizadas.

Figura 1. Fluxograma da estratégia de busca e seleção dos estudos.



Fonte: Da autora (2023).

REVISÃO DA LITERATURA

Nitrato e a corrida

Dentre as funções das quais o NO participa no organismo, destaca-se sua importância na vasodilatação através do relaxamento do músculo liso e assim aumento da circulação (McMahon, Leveritt e Pavey, 2017). Esse relaxamento é ativado por estímulos que incluem o aumento de adenosina difosfato, acetilcolina, bradicinina, aumento do estresse mecânico pelas células circulantes na camada endotelial, ativando a ação das NOS e a produção de NO (Souza e colaboradores, 2012).

A utilização da suplementação de NO_3^- tem sido crescente nos exercícios de resistência, como a corrida que é caracterizada pela manutenção de bom consumo de oxigênio e fornecimento das reservas energéticas suficientes para que o indivíduo realize o percurso no menor tempo possível (Santos, 2022; Leal e colaboradores, 2022). Conhecendo a ação do óxido nítrico no tônus vascular, é possível deduzir que se o fluxo sanguíneo aumenta, logo a quantidade de oxigênio e nutrientes será maior na musculatura durante o esforço, contribuindo para resultados positivos no desempenho de corredores (Leal e colaboradores, 2022). Além disso, há estudos com resultados importantes que avaliaram a fosforilação oxidativa através de análise do consumo de oxigênio por ATP gerado, que evidencia que a suplementação dietética com alimentos ricos em NO_3^- pode contribuir positivamente na eficiência mitocondrial (Larsen e colaboradores, 2011).

A suplementação de NO_3^- tem sido associada ao aumento no desempenho de desportistas por sua eficiência na utilização do trifosfato de adenosina (ATP), através da maior eficiência na ressíntese desse substrato e seu menor consumo, visto que, ocorre a diminuição do custo e consumo do oxigênio durante o exercício (Senefeld e colaboradores, 2020; Silva e colaboradores, 2022). Mecanismos fisiológicos que são ativados pela suplementação de NO_3^- envolvem a vasodilatação, redução da pressão arterial, aumento da biogênese mitocondrial, aumento na oxigenação e aumento na captação de glicose (Domínguez e colaboradores, 2017; Loureiro e Santos, 2017 e Barborsa e colaboradores, 2022). Tais mecanismos causariam os possíveis efeitos ergogênicos no aumento da performance, como na resistência cardiorrespiratória, durante a prática de exercícios físicos, contribuindo para o aumento no desempenho de praticantes de corrida.

Fontes e Biodisponibilidade

A síntese do NO pode ocorrer por via endógena ou exógena. De maneira endógena, sua síntese depende da enzima óxido nítrico sintase (NOS), que realiza a síntese de NO pela utilização da L-arginina e oxigênio (O_2), dependendo então da quantidade de O_2 disponível. Durante o exercício de alta intensidade, a disponibilidade de O_2 é reduzida, prejudicando a síntese de NO pela via endógena. Sendo assim, a via exógena que é independente do O_2 pode ser utilizada para sintetizar o NO (Hlinský e Vajda, 2020).

O NO sintetizado de forma exógena ocorre através do consumo de alimentos ricos em NO_3^- (Silva e colaboradores, 2022). O NO_3^- inorgânico é encontrado em diversos vegetais e frutas, como: espinafre, agrião, alface, aipo, cenoura, rúcula, outros vegetais de folhas verdes e beterraba. Esses alimentos são considerados ricos em nitrato, por conter mais de 250 mg (~ 4 mmol) de NO_3^- em 100 g (Loureiro e Santos, 2017). Apesar de o NO_3^- ser encontrado em diferentes alimentos, normalmente sua suplementação é realizada através da beterraba, por apresentar boa concentração de NO_3^- na sua composição e possuir maior palatabilidade e praticidade no consumo. Ao ser ingerido, o NO_3^- é absorvido no intestino e cerca de 75% é excretado na urina e o restante retorna a saliva por meio da circulação entero-salivar, onde sofre ações das bactérias anaeróbias que estão presentes na cavidade bucal, sendo parcialmente reduzido a nitrito (NO_2^-) por ação da enzima nitrato redutase e, no estômago, por estar em meio ácido, ocorre a conversão de parte desse nitrito em óxido nítrico que é absorvido pelo intestino e passa para a circulação sistêmica, elevando a concentração plasmática de NO_2^- após 2-3 horas da sua ingestão (Loureiro e Santos, 2017). Esse nitrito é distribuído pelos tecidos e sofre redução de um elétron produzindo óxido nítrico (Jones e colaboradores, 2018).

