

O EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO COM SUCO DE BETERRABA NA PERFORMANCE DURANTE O EXERCÍCIO AERÓBIO: UMA BREVE REVISÃO

Luis Fabiano Barbosa¹, Lindomar Menezes¹, Anne Caroline de Almeida Lima¹
 Claudio Oliveira Assumpção³, Gislaine Ferreira Nogueira⁴

RESUMO

A procura por suplementos nutricionais que possam favorecer a performance é uma constante entre os envolvidos com o esporte de alto rendimento. O suco de beterraba, rico em nitrato inorgânico (NO₃⁻), favorece o aumento da concentração plasmática de óxido nítrico (NO), um importante sinalizador em vários processos fisiológicos que justificariam os efeitos ergogênicos sobre o desempenho atlético. Assim, o objetivo da presente revisão de literatura foi avaliar e sintetizar as evidências disponíveis sobre os possíveis efeitos da suplementação com suco de beterraba sobre a performance aeróbia. Foi realizada busca nos bancos de dados Pubmed e Portal Capes, utilizando descritores na língua inglesa e portuguesa. Após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, 13 estudos foram incluídos na síntese quantitativa. Aparente controvérsia foi observada quanto aos efeitos do suco de beterraba na performance. As razões principais pela aparente inconsistência parecem estar relacionadas às diferentes metodologias de intervenção e à heterogeneidade dos grupos avaliados. Diante disso não foi possível estabelecer referências acerca dos efeitos positivos da suplementação, mesmo que isso tenha sido demonstrado por alguns estudos, que apresentaram ainda melhorias em diferentes mecanismos fisiológicos induzidos pela maior biodisponibilidade de NO. Contudo, em esportes de alto rendimento, diferenças que seriam aparentemente insignificantes, podem ser decisivas justificando, assim, o estudo da resposta individual e o possível uso da suplementação.

Palavras-chave: Desempenho. Exercício. Suplemento. Óxido nítrico.

- 1 - Sportrainer, Passos-MG, Brasil.
 2 - Studio Athenas, Passos-MG, Brasil.
 3 - Universidade Federal do Ceará-UFC, Brasil.
 4 - Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, Passos-MG, Brasil.

ABSTRACT

Effects of beetroot juice supplementation on performance during aerobic exercise: a brief review

The search for nutritional supplements that can enhance performance is a constant among those involved in high-performance sports. Beetroot juice, rich in inorganic nitrate (NO₃⁻), promote an increase in the plasma concentration of nitric oxide (NO), an important signal in several physiological processes that would justify the ergogenic effects on athletic performance. Thus, the aim of this review was to evaluate and synthesize the available evidence on the possible effects of beetroot juice supplementation on aerobic performance. A search was performed in the Pubmed and Portal Capes databases, using descriptors in English and Portuguese. After application of inclusion and exclusion criteria, 13 studies were included in the quantitative synthesis. Apparent controversy was observed regarding the effects of beetroot juice on performance. The main reasons for the apparent inconsistency seem to be related to the different intervention methodologies and the heterogeneity of the evaluated groups. Therefore, it was not possible to establish references about the positive effects of supplementation, even though this has been shown by some studies, which also showed improvements in different physiological mechanisms induced by the greater bioavailability of NO. However, in high-performance sports, differences that would be apparently insignificant can be decisive, thus justifying the study of individual response and the possible use of supplementation.

Key words: Performance. Exercise. Supplement. Nitric oxide.

E-mail dos autores
 fabianoeduca@gmail.com
 lindomar.menezes@hotmail.com
 annelima.edu@gmail.com
 claudio@ufc.br
 gislaine.nogueira@uemg.br

INTRODUÇÃO

Quando se dialoga sobre qualidade de vida e saúde, fatores tais como a prática regular de exercícios e a alimentação, estão entre os mais abordados.

Em modalidades esportivas de alto rendimento, é notada condição semelhante, destacam-se o treinamento e a dieta entre os fatores que recebem grande atenção dos profissionais envolvidos, sejam eles atletas, técnicos, preparadores físicos, fisiologistas ou pesquisadores.

Entre as variáveis fisiológicas que podem determinar o desempenho nos esportes de endurance, como a corrida, o ciclismo, a natação e outros, temos o consumo de oxigênio, os limiares ventilatórios e a eficiência ou economia de energia (Domínguez e colaboradores, 2017; Balsalobre-Fernández e colaboradores, 2018; Garnacho-Castaño e colaboradores, 2018), de modo que a busca por fatores que possam melhorar os processos fisiológicos relacionados aos componentes supracitados, favorecendo a adaptação ao treinamento e/ou a melhoria da performance é uma constante.

Isto pois, quando se fala em alto rendimento, ganhos mesmo que marginais na performance podem representar a vitória e a quebra de recordes em esportes como a corrida (Balsalobre-Fernández e colaboradores, 2018).

Assim, para além das intervenções no treinamento que resultem em adaptações fisiológicas e, conseqüentemente, melhoria do desempenho, diferentes estratégias são adotadas também na alimentação (Balsalobre-Fernández e colaboradores, 2018).

Neste sentido, a suplementação com nitrato inorgânico (NO_3^-) tem sido muito utilizada nas condutas nutricionais, visando a melhoria do desempenho esportivo, por ser este um precursor do Óxido Nítrico (NO) (Mcdonagh e colaboradores, 2018; Rokkedal e colaboradores, 2019).

