

## EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO COM SUCO DE BETERRABA E A IMPORTÂNCIA DO ÓXIDO NÍTRICO EM CORREDORES

Richard Danilo Serrano<sup>1</sup>, Vitória Bertochi<sup>1</sup>, Jhonattan Chanquetti<sup>1</sup>, Michelle Granato Brasileiro<sup>2</sup>  
Felipe Augusto Godoy<sup>3</sup>, Raphael dos Santos Canciglieri<sup>4</sup>, Nailza Maestá<sup>5</sup>

### RESUMO

A Beterraba é um importante precursor de óxido nítrico, por ser rica em nitrato, capaz de contribuir como suplemento para atletas que buscam melhorar o seu desempenho na prática física. Se tratando de uma atividade física de alta intensidade, selecionamos um grupo de corredores para participar do estudo visando praticidade de ingestão desse suplemento, investigando a eficácia do suco de beterraba como uma oferta de pré-treino para os atletas. O estudo foi realizado com 10 atletas considerados corredores amadores, divididos em dois grupos por sorteio: Placebo e Beterraba. O percurso da prova foi dentro do campus da Universidade Metodista de Piracicaba, totalizando 5 quilômetros, em ritmo forte. A partir dos resultados apresentados neste estudo, não foi observado o efeito vasodilatador nos atletas que ingeriram a beterraba. Houve efeito positivo em ambos os grupos por se tratar de uma ingestão de carboidratos. O xarope de groselha, um carboidrato de rápida absorção, teve o pico de glicose mais elevado, porém o grupo beterraba teve um aumento de glicose mesmo se tratando de um carboidrato de absorção moderada e possuir fibras. A partir disso, concluímos que os efeitos positivos vieram por se tratar de uma ingestão de carboidratos, dando ênfase na qualidade dele no uso de pré-treino para atletas.

**Palavras-chave:** Suco de beterraba. Nitrato. Nitrito. Óxido nítrico. Corredores.

### ABSTRACT

Effects of supplementation with beet juice and the importance of nitric oxide in runners

Beetroot is an important precursor of nitric oxide, as it is rich of nitrate, capable of contributing as a supplement for athletes looking to improve their performance in physical practice. As it is a high-intensity physical activity, we selected a group of runners to participate in the study aiming at the practicality of taking this supplement, investigating the effectiveness of beetroot juice as a pre-workout offer for athletes. The study was carried out with 10 athletes considered amateur runners, divided into two groups: Placebo and Beetroot. A lottery was held so that the runners would know which group they would belong to. The race course was inside the campus of the Methodist University of Piracicaba, totaling 5 kilometers, at a strong pace. From the results and discussions presented in this article, we conclude that in this study the vasodilator effect was not observed in athletes who ingested beetroot. There was a positive effect in both groups because it was a carbohydrate intake, the currant syrup because it is a fast absorption carbohydrate had the highest glucose peak, but the beet group had an increase in glucose even in the case of a carbohydrate of moderate absorption and fiber. From this, we concluded that the positive effects came because it was a carbohydrate intake, emphasizing its quality in the use of pre-workout for athletes.

**Key words:** Beet juice. Nitrate. Nitrite. Nitric oxide. Runners.

1 - Graduando do curso de Nutrição da Universidade Metodista de Piracicaba-UNIMEP, Piracicaba-SP, Brasil.

2 - Mestre, Enfermeira gestora de Unidade de Atenção Básica, Brasil.

3 - Coordenador e Docente do curso de Medicina Veterinária da Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP, Piracicaba-SP, Brasil.

4 - Doutorando do Programa de pós-graduação da Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas, Brasil.

5 - Coordenadora e Docente do curso de Nutrição da Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP, Piracicaba-SP, Brasil.

