

PAPEL DA SUPLEMENTAÇÃO DE SUCO DE BETERRABA NO DESEMPENHO DE CICLISTAS: UM ESTUDO DE REVISÃO

Laura Escobar da Fontoura¹, Patrícia Molz^{2,3,4}, Silvia Isabel Rech Franke^{1,2,3}

RESUMO

O ciclismo é um esporte altamente exigente que pode impor grande desgaste aos indivíduos, tornando os impactos no desempenho uma das principais preocupações dos praticantes. Evidências atuais indicam que o suco de beterraba, uma fonte de nitrato, pode ter potencial para aprimorar o desempenho, devido ao seu papel na promoção da vasodilatação e melhora do fluxo sanguíneo. Para tanto, o objetivo deste estudo foi revisar e discutir os principais achados na literatura que mostram o papel da suplementação com suco de beterraba no desempenho de ciclistas, dando suporte ao seu uso como um recurso ergogênico. Foi realizada uma revisão de literatura, usando a base de dados Pubmed, empregando os descritores “Suplementação de Suco de Beterraba”, “Suco de beterraba” OU “esporte” E “Suco de beterraba” OU “performance” na língua inglesa e portuguesa, entre os anos 2011 a 2023. Após aplicação dos critérios de inclusão (artigos que abordam a suplementação com suco de beterraba no ciclismo) e exclusão (amostra composta só por mulheres, revisão de literatura, e trabalhos com teste em animais), 15 estudos foram incluídos na síntese quantitativa. A suplementação com suco de beterraba (70 a 500 mL) melhorou significativamente a performance de ciclistas em seis estudos, mas resultados divergentes foram observados em testes contrarrelógio, especialmente em ciclistas treinados em hipóxia normobárica. Embora haja melhorias na eficiência aeróbica para resistência de longa duração, a suplementação pode não ser eficaz para atividades predominantemente anaeróbicas, como sprints repetidos. A suplementação com suco de beterraba revelou melhorias significativas na performance de ciclistas, especialmente em atividades aeróbicas de longa duração, embora sua eficácia em testes contrarrelógio e atividades anaeróbicas permaneça inconclusivas.

Palavras-chave: Suco de beterraba. Suplementação. Desempenho físico. Ciclismo.

ABSTRACT

Role of beet juice supplementation in cyclists' performance: a review study

Cycling is a highly demanding sport that can impose significant strain on individuals, making performance impacts a major concern for practitioners. Current studies indicate that beetroot juice, a source of nitrate, may have the potential to enhance performance due to its role in promoting vasodilation and improving blood flow. Therefore, the aim of this study was to review and discuss the main findings in the literature that demonstrate the role of beetroot juice supplementation in the performance of cyclists, supporting its use as an ergogenic resource. A literature review was carried out, using the PubMed databases employing descriptors “Beet juice supplementation”, “Beet juice” OR “sport” E “Beet juice” OR “performance” in both English and Portuguese between the years 2011 to 2023. After applying inclusion and exclusion criteria, 15 studies were included in the quantitative synthesis. Beetroot juice supplementation (70 to 500 mL) significantly improved cyclists' performance in six studies, but divergent results were observed in time trial tests, especially in cyclists trained in normobaric hypoxia. Although there are improvements in aerobic efficiency for long-duration endurance, supplementation may not be effective for predominantly anaerobic activities such as repeated sprints. Beetroot juice supplementation revealed significant improvements in cyclists' performance, especially in long-duration aerobic activities, although its effectiveness in time trials and anaerobic activities remains inconclusive.

Key words: Drink juice. Supplementation. Physical performance. Cycling.

1 - Curso de Nutrição, Departamento de Ciências da Saúde, Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC), Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

2 - Laboratório de Nutrição Experimental, Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul, Rio Grande do Sul, Brasil.

INTRODUÇÃO

A prática das competições de ciclismo tem emergido com destaque tanto no território brasileiro quanto em escala global, refletindo um crescente entusiasmo pelo esporte (Magno e colaboradores, 2020).

No Brasil, o ciclismo tem demonstrado constante crescimento, evidenciado pelo aumento na procura por bicicletas e artigos relacionados (Nichele e colaboradores, 2021).

Ainda, tem sido observado um crescimento de eventos ciclísticos, destacando-se provas de estrada e contrarrelógio que atraem ciclistas de distintas faixas etárias.

Ademais, o ciclismo de montanha e o Bicycle Motocross têm conquistado uma posição proeminente na paisagem esportiva nacional (Arriel e colaboradores, 2022).

Em âmbito global, o ciclismo transcende fronteiras, abrangendo uma diversificada gama de modalidades que engloba o ciclismo de estrada, ciclismo de pista e ciclismo de montanha (Phillips e Hopkins, 2020).

A crescente popularidade do ciclismo se fundamenta em sua atratividade enquanto esporte competitivo e opção de lazer saudável, fomentando um estilo de vida ativo em escala mundial (Cerutti e colaboradores, 2019).

Neste sentido, a utilização de recursos ergogênicos no ciclismo desempenha um papel crucial na busca por um desempenho físico aprimorado (Dilara e colaboradores, 2022).

Esses recursos, que incluem substâncias, suplementos nutricionais e estratégias específicas, são empregados pelos ciclistas para maximizar a resistência, força e recuperação, melhorando assim seu rendimento durante os treinos e competições.

No ciclismo, cada segundo e cada watt de potência são preciosos, e a utilização de recursos ergogênicos pode ser a diferença entre uma vitória e um desempenho mediano (Stecker e colaboradores, 2019).