Embora o NO_3^- seja encontrado em uma grande variedade de alimentos, em especial os vegetais (Santana e colaboradores, 2019), a suplementação do mesmo é normalmente realizada com suco de beterraba, pois este apresenta uma alta concentração de NO_3^- em sua composição (Loureiro, Santos, 2017; Mcdonagh e colaboradores, 2018; Oskarson, Mcgawley, 2018; Wickham e colaboradores, 2019), sendo apontado, pelo Instituto Australiano de Esporte (2021), como

um suplemento de alto nível de evidência para a melhora do desempenho atlético.

Ao ser ingerido, o NO_3^- é absorvido pelo trato gastrointestinal e alcança o sistema circulatório. A maior parte é excretado pelos rins (Loureiro, Santos, 2017), no entanto, cerca de 25% retornam às glândulas salivares por meio do transporte ativo, concentrando-se na saliva.

Na saliva, o NO_3^- concentrado é reduzido a Nitrito (NO_2^-) por bactérias anaeróbias presentes na superfície da língua, por meio da ação das enzimas nitrato redutase e, depois de deglutido, parte é convertido em NO no estômago, sendo então absorvido pelo intestino, entrando na circulação sistêmica e elevando sua concentração plasmática (Loureiro, Santos, 2017, Mcdonagh e colaboradores, 2018; Oskarson, Mcgawley, 2018; Santana e colaboradores, 2019).

Este processo é independente da via tradicional, na qual a geração de NO ocorre de forma endógena por meio da oxidação da L-arginina em L-citrulina na reação catalisada pelas enzimas da família das NO-sintases (NOS) (Loureiro, Santos, 2017; Mcdonagh e colaboradores, 2018; Oskarson, Mcgawley, 2018; Tan e colaboradores, 2018).

O NO é uma molécula de sinalização fundamental em vários processos fisiológicos e funcionais, e sua biodisponibilidade elevada causada pela ingestão de NO_3^- é apontada como justificativa para os possíveis efeitos ergogênicos da suplementação do suco de beterraba (Garnacho-Castaño e colaboradores, 2018; Oskarson, Mcgawley, 2018; Tan e colaboradores, 2018).

Estudos apontam diferentes mecanismos fisiológicos que potencialmente favorecem a melhoria da performance durante exercício de endurance.

Entre eles estão a vasodilatação, a melhora do fluxo sanguíneo e a oxigenação muscular, a redução da pressão arterial, a regulação na liberação do excesso de cálcio, a redução da utilização de oxigênio e redução no custo de produção de adenosina trifosfato (ATP), aumento da eficiência e biogênese mitocondrial, melhora na captação de glicose no músculo esquelético, limitação do acúmulo de metabólitos relacionados à fadiga e redução da depleção de fosfocreatina (PCr) (Domínguez e colaboradores, 2017; Loureiro, Santos, 2017; Balsalobre-Fernández e colaboradores, 2018; Garnacho-Castaño e colaboradores, 2018;

Mcdonagh e colaboradores, 2018; Oskarson, Mcdonagh, 2018; Perez e colaboradores, 2019).

Estes mecanismos explicariam a melhora nos componentes da resistência cardiorrespiratória propostos pela suplementação de NO_3^- .

Entretanto, apesar de um crescente corpo de evidências que apoiam o potencial efeito ergogênico da suplementação com suco de beterraba rico em NO_3^- , seus possíveis efeitos para a performance são, aparentemente, controversos, ou pelo menos há ainda algumas lacunas, principalmente sobre dosagem, forma de administração, tipo e duração do exercício (Loureiro, Santos, 2017).

Embora possíveis controvérsias possam existir, pode-se hipotetizar que a suplementação com suco de beterraba favorece a performance aeróbia.

Assim, o objetivo da presente revisão de literatura é avaliar e sintetizar as evidências disponíveis acerca dos possíveis efeitos da suplementação com suco de beterraba na performance aeróbia, considerando a dosagem e a forma de administração.

MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo caracteriza-se como uma revisão de literatura, sendo realizada sob uma estrutura analítica simples com base em pesquisa, avaliação, síntese e análise (SALSA) (Grant, Booth, 2009).

Foi realizada uma busca por estudos acerca da influência da suplementação com suco de beterraba na performance durante exercício aeróbio. Esta pesquisa incluiu todos os resultados publicados entre 2016 e 04 de junho de 2021, tendo como base para consultas, as bases de dados da Pubmed e o Portal de Periódicos da Capes.

Este último, por meio de acesso ao conteúdo gratuito do portal. Para esta pesquisa foram utilizados os descritores “exercise”, “endurance exercise”, “aerobic exercise”, “performance”, “time”, “time to exhaustion”, “suco de beterraba”, “exercício”, “exercício de endurance”, “exercício aeróbio”, “tempo limite” e “tempo de exaustão”. Para as buscas, os descritores em língua inglesa foram combinados com “beetroot juice” e os descritores em português com “suco de beterraba” por meio do operador de busca “and”.

Como critério de seleção, foram analisados os estudos publicados em revistas e a primeira avaliação para definição da elegibilidade consistiu na necessidade de o estudo estar disponível em inglês ou português.

Critérios de inclusão

Em um segundo momento, os estudos considerados para revisão deveriam obedecer aos seguintes critérios: presença do termo “beetroot juice” ou “suco de beterraba” no título, ser experimental, realizado com exercício aeróbio, tenha avaliado a performance (tempo limite / exaustão, consumo máximo de oxigênio / consumo pico de oxigênio, velocidade máxima / velocidade pico).

Para as etapas de avaliação do título e resumo do estudo, foi utilizado o aplicativo da web Rayyan.