## INTRODUÇÃO

A performance física está ligada diretamente ao desempenho esportivo do atleta, porém, há fatores fisiológicos do exercício que podem interferir, como o volume máximo de oxigênio ( $VO_2$  max) pelos músculos, limiares ventilatórios e condicionamento físico que propicia a economia energética (Rokkedal-Lausch e colaboradores, 2019; Domínguez e colaboradores, 2017).

Entretanto, estratégias nutricionais seja pré, pós ou durante o treino e competições vão impactar no desempenho físico e, como coadjuvantes à alimentação ajustada, a utilização de suplementos e compostos ergogênicos vem se tornando presente, afim de otimizar o rendimento do atleta durante eventos esportivos (Burke e colaboradores, 2019).

Os vegetais possuem uma alta concentração de nitrato, no qual o aipo, agrião, alface, espinafre, a rúcula e a beterraba se destacam pelo alto teor de nitrato ( $>1000\text{mg/kg}$ ) (Hord e colaboradores, 2009; Jonvik e colaboradores, 2015).

Apesar da alta aderência ao uso de produtos industrializados como os suplementos nutricionais, atualmente o suco de beterraba (BR) vem se destacando dentre os desportistas de modalidades aeróbias de longa duração, devido ao seu alto teor de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) presente na beterraba.

Após a ingestão de BR, o  $\text{NO}_3^-$  será reduzido à nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) através da ação da microbiota oral e na sequência a óxido nítrico (NO) no estômago, porém uma porção acaba se dirigindo a circulação sistêmica (Garnacho-Castaño e colaboradores, 2018; Kozłowska e colaboradores, 2020; Poole e colaboradores, 2022). No musculo também ocorre a redução de  $\text{NO}_2^-$  a NO, devido às condições de hipóxia e baixo pH presentes durante o exercício físico (Boorsma e colaboradores, 2014).

Em indivíduos treinados e ativos ( $VO_2$  max  $<60\text{ml/min/kg}$ ) tem-se um melhor aproveitamento dos efeitos do NO, pois quando expostos a sessões de exercício submáximo, tem como consequência uma redução nos níveis de  $VO_2$  (volume de oxigênio) e aumento no tempo até a exaustão (Rokkedal-Lausch e colaboradores, 2019; Eggebeen e colaboradores, 2016; Carriker e colaboradores, 2016; Lansley e colaboradores, 2011; Tan e colaboradores, 2018).

Mediante à essas colocações, este estudo, tem por objetivo, verificar o efeito da

ingestão do suco de beterraba (BR) sobre o desempenho físico de corredores. Bem como, analisar o tempo de prova e resistência à fadiga.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Abordagem Experimental

Foi realizado um estudo transversal quantitativo com intervenção nutricional, randomizado, tendo sua amostra selecionada por conveniência.

Participaram do estudo 10 corredores amadores, sendo 7 homens e 3 mulheres, com idades entre 29 e 66 (tabela 1).

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP), sob CAAE: 54051721.0.0000.5507, em 03/12/2021.

Foram excluídos do estudo, indivíduos acometidos de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), usuários de fármacos anabólicos (hormônios esteroidais, drogas nutracêuticas e alopáticas), indivíduos que não tinham um tempo mínimo de 12 meses de treino e que não eram ativos em competições.

Os corredores foram divididos de maneira randomizada em 2 grupos, grupo Groselha (GR) e grupo beterraba (BR), à randomização ocorreu através da ferramenta random (www.random.org). Ambos os grupos foram submetidos a um teste de 5 quilômetros em volta do campus da Universidade Metodista de Piracicaba.

### Procedimentos

Os corredores foram remetidos à uma anamnese sobre suplementação, uso de medicamentos e histórico de doença. Sendo utilizada para preencher os critérios de inclusão.

Na sequência os indivíduos foram sujeitos a coleta de amostras de sangue e pressão arterial (PA) e glicemia. As amostras de sangue foram coletadas com agulhas scalp 23, tubos de pvc de aproximadamente 30 centímetros e armazenadas em tubos à vácuo com anticoagulante EDTA K3. Para coleta de PA foi utilizado esfigmomanômetro manual, precisão de 0 a 300 mmHg a glicemia foi medida utilizando o glicosímetro AccuCheck Active.