Dentre os recursos ergogênicos frequentemente utilizados no ciclismo, o suco de beterraba tem emergido como uma intervenção eficaz na potencialização do desempenho físico (Macuh e colaboradores, 2021).

A beterraba contém altas quantidades de nitratos em sua composição (normalmente variando de 110 a 3.670 mg de nitrato·kg⁻¹) (Wong e colaboradores, 2021), substâncias que, após o processo de conversão no

organismo em óxido nítrico, promovem a vasodilatação vascular, conferindo aprimoramento do fluxo sanguíneo.

Esse mecanismo propicia a facilitação da entrega de oxigênio e nutrientes para os tecidos musculares, culminando na redução do consumo de oxigênio (Stecker e colaboradores, 2019).

Este efeito pode beneficiar atletas de elite ou amadores em provas ciclísticas de resistência, onde a otimização do aporte de oxigênio aos músculos desempenha um papel crucial.

Além disso, tem sido observado que o consumo de suco de beterraba se associa a uma significativa melhora na eficiência da performance ciclística, contribuindo para o aumento da capacidade de resistência do atleta e, por conseguinte, a mitigação da sensação de fadiga, constituindo assim, o uso do suco de beterraba uma estratégia promissora para ciclistas em busca da otimização de seu desempenho esportivo (Domínguez e colaboradores, 2017).

Assim, este estudo tem como objetivo revisar e discutir os principais achados na literatura que mostram o papel da suplementação com suco de beterraba no desempenho de ciclistas, dando suporte ao seu uso como um recurso ergogênico.

MATERIAIS E MÉTODOS

A presente pesquisa, trata-se de uma revisão sistemática, realizada de acordo com a metodologia do fluxograma PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), um guia estabelecido para revisões sistemáticas da literatura (Page e colaboradores, 2021).

Nesse sentido, a presente pesquisa teve como objetivo principal a identificação de artigos que analisaram o efeito da suplementação com o suco de beterraba sobre o desempenho de ciclistas.

Como estratégia de busca e identificação de artigos relevantes, utilizamos os seguintes termos de pesquisa nas bases de dados Pubmed para o período entre os anos de 2011 e à 2023: i) em português ("Suplementação de Suco de Beterraba"), ("Suco de beterraba" OU "esporte") E ("Suco de beterraba" OU "performance"); ii) em inglês; ("Beet juice supplementation"), ("Beet juice" OR "sport") E ("Beet juice" OR "performance"). Ao

todo, foram identificados 164 artigos na base de dados selecionada.

Durante a triagem de busca, seguindo o foco principal do trabalho, eliminou-se artigos duplicados, bem como artigos que não abordavam a prática de ciclismo, revisões sistemáticas e as pesquisas que realizaram teste em animais. Desta forma, reduziu-se para 27 potenciais artigos adequados para leitura.

Numa revisão mais detalhada, outros critérios de exclusão foram estabelecidos, como: falta de informações sobre a quantidade ou a concentração da suplementação utilizada, amostra composta apenas por mulheres e objetivo não alinhado com a proposta de revisão.

Dessa forma, foram identificados 18 artigos para realizar a triagem adicional por meio da leitura dos resumos, que foram incluídos na avaliação de qualidade. Para analisar a qualidade dos artigos, que seriam incluídos, analisados e sintetizados, dois autores conduziram uma avaliação independente da qualidade dos artigos

selecionados, seguindo as diretrizes de avaliação para estudos qualitativos estabelecidas por Hawker e colaboradores (2002).

Desta forma, nove questões de avaliação foram aplicadas, abrangendo áreas como resumo e título, introdução e objetivos, método e dados, amostragem, análise de dados, considerações éticas e preconceitos, resultados, transferibilidade ou generalização, e implicações e utilidades.

Assim, cada questão foi avaliada em três categorias: "bom" quando as informações apresentadas estavam claras e completas, "razoável" quando as informações apresentadas eram pouco claras ou incompletas, "ruim" quando faltavam informações relevantes.

A partir desta análise, exclui-se mais três artigos, devido às informações apresentadas serem pouco claras ou incompletas (Figura 1).