Em condições de hipóxia e/ou acidose a redução de NO_2^- a NO é aumentada. Dessa forma, essa via é um mecanismo importante para sustentar o NO quando a disponibilidade de O_2 estiver reduzida, como ocorre, por exemplo, durante a prática do exercício físico, em que o músculo esquelético pode sofrer hipóxia e acidose durante a contração (Jones e colaboradores, 2018).

Dose e administração

A maioria dos estudos presentes na literatura utilizam para a suplementação o suco de beterraba ou pelo composto nitrato de sódio (Santana, 2021). Na ingestão do

suco de beterraba, a dosagem que demonstra efeitos consideráveis pode variar entre 4,1 mmol à 16,8 mmol ou 250 mg à 1 g de NO_3^- (Wylie e colaboradores, 2013). Em revisão feita por Jones e colaboradores (2018) foi encontrada uma média de 5 mmol à 9 mmol ou 300 mg à 550 mg, que também são as doses apresentadas segundo a declaração de consenso do Comitê Olímpico Internacional (Maughan e colaboradores, 2018).

O tempo de administração da suplementação também pode surtir diferentes resultados, ou seja, com suplementação de maneira crônica ou aguda. De maneira crônica, o indivíduo faz o uso do NO_3^- por vários dias subsequentes. Enquanto a suplementação aguda conta com uma dose única de NO_3^- de 1,5 a 3 horas antes da prática do exercício (Jones e colaboradores, 2018). Segundo Jones (2014), melhores repostas foram encontradas na suplementação feita de maneira crônica em atividades que não ultrapassavam 30 minutos.

É importante ressaltar que a intensidade e duração do exercício, o nível de treinamento dos atletas/desportistas, a dose e a duração da suplementação interferem nos resultados obtidos nos estudos realizados. Dessa forma, estudos têm sido executados na intenção de estabelecer quais esportes melhor se beneficiam com o uso do NO_3^- e as respectivas dosagens para efeitos ergogênicos positivos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 reúne as principais características e resultados encontrados nos estudos, a respeito da suplementação de nitrato em corredores, usados para a elaboração da presente revisão.

Tabela com os estudos que avaliaram os efeitos da suplementação de nitrato na corrida.

| Autor/Ano | Amostra | Tipo de suplementação | Suplementação | Exercício | Resultados/ Desfechos |
|---|--|--|---|--|---|
| Balsalobre-Fernández et al. (2018) | 12 homens: corredores de elite de média e longa distância. | Crônica (durante 15 dias consecutivos) | GE – suco com 6,5 mmol/70 ml NO ₃ . GP – suco com 0,065 mmol/70 ml NO ₃ . Bebida placebo do mesmo fabricante da bebida com conteúdo de NO ₃ . Ambas com mesma cor, cheiro e sabor. | Teste em esteira computadorizada. Aquecimento por 3 minutos a 10km/h e a cada 12 segundos, aumento de 0,2 km/h até exaustão. | Aumento do TE (tempo de exaustão) e diminuição na PSE do GE em relação ao GP. |
| Santana et al. (2019) | 16 homens: corredores recreativos com, no mínimo 6 meses de prática da corrida e com melhores tempos de 10 km entre 55-65 minutos. | Crônica (durante 30 dias consecutivos) | GE – cápsula com 750 mg NO ₃ e 5 g de amido resistente. GP – cápsula com 6 g de amido resistente. | Contrarrelógio de 10 km realizados em pista de corrida familiar aos participantes. | Melhora no tempo do GE em relação ao GP. |
| Castro (2019) | 14 homens: corredores recreacionais com tempo de execução de 10 km entre 40-60 minutos. | Crônica (3 dias consecutivos) | GE – 3 doses de 8,4 mmol/dia NO ₃ . GP – 3 doses de 0,01 mmol/dia NO ₃ . Bebida placebo foi produzida por filtrado de resina de troca iônica que remove o NO ₃ . | Contrarrelógio de 10 km em pista de atletismo. | Melhora trivial no tempo final de teste de 10, dos 14 corredores. |
| Shannon et al. (2017) | 8 homens: corredores triatletas/ Treinados. | Aguda (3 horas antes do teste) | GE – 12,5 mmol NO ₃ . GP – 0,01 mmol NO ₃ . Bebida placebo do mesmo fabricante da bebida com conteúdo de NO ₃ . | Contrarrelógio de 1,5 km ou 10 km em esteira. | Melhora no tempo final de teste de 1,5 km. Sem melhora significativa no tempo final de teste de 10 km. |