**Tabela 1** - Características físicas, idade e intensidade de treino dos corredores.

Características	N's
Idade (anos)	47,83 ± 11,60
Altura (m)	1,68 ± 0,1
Peso (kg)	70,84 ± 14,69
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24,67 ± 3,57
Massa Livre de Gordura (kg)	55,92 ± 13,1
Gordura (%)	21,12 ± 6,93
Massa Muscular (kg)	28,89 ± 8,69
IMM (kg/m <sup>2</sup> )	11,17 ± 1,88
Pace (min/km)	05,17 ± 0,03

**Legenda:** IMC: Índice de massa corporal; IMM: Índice de Massa Muscular.

Foram realizadas as medidas de estatura e massa corporal. Para a medida da estatura foi utilizado o estadiômetro Altuxata. Para medida da massa corporal foi utilizada uma balança mecânica Welmy®. A partir destes procedimentos calculou-se o índice de massa corporal (IMC) em kg/m<sup>2</sup> (OMS, 2011).

Para a aferição da composição corporal dos atletas, foi utilizado o método de impedância bioelétrica (B.I.A - Biodinâmics, modelo 310e, USA). Este método consiste em uma corrente elétrica (50 kHz) de baixo nível (500 µA a 800 µA) que percorre o corpo do indivíduo, esse procedimento consiste se utiliza de uma corrente elétrica que percorre o corpo do indivíduo, considerando a absorção (reatância) e não absorção (resistência), pelos tecidos corporais, dada em ohms (Lukaski e colaboradores, 1985).

Para realização da avaliação, todos os indivíduos foram orientados a não consumirem bebida alcoólica e chá 48 horas antes, ingerirem 2 litros de água no dia que antecedia o teste, não realizar exercício físico 24 horas antes, estar em jejum de no mínimo 4 horas e esvaziar a bexiga antes das análises.

Através do valor de resistência dado pela B.I.A, foi aplicada uma equação que calcula a massa livre de gordura (MLG) (Segal e colaboradores, 1988) e percentual de gordura (Lukaski e colaboradores, 1985). O cálculo da massa muscular (MM(kg)) foi feito através da equação proposta por Janssen e colaboradores (2004), a partir desses resultado da massa muscular (kg), os indivíduos foram classificados pelo índice de massa muscular (IMM), com a equação IMM ((kg/m<sup>2</sup>) = MM (kg)/estatura<sup>2</sup> (tabela1) (Janssen e colaboradores, 2004).

Após a coleta de dados, os corredores foram separados em dois grupos, os indivíduos do grupo controle (GR) fizeram a ingestão de 30ml de xarope de groselha diluída em 150ml

de água, já o grupo intervenção (BR), consumiu 300g de beterraba (11,7 mmol NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), diluída em 100ml de água.

Após a ingestão, os corredores foram liberados para fazer uma corrida de aquecimento, do tipo yo-yo, numa distância de 50 metros, durante cinco minutos. Conforme os corredores terminavam o aquecimento, eles eram liberados para iniciar o teste de cinco quilômetros em volta do campus, após 2 hora da ingestão das bebidas.