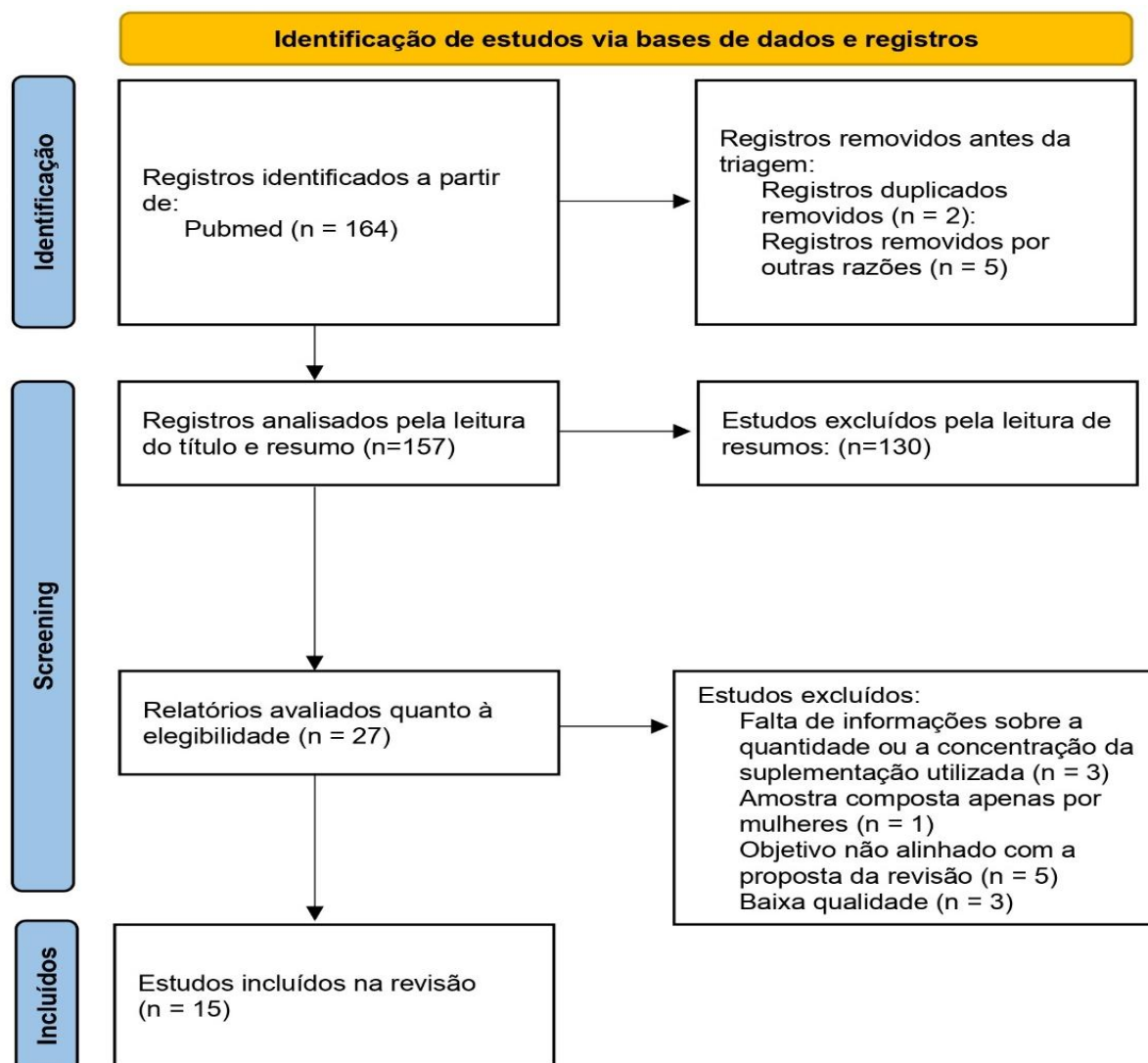


Figura 1 - Diagrama de fluxo PRISMA.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O suco de beterraba tem sido estudado devido ao seu potencial para aumentar os níveis de óxido nítrico no corpo e, consequentemente, melhorar o desempenho de ciclistas, aumentando a capacidade de realizar o exercício com menos consumo de oxigênio.

Em uma análise de 15 artigos relevantes, verificou-se que a suplementação com suco de beterraba, entre 70 a 500 mL, demonstrou melhorias significativas no desempenho em apenas seis estudos. Esses achados estão resumidos na Tabela 1.

No teste contrarrelógio, os estudos apresentaram uma diversidade de resultados em relação aos efeitos da suplementação de

nitrito por meio de suco de beterraba no desempenho de ciclistas.

Do total de doze artigos analisados, dois indicaram melhorias notáveis na performance de ciclistas treinados. Muggeridge e colaboradores (2014) observaram que uma única dose de suco de beterraba reduziu o consumo de oxigênio durante o exercício submáximo e melhorou o desempenho em contrarrelógio, especialmente em ciclistas treinados em hipóxia normobárica.

Rokkedal-Lausch e colaboradores (2019) também verificaram melhorias significativas no desempenho ciclístico a partir da suplementação crônica com suco de beterraba (> 3 dias de suplementação), tanto em condições normais quanto em ambientes de hipóxia. O mecanismo subjacente a esses resultados pode residir na habilidade do nitrito

de melhorar a eficiência na utilização do oxigênio pelos músculos, uma qualidade crucial em cenários de baixa oferta de oxigênio, como os encontrados em ambientes hipóxicos (Souza Junior e colaboradores, 2012).

Por outro lado, Cermak e colaboradores (2012) não observaram melhorias no desempenho subsequente no contrarrelógio de 1 hora com a suplementação de suco de beterraba concentrado.

Da mesma forma, MacLeod e colaboradores (2015) não identificaram benefícios na economia do exercício em estado estacionário ou no desempenho em contrarrelógio de 10 km em condições normais

e moderadas de hipóxia com a ingestão de suco de beterraba. Essas discrepâncias podem ser atribuídas à complexidade das respostas individuais, à variabilidade nas condições dos estudos e à especificidade do protocolo de exercício empregado.

Além disso, é plausível que a ausência de benefícios observada por Cermak e colaboradores (2012) esteja relacionada às diferentes demandas metabólicas e de oxigênio inerentes a esse tipo específico de exercício, destacando a possível necessidade de uma adaptação crônica ao nitrato para alcançar benefícios significativos.

Tabela 1 - Resumo dos estudos que avaliaram o efeito da suplementação com suco de beterraba no desempenho de ciclistas.