| | | | | | |
|-----------------------------------|--|---------------------------------------|---|--|---|
| Casado (2021) | 24 corredores amadores de longa distância (14 homens e 10 mulheres). | Aguda (150 minutos antes do teste) | <p>GE – suco de beterraba enriquecido com 12,8 mmol NO₃.</p> <p>GP – somente o suco de beterraba sem estar enriquecido.</p> <p>Bebida placebo do mesmo fabricante da bebida com conteúdo de NO₃. Ambas com mesma cor, cheiro e sabor.</p> | Contrarrelógio de 2 km em pista de atletismo sintética ao ar livre. | Pequena melhora no tempo final do teste do GE em relação ao GP. E menor PSE do GE em relação ao GP. |
| Vasconcellos et al. (2017) | 25 corredores saudáveis (14 homens e 11 mulheres). | Aguda (90 minutos antes do teste) | <p>GE – gel de beterraba com 9,92±1,97 mmol NO₃.</p> <p>GP – gel placebo com 0,33±0,15 mmol NO₃.</p> <p>Gel placebo foi produzido por filtrado de resina de troca iônica que remove o NO₃.</p> | <p>Teste com aquecimento de 3 minutos a 40% do VO₂máx, seguido de 4 minutos a 90% do limiar anaeróbico (determinado por V-Slope) e em seguida intensidade severa a 70% da diferença entre o limiar anaeróbico e VO₂máx até a fadiga.</p> | Não houve melhora significativa no rendimento. |
| Arnold et al. (2015) | 10 homens: corredores bem treinados, usado como critério de inclusão tempo de corrida de 10 km abaixo de 40 minutos. | Aguda (2 horas e meia antes do teste) | <p>GE – suco de beterraba com 7 mmol NO₃.</p> <p>GP – suco de beterraba com depleção de NO₃.</p> <p>Bebida placebo do mesmo fabricante da bebida com conteúdo de NO₃. Ambas com mesma cor, cheiro e sabor.</p> | Contrarrelógio de 10 km em esteira à 10km/h aumentando 1km/h a cada minuto até 16km/h. | Não houve diferença estatística significativa no tempo para completar os 10 km. |

| | | | | | |
|-----------------------|--------------------------------|--|---|--|---|
| Boorsma (2014) | 8 homens: atletas de elite. | 2 fases (aguda e crônica): | GE – dias 1 e 8: 19,5 mmol NO ₃ (2,5 horas antes do teste). Dias 2-7: 13 mmol NO ₃ . | Contrarrelógio de 1500 m em uma pista coberta. | Houve melhora de 0,68 à 1,13 segundos em apenas 2 corredores no tempo final para completar o contrarrelógio, tanto na suplementação aguda quanto crônica. |
| | | 8 dias suplementados 7 dias pausa 8 dias suplementados | GP – 0,065 mmol NO ₃ . Bebida placebo do mesmo fabricante da bebida com conteúdo de NO ₃ . Ambas com mesma cor, cheiro e sabor. | | |

GE, grupo experimental; GP, grupo controle; TE, tempo de exaustão; PSE, percepção subjetiva de esforço.