Critérios de exclusão

Como critério de exclusão foram adotadas as seguintes razões: estudos em que os sujeitos avaliados apresentassem idade inferior a 18 anos ou superior a 60 anos, comorbidades (por exemplo: diabetes, hipertensão, DPOC, que a suplementação com suco de beterraba tenha sido associada a qualquer outro suplemento ou combinação de dieta alimentar, ou que não empregou grupo/condição controle).

Extração de dados

Após completar as etapas anteriores, realizou-se a extração dos dados como segue: autoria, ano de publicação, amostra total e estratificada por sexo, idade, nível de aptidão da amostra, formulação do suplemento, tempo de intervenção, exercício e efeito na performance.

RESULTADOS

A busca nas bases de dados resultou em um total de 651 estudos. Após a remoção das duplicatas, 224 estudos com potencial para a revisão permaneceram.

Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão nos estudos remanescentes, 13 estudos foram inclusos na síntese quantitativa (Figura 1).

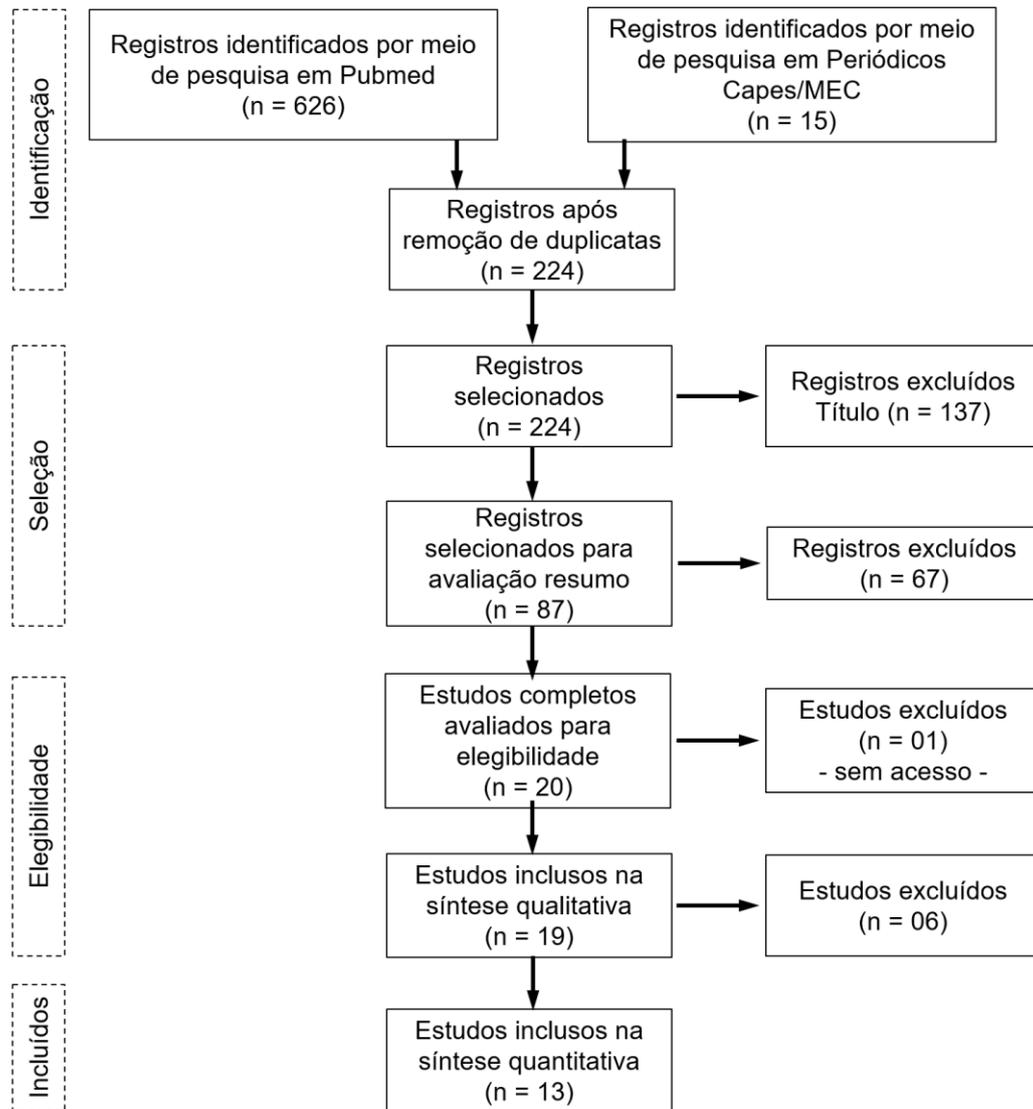


Figura 1 - Fluxograma das etapas da metodologia utilizada para busca e seleção de estudos incluídos na revisão.

A Tabela 1 apresenta as características dos estudos originais incluídos na síntese quantitativa. Os dados apresentados na Tabela 1 apresentam o nível de aptidão da amostra avaliada, a dosagem e modo de administração

do suplemento, o tipo de exercício realizado e os efeitos resultantes, e indicam uma ampla variedade da amostra, formulação/dosagem do suplemento, tempo de suplementação e resultados.

RBNE

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

Tabela 1 - Caracterização dos estudos.