Autor	Teste	Protocolo	População	Objetivo	Resultados
Lansley e Colaboradores, 2011	contrarrelógio de 4 e 16,1 km	SB (500 mL, ~ 6,2 mmol de NO_3^-) ou placebo (500 mL, ~ 0,0047 mmol de NO_3^-), 2,5 horas antes do teste	9 ciclistas masculinos competitivos de nível de clube	Investigar os efeitos da suplementação aguda de NO_3^- na forma de SB sobre a PO , VO_2 e desempenho durante contrarrelógio de ciclismo de 4 e 16,1 km	A suplementação aguda de NO_3^- , na forma de SB melhora a economia do ciclismo, demonstrado por um PO mais elevado e melhora o desempenho do contrarrelógio de ciclismo de 4 e 16,1 km
Cermak e Colaboradores, 2012a	Contrarrelógio de ciclismo de 1 hora	SB concentrado (140 mL, ~8,7 mmol NO_3^-) ou placebo (140 mL, ~0,004 mmol NO_3^-) no café da manhã 2,5 horas antes do teste	20 ciclistas masculinos bem treinados	Investigar o impacto da ingestão de um único bolus de SB concentrado rico em NO_3^- no desempenho subsequente de contrarrelógio de 1 hora em ciclistas bem treinados.	A suplementação com SB concentrado não melhorou o desempenho subsequente no contrarrelógio de 1 hora
Cermak e Colaboradores, 2012b	60 min de ciclismo submáximo (2x30 min a 45% e 65% W_{max} , respectivamente), seguido por um contrarrelógio de 10 km.	SB concentrado (140 mL, ~ 8 mmol NO_3^-) ou placebo (140 mL, NO_3^- depletado) durante 6 dias, separados por um washout de 14 dias	12 ciclistas masculinos bem treinados	Investigar se 6 dias de ingestão de NO_3^- sobre a forma de SB melhorariam o desempenho em contrarrelógio de ciclistas treinados	Seis dias de suplementação de NO_3^- reduziram o VO_2 durante o exercício submáximo e melhoraram o desempenho no contrarrelógio em ciclistas treinados.
Wilkerson e colaboradores, 2012	dois contrarrelógios de 50 milhas em laboratório	SB (500 mL, ~6,2 mmol NO_3^-) ou placebo (500 mL, ~0,0047 mmol NO_3^-), 2,5 horas antes do teste	8 ciclistas masculinos bem treinados	Investigar se a suplementação dietética de NO_3^- na forma de SB pode alterar as respostas fisiológicas e o desempenho de ciclistas bem treinados durante uma sessão individualizada de resistência de longa duração	A suplementação dietética aguda com SB não melhorou significativamente o desempenho, mas melhorou o estado de treinamento do contrarrelógio de 50 milhas em ciclistas bem treinados.

Muggeridge e Colaboradores, 2014	Um teste inicial gradativo até a exaustão e três testes de desempenho em um cicloergômetro (15 minutos de exercício submáximo em estado estável a 60% da taxa máxima de trabalho e um contrarrelógio de 16,1 km)	SB concentrado (70 mL, ~0,5 mmol NO ₃ ⁻) ou placebo (70 mL, ~0,01 mmol NO ₃ ⁻) 3 horas antes do exercício	9 ciclistas masculinos bem treinados	(contrarrelógio de 50 milhas) Investigar os efeitos de uma dose única de SB concentrado nas respostas fisiológicas ao exercício submáximo e no desempenho de contrarrelógio em ciclistas treinados expostos a altitude simulada moderada (aproximadamente 2.500 m).	SB reduziu o VO ₂ durante o exercício submáximo e melhorou o desempenho do contrarrelógio de ciclistas treinados em hipóxia normobárica.
MacLeod e Colaboradores, 2015	aquecimento de ciclismo auto-selecionado de 15 minutos, uma sessão de exercício de estado estacionário de 15 minutos com 50% da potência máxima e um contrarrelógio de 10 km em normóxia ou hipóxia	SB (70 mL, ~de 6 mmol de NO ₃ ⁻) ou placebo (70 mL, NO ₃ ⁻ depletado)	11 ciclistas masculinos bem treinados	Investigar o efeito do SB na economia do exercício em estado estacionário e no desempenho do contrarrelógio de 10 km em normóxia e hipóxia moderada	SB não reduziu o custo de oxigênio do exercício em estado estacionário nem melhorou o desempenho do exercício em normóxia ou hipóxia
McQuillan e Colaboradores, 2017	Teste de contrarrelógio nos dias 3 e 6 (4 km) e nos dias 4 e 7 (1 km) do período de suplementação	SB (140 mL, ~8,0 mmol NO ₃ ⁻) ou placebo (140 mL, ~0,003 mmol NO ₃ ⁻), durante sete dias	8 ciclistas homens bem treinados	Comparar os efeitos de duas durações diferentes de dosagem de suplementação de NO ₃ ⁻ na forma de SB no desempenho de contrarrelógio de ciclismo de 1 e 4 km em ciclistas altamente treinados.	O desempenho global em provas de ciclismo de curta duração não melhorou em relação ao placebo.
Cuenca e colaboradores, 2018	Teste de Wingate de 30 segundos	BJ (70 mL, ~6,4 mmol NO ₃ ⁻) ou placebo (70 mL, ~0,04 mmol NO ₃ ⁻).	15 ciclistas masculinos bem treinados	Examinar os efeitos da suplementação de BJ no desempenho e subsequente fadiga durante um exercício de sprint total	A suplementação de BJ melhorou o desempenho no sprint de 30 segundos, sem mostrar diferenças na fadiga durante ou após o exercício
Garnacho-Castaño e Colaboradores, 2018	Teste de resistência em cicloergômetro a uma taxa de trabalho constante contrarrelógio (~15 min)	SB (70 mL, ~6,5 mmol NO ₃ ⁻) ou placebo (70 mL, ~0,005 mmol NO ₃ ⁻) 3 horas antes	12 triatletas masculinos bem treinados	Examinar os efeitos da suplementação aguda de SB nas respostas cardioventilatórias, economia/eficiência do exercício, componente lento de captação de oxigênio, desempenho em contrarrelógio, lactato sanguíneo, consumo de energia e oxidação de carboidratos e gorduras.	Não foi observado efeito do SB associado à intensidade sobre as variáveis cardioventilatórias, eficiência/economia, VO ₂ , gasto energético, oxidação de carboidratos e oxidação de gordura