Dos estudos apresentados na Tabela 1, quatro aplicaram a suplementação aguda (Arnold e colaboradores, 2015; Vasconcellos e colaboradores, 2017; Casado, 2021; Shannon e colaboradores, 2017), três a suplementação crônica (Balsalobre-Fernández e colaboradores, 2018; Santana e colaboradores, 2019; Castro, 2019) e um trabalho aplicou a suplementação aguda e crônica (Boorsma, 2014). Os protocolos de suplementação aguda foram realizados de 90 a 180 minutos antes do teste com suco de beterraba/gel contendo dosagens que variaram de 7 a 12,8 mmol de NO₃. A suplementação crônica foi realizada de três a 30 dias consecutivos utilizando suco de beterraba (Balsalobre-Fernández e colaboradores, 2018; Castro, 2019) ou cápsula com NO₃ (Santana e colaboradores, 2019), onde o suco de beterraba continha doses que variavam de 6,5 à 19,5 mmol de NO₃, enquanto a cápsula continha 750 mg de NO₃. Os testes foram aplicados em esteiras (Arnold e colaboradores, 2015; Vasconcellos e colaboradores, 2017; Shannon e colaboradores, 2017; Balsalobre-Fernández e colaboradores, 2018), em pistas abertas de atletismo (Casado, 2021; Castro, 2019; Santana e colaboradores, 2019) e também em pista de atletismo coberta (Boorsma, 2014).

A amostra total dos estudos usados nesta revisão, foi de 117 corredores, sendo 62 corredores bem treinados/elite e 55 corredores recreativos. O tamanho da amostra variou entre 8 e 25 indivíduos, dentre eles, 67 receberam o protocolo de suplementação aguda de NO₃, enquanto 42 receberam o protocolo de suplementação crônica e 8 receberam tanto aguda quanto crônica. Nos testes contrarrelógios a

distância percorrida foi de 1,5 km (Shannon e colaboradores, 2017; Boorsma, 2014), 2 km (Casado, 2021) e 10 km (Arnold e colaboradores, 2015; Shannon e colaboradores, 2017; Castro, 2019; Santana e colaboradores, (2019). Já Vasconcellos e colaboradores (2017) e Balsalobre-Fernández e colaboradores (2018), avaliaram os corredores em testes até a exaustão ou fadiga.

Dentre os estudos que utilizaram o protocolo de suplementação aguda, apenas dois apresentaram melhora no tempo final do teste e menor PSE do GE em relação ao GP. Casado (2021) utilizou a dose de 12,8 mmol de NO_3^- com 24 corredores de longa distância em teste de contrarrelógio de 2 km, enquanto Shannon e colaboradores (2017), doses de 12,5 mmol de NO_3^- em 8 corredores treinados em teste de contrarrelógio de 1,5 km. Já nos trabalhos de Vasconcellos e colaboradores (2017) e de Arnold e colaboradores (2015), o desfecho não foi positivo, sem melhora significativa no rendimento da corrida até a exaustão com 25 corredores saudáveis que suplementaram gel de beterraba com $9,92 \pm 1,97$ mmol de NO_3^- (Vasconcellos e colaboradores, 2017) e nem diferença estatística significativa no contrarrelógio de 10 km em 10 corredores bem treinados que suplementaram suco de beterraba com 7 mmol de NO_3^- . Além disso, o trabalho de Shannon e colaboradores (2017), também aplicou teste de contrarrelógio de 10 km em sua amostra, não obtendo melhora significativa no tempo final dessa distância. Demonstrando que corridas com distâncias mais curtas parecem ter efeito ergogênico melhor na suplementação aguda do que corridas até exaustão ou com quilometragem maior a ser percorrida.