Autor, Ano	Amostra	Idade média (anos)	Nível de Aptidão da Amostra	Suplemento (formulação, dosagem)	Tempo Suplementação	Exercício	Efeito Performance
Balsalobre-Fernández, e colaboradores, 2018	12 H	26,3 ± 5,1	Corredores de elite	GBR: 6,5 mmol NO ₃ ⁻ GPL: 0,065 mmol NO ₃ ⁻ 70 ml / dia	15 dias	Corrida incremental, até a exaustão / esteira	↑ Tempo de exaustão
Garnacho-Castaño e colaboradores, 2018	12 H	39,3 ± 7,5	Triatletas bem treinados	CBR: ~6,5 mmol NO ₃ ⁻ CPL: 0,005 mmol NO ₃ ⁻ 70 ml	3 horas antes do teste	Ciclismo, "step-test": 30' VT1 + VT2 até a exaustão / cicloergômetro	↔ tempo
Oskarsson, McGawley, 2018	7 H 2 M	30,4 ± 6,3 31,5 ± 9,2	Corredores de endurance recreacionais, bem treinados	BR: 7,3 mmol NO ₃ ⁻ P _{BR} : BR sem nitrato C _{CAF} : 4,8 ± 0,4 mg/kg cafeína PL _C : < 0,3 g carboidrato Condições: BR-C _{CAF} BR-P _{CAF} P _{BR} -C _{CAF} P _{BR} -P _{CAF} 70 ml	BRJ ou PLA _{BRJ} = 2,5 horas antes do teste CAF ou PLA _{CAF} = 45 minutos antes do teste	Corrida, "step test": 5' 70% VO _{2max} + 5' 80% VO _{2max} + 1 km time trial / esteira	↔ tempo
Tan e colaboradores, 2018	12 H	21 ± 1	Ativos recreacionais	BR: ~12,4 mmol NO ₃ ⁻ PL: ~0,04 mmol NO ₃ ⁻ Condições: BR-BR BR-PL PL-PL 140 ml (2 x 70)	3 dias última dose 2,5 horas antes do teste 1 dose após 1 hora início do teste	Ciclismo: 2 horas 80% GET + 100 kJ time trial	↔ tempo
Castro e colaboradores, 2019a	14 H	27,8 ± 3,4	Corredores recreacionais	CBR: 8,4 mmol NO ₃ ⁻ CPL: 0,01 mmol NO ₃ ⁻ 420 ml / dia	3 dias última dose 2h antes do teste	Corrida de 10 km / pista	↔↑ tempo
Castro e colaboradores, 2019b	13 H	28,2 ± 3	Corredores recreacionais	CBR: 8,4 mmol NO ₃ ⁻ CPL: 0,01 mmol NO ₃ ⁻ 420 ml / dia	3 dias última dose 2h antes do teste	Corrida, incremental até a exaustão / esteira	↑ VO _{2max} ↑ vVO _{2max} ↑ V _{R100}
Flueck e colaboradores, 2019	22 H	28 ± 7 FA 40 ± 11 PA	14 Fisicamente aptos (FA) 08 Paraciclistas (PA)	CBR: 6 mmol NO ₃ ⁻ CNIT: 6 mmol Nitrato de Sódio CPL: água pura 85 ml	3 horas antes do teste	Ciclismo, 10 km time trial / handbike	↔ tempo
Perez e colaboradores, 2019	20 H	21,8 ± 2,3	Treinados recreacionais	CBR: 6,4 mmol NO ₃ ⁻ 70 ml CPL: água com corante 237 ml	7 dias 2h antes do teste	Corrida incremental, até a exaustão / esteira	↔ VO _{2max}
Rokkedal-Lausch e colaboradores, 2019	12 H	29,1 ± 7,7	Ciclistas bem treinados	CBR: 12,4 mmol NO ₃ ⁻ CPL: ~0 mmol NO ₃ ⁻ 140 ml (2 x 70)	7 dias última dose 2,75 horas antes do teste testes no 3º e 4º dias da condição	Ciclismo, 10 km time trial / cicloergômetro Condições: Normóxia, Hipóxia	↑ Performance (ambas condições)
Wickham e colaboradores, 2019	12 M	23 ± 1	Ativas recreacionais	CBR: ~26 mmol NO ₃ ⁻ CPL: sem nitrato 280 ml / dia (2 x 2 x 70 ml)	Agudo: 2,5 horas antes do teste Crônico: 8 dias última dose 2,5 horas antes do teste	Ciclismo, "step test": 10' 50% VO ₂₀₀₀ + 10' 70% VO _{2max} + 4 kJ/kg time trial	↔ tempo
Behrens e colaboradores, 2020	11 H 5 M	26 ± 6,1 H 30 ± 6,5 M	Obesos não treinados	CBR: ~6,4 mmol NO ₃ ⁻ CPL: ~0,04 mmol NO ₃ ⁻ CNaNO ₃ : 0,5 g, 50 ml CCon: sem suplemento 70 ml	2,5 horas antes do teste	Ciclismo, "step-test": 5' - 90% GET + 90% VO ₂₀₀₀ até exaustão / cicloergômetro	↑ Tempo de exaustão
Cocksedge e colaboradores, 2020	10 H	23 ± 3	Recreacionais, não treinados	CBR: ~18,6 mmol NO ₃ ⁻ CPL: ~0,12 mmol NO ₃ ⁻ 210 ml	2,5 horas antes do teste	Ciclismo, "step-test": 2' - 20W, 4' - 95% GET + 75% Δ até a exaustão / cicloergômetro Condições: Normóxia, Hipóxia, Hiperóxia	↑ Tlim (hipóxia)
Hurst, Saunders, Coleman, 2020	38 H 32 M	34,4 ± 11,6 32,1 ± 12,9 M	Corredores recreacionais	CBR: ~4,1 mmol NO ₃ ⁻ CPL: 0,04 mmol NO ₃ ⁻ Pré e pós (baseline) 70 ml	2,5 horas antes da corrida	Corrida, 5 km, parkrun	↔ tempo