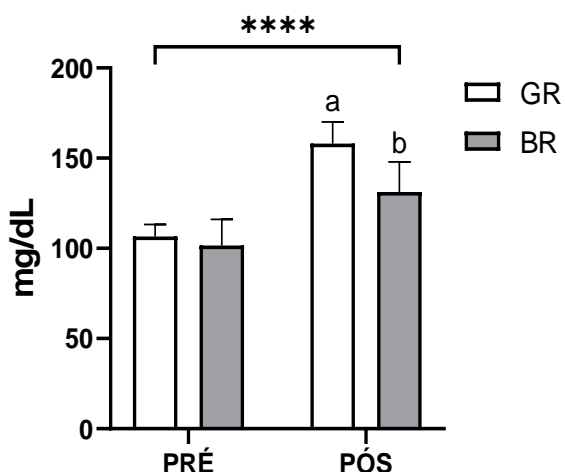
#### Análise estatística

Foi utilizado o GraphPad software versão 8.0 para cálculo de normalidade dos dados, pelo teste de Shapiro-Wilks. Para análise das variáveis de glicemia, tempo de prova e percepção subjetiva do esforço entre os grupos BR e GR foi realizado o teste t não pareados (dados com distribuição paramétrica). O nível de significância utilizado será p < 0,05.

## RESULTADOS

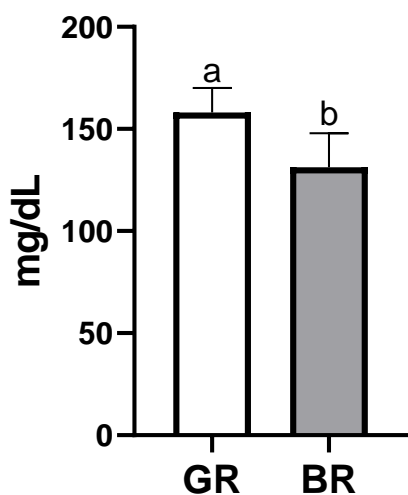
#### Análise de Glicemia (mg/dL) pré e pós teste

Ao comparar os momentos pré e pós teste (figura 1), ambos os grupos tiveram um aumento da glicemia tanto em GR (106,6 ± 6,65 versus 158 ± 12,16, p<0,0001 (PRÉ versus PÓS)), quanto para BR (101,6 ± 14,43 versus 131,2 ± 16,75, p<0,0001 (PRÉ versus PÓS)).



**Figura 1** - Resposta glicêmica (mg/dL) pré e pós teste, na ingestão de groselha (GR) e suco de beterraba (BR) em corredores.

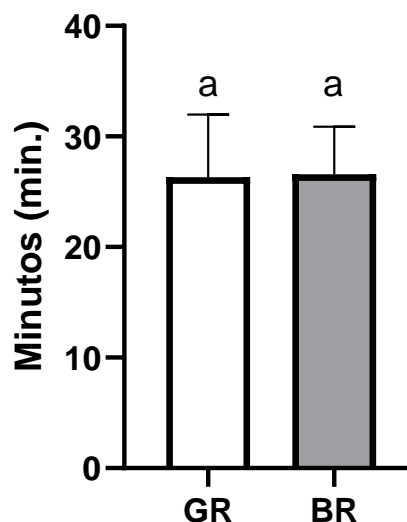
As análises de glicemia (mg/dL) pós teste demonstraram uma diferença de 20,42% (figura 2) na concentração de glicemia ( $158 \pm 12,16$  versus  $131,2 \pm 16,75$ ,  $p=0,0201$  (GR versus BR)).



**Figura 2** - Resposta glicêmica (mg/dL) pós teste, na ingestão de groselha (GR) e suco de beterraba (BR) em corredores.

#### Análise de Tempo (minutos) Pós teste

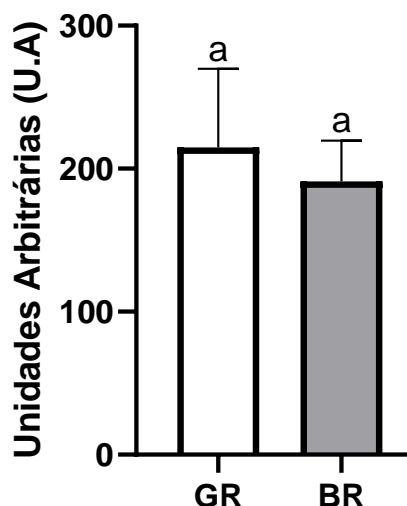
Quanto às análises de tempo, não foi possível observar diferença significativa entre os grupos ( $1,10 \pm 0,23$  versus  $1,11 \pm 0,17$ ,  $p>0,05$  (GR versus BR)).