Apenas os protocolos de suplementação crônica, obtiveram desfecho positivo do GE em relação ao GP, onde Balsalobre-Fernández e colaboradores (2018), aumentou o tempo até exaustão e também diminuiu a PSE em teste até exaustão utilizando suco de beterraba com 6,5 mmol em 12 corredores de elite durante 15 dias consecutivos. Santana e colaboradores, (2019) e Castro (2019), tiveram melhora no tempo final no teste contrarrelógio de 10 km realizados com 16 corredores recreativos e 14 corredores recreacionais (respectivamente) e doses de 750 mg de NO_3^- em cápsula durante 30 dias consecutivos e 8,4 mmol de NO_3^- durante 3 dias consecutivos (respectivamente). Explicitando que a suplementação de forma crônica, seja em corridas com distâncias maiores ou até a exaustão, demonstraram efeitos positivos no rendimento, independente do nível de treinamento da amostra.

O trabalho executado por Boorsma (2014), foi realizado em duas fases, uma suplementação aguda (19,5 mmol de NO_3^-) e uma crônica durante 8 dias (13 mmol de

NO₃), em um teste de contrarrelógio de 1,5 km com 8 atletas de elite, não obtendo melhora significativa no tempo final médio do teste em nenhum dos protocolos de suplementação, embora dois atletas do grupo tenham respondido positivamente à suplementação, tanto de forma aguda quanto crônica – com melhora de 0,68 a 1,13 segundos no tempo para completar a corrida, sendo uma melhora significativa para esses dois corredores.

A suplementação aguda parece ter desfecho positivo em distâncias menores que 5 km, independente dos indivíduos serem bem treinados ou praticarem a corrida de forma recreativa. Entretanto, no estudo de Boorsma (2014), realizado com atletas de elite, não houve melhora significativa nem na suplementação aguda nem na crônica, mesmo no teste de contrarrelógio de 1,5 km da maioria da sua amostra. Já a suplementação crônica demonstrou melhora nos tempos finais de contrarrelógio de 10 km em corredores recreacionais e melhora no tempo até a exaustão em corredores de elite de média e longa distância. Sendo assim, é necessário que mais estudos com a suplementação crônica nas distâncias curtas, abaixo de 5 km, sejam realizados para que se possa confirmar se esse protocolo de suplementação beneficia longas e curtas distâncias. Além disso, vale ressaltar que todos os estudos incluídos nessa revisão utilizaram placebos que não permitiam a diferenciação entre uma bebida, cápsula ou gel da outra em relação ao suplemento rico em NO₃, diminuindo o risco de viés nos resultados obtidos.

Os estudos sugerem que o nível de treinamento do atleta é inversamente proporcional a melhora no desempenho através da suplementação do nitrato, ou seja, quanto mais treinado, menor é a melhora no desempenho do corredor. Apesar da inconsistência nos resultados pela heterogeneidade dos indivíduos, amostras pequenas, diferentes doses e formas de suplementação, é importante ressaltar que em competições de alto nível, pequenas melhorias e/ou que sejam estatisticamente insignificantes podem representar a diferença entre os classificados e o pódio.

Dessa forma, a suplementação de NO₃ aguda parece ser mais efetiva em corredores recreativos e bem treinados em distâncias mais curtas, enquanto a suplementação crônica melhora o tempo de exaustão e tempo final do teste em distâncias mais longas, além da diminuição na PSE, que pode beneficiar o desempenho do corredor em provas com distância maiores.

CONCLUSÃO

Com base no que foi apresentado, conclui-se que os estudos revisados de 2013 a 2023, demonstraram que a ergogenicidade da suplementação de nitrato dietética aguda no desempenho em contrarrelógio é mais provável em corredores em uma distância menor (entre 1,5 e 2 km) e que a suplementação crônica em distâncias de 10 km ou corrida até a fadiga possuem desfechos positivos em indivíduos bem treinados ou recreativos.