Legenda: C: condição (um mesmo grupo submetido a diferentes condições); G: grupo (dois grupos distintos para as diferentes condições); BR: suco de beterraba; PL: placebo; C_{CAF}: cafeína; CBR: condição suco de beterraba; CPL: condição placebo; CNIT: condição nitrato; GBR: grupo suco de beterraba; GPLA: grupo placebo; CNaNO₃: condição nitrato de sódio; CCon: condição controle; BR-BR: suco de beterraba + suco de beterraba; BR-PL: suco de beterraba + placebo; PL-PL: placebo + placebo; BR-C_{CAF}: suco de beterraba + cafeína; BR-P_{CAF}: suco de beterraba + placebo de cafeína; P_{BR}-C_{CAF}: placebo de suco de beterraba + cafeína; PBR-P_{CAF}: placebo suco de beterraba + placebo de cafeína; W: watts; GET: limiar de troca gasosa; vVO_{2max}: velocidade no consumo máximo de oxigênio; VO_{2max}: velocidade no consumo pico de oxigênio; Hypo = hipóxia, Norm = normóxia, Hyper = hiperóxia; ↑ = efeito positivo; ↓ = efeito negativo em parte do grupo; ↔ = sem efeito.

Os estudos inclusos apresentam ensaio randomizado ou quasi-randomizado e cegamento (parcial, simples ou duplo).

No entanto, no estudo realizado por Flueck e colaboradores (2019) e Behrens Junior e colaboradores (2020), os participantes foram capazes de diferenciar o suplemento que estavam ingerindo, diminuindo assim a capacidade de cegamento do experimento.

DISCUSSÃO

O NO é considerado uma importante molécula sinalizadora, com papel fundamental para a função e saúde vascular, tendo sua biodisponibilidade vascular sido interesse de estudos que avaliam o exercício em indivíduos saudáveis.

Tem sido sugerido que a disponibilidade aumentada de NO promove benefícios ergogênicos, em especial em condições com baixa disponibilidade de oxigênio ou exercício de alta intensidade, em que há o recrutamento predominante de fibras do tipo II (Woessner e colaboradores, 2017; Woessner e colaboradores, 2018).

No entanto, estes dados são ainda controversos e, assim, este estudo teve como objetivo principal reunir e sintetizar informações acerca dos efeitos da suplementação com suco de beterraba sobre a performance durante o exercício aeróbio, tendo sido apontada como hipótese o favorecimento da performance aeróbia quando da suplementação com suco de beterraba.

Com relação ao objetivo principal, dos 13 estudos incluídos na análise, 4 apresentaram efeitos positivos da suplementação sobre a performance (Balsalobre-Fernández e colaboradores, 2018; Castro e colaboradores, 2019b; Rokkedal-Lausch e colaboradores, 2019; Behrens e colaboradores, 2020), e um apresentou efeito na condição de hipóxia (Cocksedge e colaboradores, 2020).

Considerando os estudos que não apresentaram efeitos positivos na performance, o estudo realizado por Hurst, Saunders, Coleman (2020), não observou tal efeito entre as condições suplementada e placebo.

No entanto, quando a condição suplementada e placebo foram comparadas a condição baseline, efeito positivo na performance foi observado.

Os estudos apontam diferentes mecanismos fisiológicos relacionados ao

desempenho esportivo induzidos pela maior biodisponibilidade de NO.

Balsalobre-Fernández e colaboradores (2018), observaram melhorias significativas na percepção de esforço e no tempo de exaustão com suplementação crônica de 15 dias e oferta de 6,5 mmol de NO_3^- ao dia, seguido de aumento moderado da saturação de oxigênio do músculo vasto lateral (SmO_2).

Para estes e outros autores as alterações na cinética do consumo de oxigênio (VO_2) poderia favorecer a performance, entre outros, por meio de alterações na disponibilidade e utilização de substrato energético anaeróbio (redução da depleção de fosfocreatina) e redução de metabólitos relacionados ao processo de fadiga (Balsalobre-Fernández e colaboradores, 2018; Cocksedge e colaboradores, 2020).

De acordo com Behrens e colaboradores (2020), a suplementação com suco de beterraba se mostrou mais eficiente no metabolismo do NO_3^- quando comparada com a suplementação com NaNO_3^- , talvez em decorrência da presença de outros compostos presentes no suco, tal como a vitamina C, a betaína e polifenóis queratina e resveratrol que estariam relacionados à facilitação da redução de NO_2^- em NO, contribuindo, portanto, para com o aumento da eficiência mitocondrial, a capacidade aeróbia e incrementos de resistência, força e potência. A suplementação foi realizada 2,5 horas antes do teste e ofertou 6,5 mmol NO_3^- aos indivíduos.

Ao avaliar a influência da suplementação com suco de beterraba (2,5 horas antes do teste e oferta de 6,5 mmol de NO_3^-), sobre a performance em diferentes condições de disponibilidade de oxigênio, Cocksedge e colaboradores, (2020) observaram incremento (8%) da tolerância ao exercício em condições de hipóxia.

Foi observado incrementos do VO_2 nos estágios iniciais do teste e do $\text{VO}_{2\text{pico}}$ ao final dele, o que indica uma maior contribuição do metabolismo oxidativo, favorecendo o aumento da tolerância ao exercício. Para os autores, a suplementação influencia a desoxigenação muscular, modulando o metabolismo e a capacidade para a realização de exercício.

Convém salientar que incrementos não significativos, do ponto de vista estatístico, foram observados nas condições de hiperóxia (4%) e normoxia (6%).