Kent e Colaboradores, 2018	Quatro contrarrelógios de ciclismo (14 kJ.kg ⁻¹) em condições quentes (35°C, 48% de umidade relativa) e eutérmica (21°C, 52%)	SB (70 mL, ~6,5 mmol NO ₃ ⁻) ou placebo (70 mL, ~0 mmol NO ₃ ⁻) durante 2 dias e SB (140 mL, ~13 mmol NO ₃ ⁻) ou placebo (140 mL, ~0 mmol NO ₃ ⁻) no dia final	12 ciclistas masculinos bem treinados	Examinar o efeito da suplementação com SB no desempenho do ciclismo contrarrelógio e na termorregulação no calor.	A suplementação com SB não teve efeito significativo no desempenho do contrarrelógio no calor.
McQuillan e Colaboradores, 2018	Sessões de 2 x 10 minutos a 40% e 60% da (PPO para determinar as respostas fisiológicas e perceptivas ao calor, seguidas por um contrarrelógio de ciclismo de 4 km	SB (140 mL, ~8 mmol NO ₃ ⁻) ou placebo (140 mL, ~0,003 NO ₃ ⁻) durante 3 dias	8 ciclistas masculinos bem treinados	Determinar o efeito de NO ₃ ⁻ na forma de SB em medidas de percepção, termorregulação e desempenho de ciclismo em condições quentes	Três dias de suplementação com NO ₃ ⁻ na forma de SB resultaram em pequenos aumentos na temperatura retal durante exercícios de intensidade baixa a moderada, mas não influenciou no desempenho no contrarrelógio de 4 km em climas quentes.
Kent e Colaboradores, 2019	Três tentativas de exercício envolvendo um aquecimento submáximo de 10 minutos e 4 séries de esforços de repetição de sprints	SB (140 mL, ~6,45 NO ₃ ⁻) ou placebo (140 mL, ~0 mmol NO ₃ ⁻)	12 atletas masculinos de esportes coletivos	Avaliar o efeito da suplementação dietética NO ₃ ⁻ na forma de SB, no desempenho de sprints repetidos em normóxia e hipóxia normobárica	A suplementação com SB não melhora o desempenho de sprints repetidos em hipóxia, mas reduz o VO ₂ durante exercício
Pawlak-Chaouch e Colaboradores, 2019	Exercícios intermitentes de intensidade supramaximalde (15 segundos a 170% da potência aeróbica máxima intercalados com períodos de recuperação passiva de 30 segundos)	SB por 3 dias (340 mg/dia, ~680 mg·L ⁻¹ NO ₃ ⁻) ou placebo (340 mg/dia, ~5·mgL ⁻¹ NO ₃ ⁻)	11 atletas masculinos de elite de resistência	Determinar se a suplementação com SB aumenta a tolerância ao SIE em atletas de resistência de elite.	A suplementação com SB não aumenta a tolerância ao SIE e não afeta nem a entrega e extração muscular local de O ₂ .
Rokkedal-Lausch e colaboradores, 2019	Desempenho de contrarrelógio de 10 km	SB concentrado (140 mL, ~12,4 mmol NO ₃ ⁻) ou placebo (140 mL, ~0 mmol NO ₃ ⁻) durante 7 dias	12 ciclistas masculinos bem treinados	Examinar o efeito de 7 dias de suplementação com SB no desempenho de contrarrelógio de ciclismo de 10 km	A suplementação crônica com SB melhorou o desempenho no ciclismo tanto em normóxia quanto em hipóxia.
Jodra e colaboradores, 2020	Teste de Wingate de 30 segundos	SB rico em NO ₃ ⁻ (70 mL, ~12,4 mmol) ou empobrecido em NO ₃ ⁻ (70 mL, ~0,04 mmol NO ₃ ⁻ ; placebo)	15 ciclistas masculinos bem treinados	Avaliar os efeitos da suplementação de SB rico em NO ₃ ⁻ no perfil dos estados de humor, nas avaliações da percepção de RPE e pós-exercício no desempenho	A suplementação aguda de BJ melhorou a tensão pré-exercício, o desempenho e reduziu a RPE muscular

SB: suco de beterraba; NO₃⁻: nitrito; RPE: percepção de esforço percebido; PO: Produção de potência; VO₂: Volume de Oxigênio; SIE: exercício intermitente de intensidade supramaximal; PPO: potência de pico.

Além de avaliar o desempenho, as investigações sobre a suplementação de nitrato na forma de suco de beterraba abordaram diversos parâmetros e efeitos fisiológicos durante os testes contrarrelógio.

Muggeridge e colaboradores (2014) identificaram uma redução no consumo de oxigênio durante o exercício submáximo com a suplementação de suco de beterraba em ciclistas treinados em hipóxia normobárica.

A conversão do nitrato presente na beterraba em óxido nítrico no organismo sugere um potencial efeito vasodilatador, melhorando o fluxo sanguíneo e a entrega de oxigênio aos músculos segundo Domínguez e colaboradores (2017). Essa dinâmica, teoricamente, poderia reduzir o custo de oxigênio do exercício, aprimorando a economia.

McQuillan e colaboradores (2018) investigaram o efeito do nitrato na forma de suco de beterraba em medidas de percepção, termorregulação e desempenho de ciclismo em condições quentes. A vasodilatação induzida pelo óxido nítrico pode influenciar na termorregulação, contribuindo para os leves aumentos na temperatura retal observados em condições de calor.