Sendo assim, a suplementação dietética de nitrato parece ser uma estratégia pertinente na corrida. Diante disso, se faz necessário que mais estudos com suplementação de NO_3^- em praticantes de corrida sejam realizados, para que reforcem os resultados desses achados e afim de elucidar a dose necessária para beneficiar os atletas e desportistas que praticam a corrida, podendo auxiliar ainda mais nas intervenções e estratégias nutricionais.

REFERÊNCIAS

Arnold, J. T.; Oliver, S. J.; Lewis-Jones, T. M.; Wylie, L. J.; Macdonald, J. H. Beetroot juice does not enhance altitude running performance in well-trained athletes. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*. Vol. 40. Num. 6, 2015. p. 590-595.

Balsalobre-Fernández, C.; Romero-Moraleda, B.; Cupeiro, R.; Peinado, A. B.; Butragueño, J.; Benito, P. J. The effects of beetroot juice supplementation on exercise economy, rating of perceived exertion and running mechanics in elite distance runners: A double-blinded, randomized study. *PloS one*. Vol. 13. Num. 7. 2018.

Barbosa, L. F.; Menezes, L.; Lima, A. C. de A.; Assumpção, C. de O.; Nogueira, G. F. O efeito da suplementação com suco de beterraba na performance durante o exercício

aeróbio: uma breve revisão. RBNE - Revista Brasileira De Nutrição Esportiva. Vol. 16. Num. 98. 2022. p. 229-238.

Boorsma, R. K.; Whitfield, J.; Spriet, L. L. Beetroot juice supplementation does not improve performance of elite 1500-m runners. *Medicine and science in sports and exercise*. Vol. 46. Num. 12. 2014. p. 2326-2334.

Casado, A.; Domínguez, R.; Silva, S. F. da; Bailey, S. J. Influence of Sex and Acute Beetroot Juice Supplementation on 2 KM Running Performance. *Applied Sciences*. Vol. 11. n. 3. 2021.

de Castro, T. F.; Manoel, F. A.; Figueiredo, D. H.; Figueiredo, D. H.; Machado, F. A. (2019). Effect of beetroot juice supplementation on 10-km performance in recreational runners. *Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme*. Vol. 44. Num. 1. 2019. p. 90-94.

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*. Vol. 9. Num. 1. 2017. p. 43. <https://doi.org/10.3390/nu9010043>

Evangelista, A. L. *Treinamento de corrida de rua: uma abordagem fisiológica e metodológica*. Brasil: Phorte Editora. ed. 4. 2017.

Hlinský, T.; Kumstát, M.; Vajda, P. Effects of Dietary Nitrates on Time Trial Performance in Athletes with Different Training Status: Systematic Review. *Nutrients*. Vol. 12. Num. 9. 2020. p. 2734.

Jones, A. M. Dietary nitrate supplementation and exercise performance. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*. Vol. 44. 2014. p. S35-S45.

Jones, A. M.; Thompson, C.; Wylie, L. J.; Vanhatalo, A. Dietary Nitrate and Physical Performance. *Annual review of nutrition*. Vol. 38. 2018. p. 303-328.

Larsen, F. J.; Schiffer, T. A.; Borniquel, S.; Sahlin, K.; Ekblom, B.; Lundberg, J. O.; Weitzberg, E. Dietary inorganic nitrate improves mitochondrial efficiency in humans. *Cell metabolism*. Vol. 13. Num. 2. 2011. p. 149–159.

Leal, L. D. dos S.; Guimarães, M. P.; Campos, Y. de A. C.; Abreu, W. C.; Fernandes da Silva, S. Effect of acute and chronic nitrate supplementation on the performance of endurance athletes: a systematic review. *Multidisciplinary Reviews*. Vol. 5. Num. 2. 2022.

Loureiro, L. L.; Santos, G. B. Nitrato: suplementação, fontes dietéticas e efeitos na performance. *Revista Brasileira de Nutrição Funcional*. Vol. 36. Num. 71. 2017. p. 7-16.