Desse modo, apontam ainda que o potencial efeito ergogênico do suco de

beterraba durante o exercício pode estar relacionado ao grau de desoxigenação muscular ocasionada pelo exercício.

Rokkedal-Lausch e colaboradores (2019) também avaliaram o efeito da suplementação (crônica de 7 dias e oferta de 12,4 mmol NO₃⁻ ao dia) sobre a performance de ciclistas bem treinados durante 10 km de ciclismo contrarrelógio, em diferentes condições de disponibilidade de oxigênio (hipóxia e normóxia).

Os dados apresentados indicam melhoria do desempenho em ambas as condições, e sugere que esta melhoria pode ser atribuída a maior utilização da capacidade aeróbia

Ao avaliar a performance de corredores recreacionais em corrida 10 km, com suplementação crônica de 3 dias e oferta de 8,4 mmol NO₃⁻ ao dia, de Castro e colaboradores (2019a) não observaram melhorias significativas, no entanto, convém salientar que 10 dos 14 indivíduos estudados apresentaram melhoria da performance.

Em outro estudo (Castro e colaboradores, 2019b), utilizando-se da mesma metodologia para a suplementação e também avaliando corredores recreacionais, mas dessa vez em corrida na esteira até a exaustão, os autores observaram incrementos no consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), na velocidade de VO_{2max} (vVO_{2max}) e velocidade pico (V_{pico}).

Com seus resultados e baseados na literatura existente, os autores apontam que, para além das observações quanto a duração e intensidade do teste e o nível de treinamento dos indivíduos, é preciso considerar a existência de variabilidade da resposta individual diante da suplementação com suco de beterraba (Castro e colaboradores, 2019b).

Não foram observadas melhorias da performance nos estudos realizados por: Flueck e colaboradores (2019), que avaliaram a influência da suplementação aguda (3 horas antes do teste e oferta de 6 mmol NO₃⁻) em teste de 10 km contrarrelógio no ciclismo (handbike) em indivíduos fisicamente ativos e paraciclistas; Garnacho-Castaño e colaboradores (2018), que avaliaram a influência da suplementação aguda (3 horas antes do teste e oferta de ~6,5 mmol NO₃⁻), no ciclismo do tipo "step test" até a exaustão em triatletas bem treinados; Hurst, Saunders, Coleman (2020), que avaliaram a suplementação aguda (2,5 horas antes do teste e oferta de ~4,1 mmol NO₃⁻), na corrida de 5 km

realizada por corredores recreacionais; Oskarson, McGawley (2018), que avaliaram a suplementação aguda (2,5 horas antes do teste e oferta de 7,3 mmol NO₃⁻), em teste de corrida do tipo "step test" realizado por corredores de endurance recreacionais bem treinados; Perez e colaboradores (2019), que avaliaram a suplementação crônica (7 dias e oferta de 6,4 mmol NO₃⁻) na performance em corrida incremental na esteira realizada por corredores recreacionais; Tan e colaboradores (2018), que avaliaram a suplementação crônica (3 dias e oferta de ~12,4 mmol NO₃⁻) e durante o teste (1 hora após o início), na performance no ciclismo realizado por indivíduos ativos recreacionais e; Wickham e colaboradores (2019), que avaliaram a suplementação aguda (2,5 horas antes do teste e oferta de ~26 mmol NO₃⁻) ou crônica (8 dias e mesma oferta de NO₃⁻), na performance no ciclismo realizado por indivíduos ativos recreacionais.

Acerca dos estudos que não apresentaram efeito da suplementação sobre a performance, possíveis e diferentes fatores são apresentados. Fatores esses fisiológicos ou de limitação do próprio estudo, tais como a dosagem ou tempo de suplementação insuficientes e o nível de aptidão da amostra estudada (Oskarson, McGawley, 2018; Flueck e colaboradores, 2019; Garnacho-Castaño e colaboradores, 2018), a influência do contexto hormonal e fisiológico das mulheres e a influência dos contraceptivos orais (Wickham e colaboradores, 2019), amostra composta por sujeitos de ambos os sexos (Oskarsson, McGawley, 2018), e a inexperiência dos participantes com teste incremental máximo até a exaustão, o que pode ter gerado efeito pela familiarização (Perez e colaboradores, 2019).

Considerando ainda os objetivos propostos para o presente trabalho, é possível observar uma grande variedade da formulação/dosagem do suplemento e do tempo de suplementação adotados. Com relação as dosagens utilizadas, as maiores dosagens foram utilizadas pelo estudo de Wickham e colaboradores (2019) e Cocksedge e colaboradores (2020) em que os suplementos forneciam ingestão diária de ~26 mmol e ~18mmol de NO₃⁻, respectivamente.

Considerando o tempo de suplementação, é possível observar estudos que utilizaram suplementação considerada crônica de 15 dias (Balsalobre-Fernández e colaboradores, 2018), de 08 dias (Wickham e colaboradores, 2019), de 07 dias (Perez e

colaboradores, 2019; Rokkedal-Lausch e colaboradores, 2019), e de 03 dias (Tan e colaboradores, 2018; Castro e colaboradores, 2019a; Castro e colaboradores, 2019b), ou aguda com 3 horas antes do teste (Garnacho-Castaño e colaboradores, 2018; Flueck e colaboradores, 2019), e 2,5 horas antes do teste (Oskarson, Mcgawley, 2018; Wickham e colaboradores, 2019; Behrens e colaboradores, 2020; Cocksedge e colaboradores, 2020; Hurst, Saundres, Coleman, 2020).