Embora a suplementação com nitrato na forma de suco de beterraba tenha resultado em pequenos aumentos na temperatura retal durante exercícios de intensidade baixa a moderada, não houve impacto no desempenho no contrarrelógio de 4 km em climas quentes.

Adicionalmente, Lansley e colaboradores (2011) constataram que a suplementação aguda de nitrato na forma de suco de beterraba aprimorou a economia do ciclismo, evidenciada por uma produção de potência mais elevada nos testes de contrarrelógio de 4 e 16,1 km. Essa melhoria na economia do exercício pode estar relacionada à eficiência na utilização do oxigênio pelos músculos, resultando em uma maior produção de potência em determinados protocolos de teste de ciclismo.

O óxido nítrico também pode influenciar na regulação cardiovascular, afetando o transporte de oxigênio (Domínguez e colaboradores, 2017).

Contudo, esses efeitos podem ser variáveis e dependem das condições específicas do exercício. Garnacho-Castaño e colaboradores (2018), no entanto, não observaram efeito significativo do suco de beterraba associado à intensidade nas

respostas cardioventilatórias, economia/eficiência do exercício, componente lento de captação de oxigênio, lactato sanguíneo, consumo de energia e oxidação de carboidratos e gorduras.

Analisando o teste de Wingate de 30 segundos, a pesquisa conduzida por Jodra e colaboradores (2020) examinaram os impactos da suplementação de suco de beterraba no estado de humor, na percepção de esforço percebido e no desempenho de ciclistas altamente treinados. Os resultados destacaram que a administração aguda de suco de beterraba não apenas melhorou de maneira significativa a tensão pré-exercício, contribuindo para um estado psicológico mais favorável antes do esforço, mas também aprimorou o rendimento durante o teste de Wingate. Notavelmente, a diminuição na recuperação muscular pós-exercício sugere que a suplementação de suco de beterraba pode positivamente influenciar a percepção subjetiva do esforço, possivelmente facilitando a execução do exercício. Essa alteração no perfil de humor pode estar associada à função do óxido nítrico produzido a partir do nitrato vasodilatador, que pode otimizar o fluxo sanguíneo, ampliando a entrega de oxigênio e nutrientes aos músculos (Souza Júnior e colaboradores, 2012).

Em um contexto semelhante, Cuenca e colaboradores (2018) também exploraram os efeitos da suplementação de suco de beterraba durante um teste de Wingate de 30 segundos envolvendo ciclistas bem treinados. Os resultados indicaram uma melhoria significativa no desempenho durante o sprint de curta duração, evidenciando um impacto positivo na capacidade anaeróbica. Surpreendentemente, não foram observadas diferenças significativas na fadiga durante ou após o exercício, indicando que a suplementação de suco de beterraba pode aprimorar o desempenho sem intensificar a sensação de exaustão. Esses achados fortalecem a perspectiva de que a ingestão de suco de beterraba (70 mL, ~ 6,5 mmol NO_3^-) pode representar uma estratégia promissora para otimizar o rendimento em exercícios de alta intensidade, especialmente aqueles dependentes de sistemas anaeróbicos.

Ao avaliar o desempenho de ciclistas em sprints repetidos, a pesquisa conduzida por Kent e colaboradores (2019) não identificaram melhorias significativas associadas à suplementação de suco de beterraba em

condições de hipóxia. Apesar dessa ausência de impacto positivo no rendimento dos sprints, observou-se uma redução no consumo de oxigênio (VO_2) durante o exercício, sugerindo que o suco de beterraba pode ter influenciado a eficiência do metabolismo aeróbico.

A diminuição no VO_2 indica uma possível melhoria na utilização de oxigênio pelos músculos, o que pode ser particularmente benéfico para atividades de resistência de longa duração (Silva e colaboradores, 1999).

No entanto, é essencial destacar que essa aprimorada eficiência aeróbica pode não se traduzir diretamente em benefícios para atividades predominantemente anaeróbicas, como sprints repetidos.

Por outro lado, a pesquisa conduzida por Pawlak-Chaouch e colaboradores (2019) revelou que a ingestão de suco de beterraba, ao longo de três dias, não resultou em aumento na tolerância ao exercício intermitente de alta intensidade.

Além disso, não foram observados efeitos significativos na entrega e extração local de oxigênio pelos músculos.

Esses resultados indicam que a suplementação com suco de beterraba não proporcionou benefícios evidentes na tolerância ao exercício intermitente de alta intensidade em atletas de resistência de elite, e não influenciou variáveis relacionadas ao transporte de oxigênio nos músculos.

Essas descobertas sugerem que o suco de beterraba (rico em nitrato) pode não ser eficaz para aprimorar o desempenho em atividades que requerem características predominantemente anaeróbicas.

Os estudos analisados revelam diversas limitações. A heterogeneidade nos resultados, especialmente em relação ao desempenho em sprints repetidos e testes contrarrelógio, destaca a variabilidade nas respostas individuais e nas condições dos estudos, sugerindo que os efeitos positivos podem não ser consistentemente replicados em diferentes contextos ou populações, o que restringe a generalização dos resultados. A influência da variabilidade nas condições do estudo e nos protocolos de exercício utilizados contribui para a falta de consenso sobre os efeitos da suplementação de suco de beterraba.

Além disso, a necessidade de uma adaptação crônica ao nitrato para obter benefícios significativos implica que o tempo de suplementação desempenha um papel crucial

nos resultados, e os protocolos de estudo podem não ter sido suficientemente longos para permitir essa adaptação.

A resposta aos efeitos do suco de beterraba também é influenciada por fatores individuais, como níveis de condicionamento físico, dieta e características fisiológicas únicas, contribuindo para resultados inconsistentes entre os participantes.