**Figura 3** - Análise de tempo (min). Pós teste, na ingestão de groselha (GR) e suco de beterraba (BR) em corredores.

#### Análise de percepção subjetiva ao esforço (PSE)

A partir da análise feita com os dados coletados, pode-se observar que não houve significância de percepção subjetiva ao esforço (PSE). ( $214,88 \pm 55,04$  versus  $191,02 \pm 28,63$   $p>0,05$ ).



**Figura 4** - Unidades arbitrárias (U.A.), indicando a percepção subjetiva ao esforço na ingestão de groselha (GR) e suco de beterraba (BR).

#### DISCUSSÃO

Nossa pesquisa buscou investigar o efeito da ingestão do suco de beterraba (BR) sobre o desempenho físico de corredores. Bem como, analisar o tempo de prova e resistência

à fadiga. O principal achado desse estudo foi de que, ao comprar a ingestão de BR com GR, o grupo BR teve apresentado um considerável aumento na utilização da glicose pós teste (figura 2).

Entretanto, tais respostas não coincidem com a melhora do desempenho físico em corredores amadores ao observar os resultados de análise de tempo e PSE.

O presente estudo demonstrou que após a ingestão de suco de beterraba, há um considerável aumento na captação de glicose, esses resultados assemelham-se com uma gama de evidências atuais, as quais demonstram que durante a atividade física tem-se um aumento na oxidação de glicose (Roberts e colaboradores, 2014; Jentjens e colaboradores, 2005), possivelmente esse aumento de oxidação de glicose no grupo BR se deu através da expressão do transportador de glicose 4 (GLUT-4), causada pela ação de NO (Lira e colaboradores, 2007).

Vaughan e colaboradores (2016) analisaram os efeitos de BR no metabolismo e expressão de genes metabólicos relacionados ao músculo esquelético, constatando um aumento no consumo de oxigênio nas células tratadas com 0,25% de BR, culminado com a elevação do metabolismo oxidativo basal e biogênese mitocondrial, devido à maior expressão do coativador 1-alfa do receptor ativado por proliferador de peroxissoma (PGC-1 $\alpha$ ), GLUT-4, elevação da expressão do fator de transcrição mitocondrial A e fator respiratório nuclear 1.

Esses achados sustentam nossos achados (figura 2), no qual demonstramos que houve uma diferença de 20,42% na captação de glicose entre os grupos GR e BR.

Entretanto, não podemos afirmar que realmente houve o aumento na captação de glicose quanto ao tipo de carboidrato ofertado (figura 1), pois para isso teríamos que ter realizado uma coleta de glicemia pós ingestão das bebidas e pré corrida.

Segundo Christensen, Nyberg, Bagsbo, 2013; Garnacho-Castaño e colaboradores (2018), a quantidade ofertada de beterraba, sobre o desempenho em atletas, depende do condicionamento físico.

Burke e colaboradores (2021) observaram que atletas de elite altamente treinados ( $VO_2$  max >70ml/min/kg) parecem não responder aos efeitos de redução do  $VO_2$  e economia do exercício, ou demonstram pouca resposta (Balsalobre-Fernández e

colaboradores, 2018; Jonvik e colaboradores, 2018), devido à alta concentração endógena de NO proveniente da dieta e adaptações geradas pelo exercício físico, contribuindo para uma maior atividade da via NOS (Sandbakk e colaboradores, 2015; Jonvik e colaboradores, 2015), isso explica a suplementação da beterraba não ter melhorado o desempenho dos corredores (figura 3), pois os atletas possuíam um tempo considerável de treinamento, sendo também ativos em competições.