É importante considerar ainda a heterogeneidade da amostra estudada quanto ao nível de performance, sendo observados indivíduos obesos não treinados (Behrens e colaboradores, 2020), praticantes de exercício recreacionais (Cocksedge e colaboradores, 2020), indivíduos fisicamente ativos e paraciclistas (Flueck e colaboradores, 2019), corredores recreacionais (Oskarson, Mcgawley, 2018; Castro e colaboradores, 2019a, 2019b; Hurst, Saunders, Coleman, 2020), treinados recreacionais (Perez e colaboradores, 2019), ativos recreacionais (Tan e colaboradores, 2018; Wickham e colaboradores, 2019), corredores de elite (Balsalobre-Fernández e colaboradores, 2018), ciclistas bem treinados (Rokkedal-Lausch e colaboradores, 2019) e triatletas bem treinados (Garnacho-Castaño e colaboradores, 2018).

Assim, diante do exposto e dos objetivos do presente estudo, a síntese e determinação dos possíveis efeitos da suplementação com suco de beterraba parece ser prejudicada pela grande variedade de metodologias utilizadas nos diferentes estudos.

Como apontado por Behrens e colaboradores (2020), o estado de treinamento, que afeta a produção endógena de antioxidantes, a dieta, as variáveis de treinamento (tempo, tipo, intensidade) apresentam-se como possíveis razões para inconsistências em estudos prévios. Essa heterogeneidade de condições pode ser confirmada em nosso estudo.

De modo geral, a suplementação seria, então, mais efetiva para o exercício em altitudes elevadas, indivíduos com grandes proporções de fibras musculares do tipo II, atividades que exigem maior recrutamento de fibras do tipo II, diminuição do pH, ou indivíduos que apresentem desordens na oferta de oxigênio para os músculos (Castro e colaboradores, 2019a; Castro e colaboradores, 2019b; Flueck e colaboradores, 2019; Cocksedge e colaboradores, 2020).

Ainda, considerando os dados obtidos por nosso estudo, pode ser necessária uma maior dosagem (mmol NO_3^-) e / ou maior tempo de suplementação (crônica) para alguns grupos de indivíduos ou determinadas adaptações fisiológicas.

Ainda, como apontado por de Castro e colaboradores (2019a), a avaliação individual do efeito da suplementação na performance deveria ser considerada.

Behrens e colaboradores (2020) sugerem que o suco de beterraba pode ser um auxiliar na participação e adesão ao exercício, sendo apontado como um nutracêutico de baixo custo e facilmente obtido.

Tendo isto em consideração, poderia se pensar na possibilidade de prescrição, por profissional nutricionista, para a suplementação realizada com suco de beterraba produzido em casa, favorecendo o acesso a diferentes grupos populacionais, atletas ou não. Ao observar os dados obtidos pelo presente estudo, os autores acreditam que este pode não ser o caso.

Os estudos avaliados utilizaram suco industrializado e, quando não, este foi produzido por profissional nutricionista em ambiente controlado, tendo posteriormente sido avaliada a concentração de NO_3^- por laboratório especializado.

Desse modo, a pretensão quanto a prescrição, por parte do profissional nutricionista, para a suplementação com suco de beterraba produzido em casa pode não ser efetiva, dado as possíveis diferenças na concentração de NO_3^- nos legumes.

Essas diferenças podem ser decorrentes das condições adotadas nas práticas agrícolas: plantio (solo, irrigação, localização); colheita (grau de maturidade); pós-colheita (processamento e armazenamento condições) e parte da planta (folhas, flores, frutas, caule, sementes, grãos, rizomas e raízes).

Limitações do estudo

O estudo apresenta algumas limitações. Podemos apontar o fato de que foram considerados para ele apenas estudos que, em seu título, apresentavam o termo "suco de beterraba", descartando aqueles que apontavam dieta rica / suplementação com nitrato.

Deste modo, outros estudos que tenham utilizado a beterraba ou o suco dela como forma de suplementação foram

excluídos, o que pode prejudicar a avaliação da influência desta na performance.

Do mesmo modo, estudos que indicaram intervenção dietética associada ao suco de beterraba também foram descartados.

Futuras direções

Embora dificuldade possa ser enfrentada quanto a produção “caseira” do suco de beterraba, acreditamos ser interessante a realização de estudos que possam determinar uma concentração média de NO_3^- na beterraba e a possível adoção deste como suplemento, favorecendo o acesso aos benefícios não só por praticantes de exercício como pelos diferentes grupos populacionais que possam se beneficiar dos possíveis efeitos positivos da maior biodisponibilidade de NO_3^- .

CONCLUSÃO

Embora não tenha sido possível confirmar a hipótese inicial levantada, dado os resultados controversos apontados, convém salientar que essa controvérsia parece se dar em decorrência da heterogeneidade de grupos e formas de suplementação.

Ainda, e não menos importante, quando se trata de competições de alto nível, diferenças aparentemente insignificantes de, por exemplo, 0,5%, podem representar a diferença entre competidores e posições classificatórias.

Considerando o resultado da prova de 10 mil metros rasos, masculino, realizada nos Jogos Olímpicos de Tóquio 2020 (julho/agosto de 2021), um incremento de 0,5% na performance seria o suficiente para levar o atleta classificado em 7º lugar com o tempo de 27'50"06 para o primeiro lugar, superando em mais de 1 segundo o tempo registrado pelo campeão da prova, de 27'43"22.

Desse modo, o estudo da resposta individual relacionada tanto a forma de suplementação quanto a dosagem, parece ser significativo e justificaria a suplementação.

REFERÊNCIAS

1-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. p. 1-10.