CONCLUSÃO

A suplementação de suco de beterraba (70 a 500 mL), após a revisão de 15 estudos, evidenciou melhorias significativas no desempenho de ciclistas, enfatizando avanços na eficiência aeróbica para atividades de resistência prolongada.

No entanto, observaram-se resultados contraditórios em testes contrarrelógio, especialmente entre ciclistas treinados em hipóxia normobárica.

A eficácia da suplementação pode variar, sendo menos notável em atividades predominantemente anaeróbicas, como sprints repetidos.

Esses achados mostram a necessidade de considerar a natureza específica da atividade física ao avaliar os efeitos da suplementação com suco de beterraba, reconhecendo sua possível eficácia em contextos particulares de exercício aeróbico e seus impactos psicológicos benéficos.

Conflito de interesse

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

REFERÊNCIAS

- 1-Ariel, R.A.; Souza, H.L.R; Sasaki, J.E.; Marocolo, M. Current Perspectives of Cross-Country Mountain Biking: Physiological and Mechanical Aspects, Evolution of Bikes, Accidents and Injuries. International Journal of Environmental Research and Public Health. Vol. 19. Num. 19. 2022. p. 12552. DOI: 10.3390/ijerph191912552
- 2-Cermak, N.M.; Stinkens, R.; Lundberg, J.O.; Gibala, M.J.; Van Loon, L.J. No improvement in endurance performance after a single dose of beetroot juice. International journal of sport nutrition and exercise metabolism. Vol. 22. Num. 6. 2012a. p. 470-478.

- 3-Cermak, N.M.; Gibala, M.J.; Van Loon, L.J. Nitrate supplementation's improvement of 10-km time-trial performance in trained cyclists. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. Vol. 22. Num. 1. 2012b. p. 64-71. DOI: 10.1123/ijsnem.22.1.64
- 4-Cerutti, P.S.; Martins, R.D.; Macke, J.; Sarate, J.A.R. "Green, but not as green as that": An analysis of a Brazilian bike-sharing system. *Journal of Cleaner Production*. Vol. 217. 2019. p. 185-193. DOI: 10.1016/j.trf.2021.09.016
- 5-Cuenca, E.; Jodra, P.; Pérez-López, A.; González-Rodríguez, L.G.; Fernandes da Silva, S.; Veiga-Herreros, P.; Domínguez, R. Effects of beetroot juice supplementation on performance and fatigue in a 30-s all-out sprint exercise: a randomized, double-blind cross-over study. *Nutrients*. Vol. 10. Num. 9. 2018. p. 1222. DOI: 10.3390/nu10091222
- 6-Dilara, S.A.K.; Taygun, D.A.Y.I.; Günay, E.; Adile, Ö.N.İ.Z. Nutritional Knowledge and Ergogenic Aid Using Status of Competitive and Recreational Cyclists. *Pamukkale Journal of Sport Sciences*. Vol. 13. Num. 3. 2022. p. 131-145. DOI: 10.54141/psbd.1143549
- 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. 43. DOI: 10.3390/nu9010043
- 8-Garnacho-Castaño, M.V.; Palau-Salvà, 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 ventilatory thresholds intensity in male triathletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Vol. 15. Num. 1. 2018. p. 49. DOI: 10.1186/s12970-018-0255-6
- 9-Hawker, S.; Payne, S.; Kerr, C.; Hardey, M.; Powell, J. Appraising the evidence: reviewing disparate data systematically. *Qualitative Health Research*. Vol. 12. Num. 9. 2002. p. 1284-1299. DOI: 10.1177/1049732302238251.
- 10-Jodra, P.; Domínguez, R.; Sánchez-Oliver, A.J.; Veiga-Herreros, P.; Bailey, S.J. Effect of beetroot juice supplementation on mood, perceived exertion, and performance during a 30-second Wingate test. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Vol. 15. Num. 2. 2020. p. 243-248. DOI: 10.1123/ijsp.2019-0149
- 11-Kent, G.L.; Dawson, B.; Cox, G.R.; Burke, L.M.; Eastwood, A.; Croft, K.D.; Peeling, P. Dietary nitrate supplementation does not improve cycling time-trial performance in the heat. *Journal of Sports Sciences*. Vol. 36. Num. 11. 2018. p. 1204-1211. DOI: 10.1080/02640414.2017.1364404
- 12-Kent, G.L.; Dawson, B.; McNaughton, L.R.; Cox, G.R.; Burke, L.M.; Peeling, P. The effect of beetroot juice supplementation on repeat-sprint performance in hypoxia. *Journal of Sports Sciences*. Vol. 37. Num. 3. 2019. p. 339-346. DOI: 10.1080/02640414.2018.1504369
- 13-Lansley, K.E.; Winyard, P.G.; Bailey, S.J.; Vanhatalo, A.; Wilkerson, D.P.; Blackwell, J.R.; Gilchrist, M.; Benjamin, N.; Jones, A.M. Acute dietary nitrate supplementation improves cycling time trial performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 43. Num. 6. 2011. p. 1125-1131. DOI: 10.1249/MSS.0b013e31821597b4
- 14-MacLeod, K.E.; Nugent, S.F.; Barr, S.I.; Koehle, M.S.; Sporer, B.C.; MacInnis, M.J. Acute beetroot juice supplementation does not improve cycling performance in normoxia or moderate hypoxia. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. Vol. 25. Num. 4. 2015. p. 359-366. DOI: 10.1123/ijsnem.2014-0129
- 15-Macuh, M.; Knap, B. Effects of nitrate supplementation on exercise performance in humans: a narrative review. *Nutrients*. Vol. 13. Num. 9. 2021. p. 3183. DOI: 10.3390/nu13093183
- 16-Magno, F.; Ten Caten, C.S.; Reppold Filho, A.R.; Callegaro, A.M.; Ferreira, A.D.C.D. Factors related to sports participation in Brazil: An analysis based on the 2015 national household survey. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. Vol. 17. Num. 17. 2020. p. 6011. DOI: 10.3390/ijerph17176011