Lundberg, J. O.; Weitzberg, E.; Gladwin, M. T. The nitrate-nitrite-nitric oxide pathway in physiology and therapeutics. *Nature reviews. Drug Discovery*. Vol. 7. Num. 2. 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.; Vernece, A.; Currell, K.; Ali, V. M.; Budgett, R. G.; Ljungqvist, A.; ... Engebretsen, L. IOC consensus statement: dietary

supplements and the high-performance athlete. *British journal of sports medicine*. Vol. 52. Num. 7. 2018. p. 439–455.

McMahon, N. F.; Leveritt, M. D.; Pavey, T. G. The Effect of Dietary Nitrate Supplementation on Endurance Exercise Performance in Healthy Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports medicine (Auckland, N.Z.)*. Vol. 47. Num. 4. 2017. p. 735-756.

Rojas-Valverde, D.; Montoya-Rodríguez, J.; Azofeifa-Mora, C.; Sanchez-Urena, B. Effectiveness of beetroot juice derived nitrates supplementation on fatigue resistance during repeated-sprints: a systematic review. *Critical reviews in food science and nutrition*. Vol. 61 Num. 20. 2021. p. 3395-3406.

Rojo, J. R. *Corridas de Rua, Sua História e Transformações*. In: VII Congresso Sulbrasileiro de Ciências do Esporte. 2014.

Santana, J.; Madureira, D.; de França, E.; Rossi, F.; Rodrigues, B.; Fukushima, A.; Billaut, F.; Lira, F.; Caperuto, E. Nitrate Supplementation Combined with a Running Training Program Improved Time-Trial Performance in Recreationally Trained Runners. *Sports (Basel, Switzerland)*. Vol. 7. Num. 5. 2019. p. 120.

Santana, J. O. Efeitos da suplementação aguda de nitrato no desempenho, fadiga central e fadiga periférica em corredores de rua. Universidade São Judas Tadeu – Tese de Doutorado. Disponível em: <https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/17521>. <Acesso em: 02 de Maio de 2023>. São Paulo, 2021.

Santos, P. S. A. dos. O efeito da suplementação aguda de suco de beterraba rico em NO₃- no rendimento de corredores de rua. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Saúde) – Universidade Federal de Lavras, 95 p. Lavras, 2022.

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 and science in sports and exercise*. Vol. 52. Num. 10. 2020. p. 2250-2261.

Shannon, O. M.; Barlow, M. J.; Duckworth, L.; Williams, E.; Wort, G.; Woods, D.; Siervo, M.; O'Hara, J. P. Dietary nitrate supplementation enhances short but not longer duration running time-trial performance. *European journal of applied physiology*. Vol. 117. Num. 4. 2017. p. 775-785.

Silva, J. C. L.; Lins, N. C. de M.; Gomes, W. dos S.; Campos, E. Z.; Costa, A. dos S. Suplementação de nitrato no desempenho durante exercício intermitente de alta intensidade: uma revisão de literatura: Português (Brasil). *RBNE - Revista Brasileira De Nutrição Esportiva*. Vol. 16. Num. 96. 2022. p. 53-62.

Souza Junior, T. P. de; Asano, R. Y.; Prestres, J.; Sales, M. P. M. de; Coelho, J. M. de O.; Simoes, H. G. Óxido nítrico e exercício: uma revisão. *Revista da Educação Física/UEM*. v. 23. n. 3. 2012. p. 469-481.

Vasconcellos, J.; Henrique Silvestre, D.; Dos Santos Baião, D.; Werneck-de-Castro, J. P.; Silveira Alvares, T.; Paschoalin, V. M. A Single Dose of Beetroot Gel Rich in Nitrate Does Not Improve Performance but Lowers Blood Glucose in Physically Active Individuals. *Journal of nutrition and metabolismo*. 2017.

Wylie, L. J.; Kelly, J.; Bailey, S. J.; Blackwell, J. R.; Skiba, P. F.; Winyard, P. G.; Jeukendrup, A. E.; Vanhatalo, A.; Jones, A. M. Beetroot juice and exercise: pharmacodynamic and dose-response relationships. *Journal of applied physiology* (Bethesda, Md.: 1985). Vol. 115. Num. 3. 2013. p. 325-336.