2-Behrens, J.R.C.E.; Ahmed, K.; Ricart, K.; Linder, B.; Fernández, J.; Bertrand, B.; Patel, R.P.; Fisher, G. Acute beetroot juice supplementation improves exercise tolerance and cycling efficiency in adults with obesity. *Physiological Reports*. Vol. 8. Num. 19. 2020. p. 1-12.

3-Cocksedge, S.P.; Breese, B.C.; Morgan, P.T.; Nogueira, L.; Thompson, C.; Wylie, L.J.; Jones, A.M.; Bailey, S.J. Influence of muscle oxygenation and nitrate-rich beetroot juice supplementation on O_2 uptake kinetics and exercise tolerance. *Nitric Oxide*. Vol. 9. 2020. p. 25-33.

4-Castro T.F. Manoel, F.A.; Figueiredo, D.H.; Machado, F.A. Effect of beetroot juice supplementation on 10-km performance in recreational runners. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*. Vol. 44. Num. 1. 2019a. p. 90-94.

5-Castro, T.F. Manoel, F.A.; Figueiredo, D.H.; Machado, F.A. Effects of chronic beetroot juice supplementation on maximum oxygen uptake, velocity associated with maximum oxygen uptake, and peak velocity in recreational runners: a double-blinded, randomized and crossover study. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 119. Num. 5. 2019b. p. 1043-1053.

6-Flueck, J.L. Gallo, A.; Moelijker, N.; Bogdanov, N.; Bogdanova, A.; Perret, C. Influence of equimolar doses of beetroot juice and sodium nitrate on time trial performance in handcycling. *Nutrients*. Vol. 11. Num. 7. 2019. p. 2-16.

7-Domínguez, R. Cuenca, E.; Maté-Muñoz, J.L.; García-Fernández, P.; Serra-Paya, N.; Estevan, M.C.L.; 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. 1-18.

8-Garnacho-Castaño, M.V.; Palau-Salvá, G.; Cuenca, E.; Muñoz-González, A.; García-

Fernández, P.; Lozano-Estevan, M.C.; Veiga-Herreros, P.; Maté-Muñoz, J.L.; Domínguez, R. Effects of a single dose of beetroot juice on cycling time trial performance at ventilator thresholds intensity in male triathletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Vol. 15. Num. 1. 2018. p. 1-12.

9-Hurst, P.; Saunders, S.; Coleman, D. No differences between beetroot juice and placebo on competitive 5-km running performance: a double-blind, placebo-controlled trial. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. Vol. 30. Num. 4. 2020. p. 295-300.

10-Grant, M.J.; Booth, A. A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information and Libraries Journal*. Vol. 26. Num. 2. 2009. p. 91-108.

11-Instituto Australiano de Esporte. Australian Institute of Sport Position Statement: supplements and sports foods in high performance sport. Canberra: AIS. 2021.

12-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.

13-McDonagh, S.T. J.; Wylie, L.J.; Thompson, C.; Vanhatalo, A.; Jones, A.M. Potential benefits of dietary nitrate ingestion in healthy and clinical populations: A brief review, *European Journal of Sport Science*. Vol. 19. Num. 1. 2018. p. 15- 29.

14-Oskarson, J.; McGawley, K. No individual or combined effects of caffeine and beetroot-juice supplementation during submaximal ou maximal running. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*. Vol. 43. Num. 7. 2018. p. 697-703.

15-Perez, J.M.; Dobson, J.L.; Ryan, G.A.; Riggs, A.J. The effects of beetroot juice on v_{O_2max} and blood pressure during submaximal exercise. *Jornal internacional de Ciência do Exercício*. Vol. 12. Num. 2. 2019. p. 332-342.

16-Rokkedal-Lausch, T.; Franch, J.; Poulsen, M.K.; Weitzberg, E.; Kamavuako, E.N.; Karbing, D.S.; Larsen, R.G. Chronic high-dose beetroot juice supplementation improves time trial

performance of well-trained cyclist in normoxia and hypoxia. *Nitric Oxide*. Vol. 85. 2019. p. 44-52.

17-Santana, J.; Madureira, D.; 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*. Vol. 7. Num. 5. 2019. p. 1-10.

18-Tan, R.; Wylie, L.J.; Thompson, C.; Blackwell, J.R.; Bailey, S.J.; Vanhatalo, A.; Jones, A.M. Beetroot juice ingestion during prolonged moderate-intensity exercise attenuates progressive rise in O_2 uptake. *Journal of Applied Physiology*. Vol. 124. Num. 5. 2018. p. 1254-1263.

19-Wickham, K.A.; McCarthy, D.G.; Pereira, J.M.; Cervone, D.T.; Verdijk, L.B.; Lonn, L.J.C.; Power, G.A.; Spriet, L.L. No effect of beetroot juice supplementation on exercise economy and performance in recreationally active females despite increased torque production. *Physiol Reports*. Vol. 7. Num. 2. 2019. p. 1-14.

20-Woessner, M.N.; VanBruggen, M.D.; Pieper, C.F.; Sloane, R.; Kraus, W.E.; Gow, A.J.; Allen, J.D. Beet the best? Dietary inorganic nitrate to augment exercise training in lower extremity peripheral artery disease with intermittent claudication. *Circulation Research*. Vol. 123. Num. 6. 2018. p. 654-659.

21-Woessner, M.N.; McIlvanna, L.C.; Zevallos, J.O.; Neil, C.J.; Allen, J.D. Dietary nitrate supplementation in cardiovascular health: an ergogenic aid or exercise therapeutic? *American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology*. Vol. 314. Num. 2. 2017. p. H195-H212.

Recebido para publicação em 16/12/2021
Aceito 05/03/2022