- 17-McQuillan, J.A.; Casadio, J.R.; Dulson, D.K.; Laursen, P.B.; Kilding, A.E. The effect of nitrate supplementation on cycling performance in the heat in well-trained cyclists. *International Journal of Sports Physiology and Performance*. Vol. 13. Num. 1. 2018. p. 50-56. DOI: 10.1123/ijsp.2016-0793
- 18-McQuillan, J.A.; Dulson, D.K.; Laursen, P.B.; Kilding, A.E. The effect of dietary nitrate supplementation on physiology and performance in trained cyclists. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Vol. 12. Num. 5. 2017. p. 684-689. DOI: 10.1123/ijsp.2016-0202
- 19-Muggeridge, D.J.; Howe, C.C.; Spendiff, O.; Pedlar, C.; James, P.E.; Easton, C. A single dose of beetroot juice enhances cycling performance in simulated altitude. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 46. Num. 1. 2014. p. 143-150. DOI: 10.1249/MSS.0b013e3182a1dc51
- 20-Nichele, H.E. Relations between cycling and healthcare network and the case of Curitiba. *Cadernos Metrópole*. Vol. 23. Num. 52. 2021. p. 993-1016. DOI: 10.1590/2236-9996.2021-5207.e
- 21-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.; Thomass, J.; Tricco, A.C.; Welch, V. A; Whiting, P.; Moher, D. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *International Journal of Surgery*. Vol. 88. 2021. p. 105906. DOI: 10.1016/j.ijsu.2021.105906
- 22-Pawlak-Chaouch, M.; Boissière, J.; Munyaneza, D.; Gamelin, F.X.; Cuvelier, G.; Berthoin, S.; Aucouturier, J. Beetroot juice does not enhance supramaximal intermittent exercise performance in elite endurance athletes. *Journal of the American College of Nutrition*. Vol. 38. Num. 8. 2019. p. 729-738. DOI: 10.1080/07315724.2019.1601601.
- 23-Phillips, K.E.; Hopkins, W.G. Determinants of cycling performance: a review of the dimensions and features regulating performance in elite cycling competitions. *Sports Medicine Open*. Vol. 6. Num. 1. 2020. p. 1-18. DOI: 10.1186/s40798-020-00252-z
- 24-Rokkedal-Lausch, T.; Franch, J.; Poulsen, M.K.; Thomsen, L.P.; Weitzberg, E.; Kamavuako, E.N.; Karbing, D.S.; Larsen, R.G. Chronic high-dose beetroot juice supplementation improves time trial performance of well-trained cyclists in normoxia and hypoxia. *Nitric Oxide*. Vol. 85. 2019. p. 44-52. DOI: 10.1016/j.niox.2019.01.011
- 25-Silva, P.R.S.; Romano, A.; Teixeira, A.A.A.; Visconti, A.M.; Roxo, C.D.M.N.; Machado, G.S.; Vidal, J.R.R.; Inarra, L.A. A importância do limiar anaeróbio e do consumo máximo de oxigênio (VO₂ máx.) em jogadores de futebol. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 5. 1999. p. 225-232. DOI: 10.1590/S1517-86921999000600005
- 26-Souza Junior, T.P.D.; Asano, R.Y.; Prestes, J.; Sales, M.P.M.D.; Coelho, J.M.D.O.; Simões, H.G. Óxido Nítrico e exercício: uma revisão. *Revista da Educação Física/UEM*. Vol. 23. 2012. p. 469-481. DOI: 10.4025/reveducfis.v23i3.11738
- 27-Stecker, R.A.; Harty, P.S.; Jagim, A.R.; Candow, D.G.; Kerksick, C.M. Timing of ergogenic aids and micronutrients on muscle and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Vol. 16. Num. 1. 2019. p. 379. DOI: 10.1186/s12970-019-0304-9
- 28-Wilkerson, D.P.; Hayward, G.M.; Bailey, S.J.; Vanhatalo, A.; Blackwell, J.R.; Jones, A.M. Influence of acute dietary nitrate supplementation on 50 mile time trial performance in well-trained cyclists. *European Journal of Applied Physiology*. Vol. 112. Num. 12. 2012. p. 4127-4134. DOI: 10.1007/s00421-012-2397-6
- 29-Wong, T.H.; Sim, A.; Burns, S.F. The effect of beetroot ingestion on high-intensity interval training: a systematic review and meta-analysis. *Nutrients*. Vol. 13. Num. 11. 2021. p. 3674. DOI: 10.3390/nu13113674
- 3 - Programa de Pós-graduação em Promoção da Saúde, Departamento de Ciências da Saúde, Universidade de Santa Cruz do Sul, Santa Cruz do Sul-RS, Brasil.

4 - Programa de Pós-Graduação em
Biotecnologia da Saúde, Universidade Federal de
Ciências da Saúde de Porto Alegre, Porto
Alegre-RS, Brasil.

Autor correspondente:
Silvia Isabel Rech Franke
silviafr@unisc.br

Email dos autores:
laura000fonntoura@gmail.com
patricia.molz@gmail.com
silviafr@unisc.br.

Recebido para publicação em 01/03/2024
Aceito em 11/10/2024