Ao relacionar as análises de tempo e PSE é possível evidenciar que, o percurso de 5 km de corrida não suficiente para que os indivíduos exercessem o máximo de esforço e entrassem em acidose, já que GR e BR não apresentaram significância em relação à PSE, o que corrobora para esses achados são os dados encontrados por (Arnold e colaboradores, 2015), que ao investigarem o efeito da suplementação de beterraba em atletas bem treinados, submetidos à uma corrida em altitude, não foi encontrado resultado significativos quanto o tempo até a exaustão, contrarrelógio de 10km e dados de PSE.

No presente estudo, a ingestão de beterraba foi aguda, o tempo entre a ingestão até a redução à NO foram de duas horas até início do teste, com 300g de beterraba correspondente à 11,7 mmol de nitrato. A vasodilatação induzida pela ingestão de nitrato parece ser tempo dependente, Santana e colaboradores (2019) demonstraram que 30 dias de ingestão de nitrato, apresentou eficiência sobre a resposta dos testes de corrida.

Portanto, parece não ter resposta positiva sobre o desempenho físico de corrida, para ingestões de beterraba agudas, ou seja, previamente ao evento esportivo.

Entretanto Casado e colaboradores (2021), observaram uma melhora no desempenho de corrida em corredores amadores, submetidos a um contra-relógio de 2 km, após a suplementação aguda de BR (12,8 mmol  $NO_3^-$ ), 2,5 horas antes do teste. Sugerindo que o tempo e concentração de BR não foram o suficiente para surtir efeito em nossos corredores.

## CONCLUSÃO

Como conclusão, apesar dos resultados do presente estudo não se

mostrarem positivos, ressaltamos para as próximas pesquisas, o uso crônico da beterraba, comparação entre estado de condicionamento físico, com análise do VO<sub>2</sub> max, para que realmente possa ser comprovado o efeito vasodilatador da beterraba no sangue.

Porém, a ingestão crônica da beterraba pode ser eficiente na resistência a fadiga muscular, já que estudos demonstraram resultados positivos quanto a ingestão prolongada desse suplemento.

Portanto, pode ser considerada a eficiência do suco de beterraba quanto a resposta glicêmica nos corredores pós teste, devido há diferença glicêmica entre os grupos GR e BR, pois, os indivíduos que fizeram uso de BR tiveram um aumento na captação de glicose.

Algumas limitações podem ser ressaltadas em relação ao presente estudo. Reconhecemos que o nosso número de atletas era relativamente baixo, mas o nosso critério de inclusão e exclusão restringiu alguns participantes.

Não realizamos o controle de uma dieta padronizada para os corredores. Também foi feito somente a coleta da glicemia de jejum e pós teste, poderíamos ter realizado uma coleta pós ingestão de suco e pré-teste, esta coleta poderia ter elucidado melhor a captação de glicose quanto a qualidade de carboidrato ofertado.

## REFERÊNCIAS

- 1-Arnold, J. T.; e colaboradores Beetroot juice does not enhance altitude running performance in well-trained athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. Vol. 40. Num. 6. 2015. p. 590-595.
- 2-Balsalobre-Fernández, C.; e colaboradores. 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. e0200517.
- 3-Boorsma, R.K.; Whitfield, J.; Spriet, L.L. Beetroot juice supplementation does not improve performance of elite 1500-m runners. *Med Sci Sports Exerc*. Vol. 46. Num. 12. 2014. p. 2326-2334.
- 4-Burke, L. M.; e colaboradores. International association of athletics federations consensus statement 2019: nutrition for athletics. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. Vol. 29. Num. 2. 2019. p. 73-84.
- 5-Burke, L. M.; e colaboradores. Neither beetroot juice supplementation nor increased carbohydrate oxidation enhance economy of prolonged exercise in elite race walkers. *Nutrients*. Vol. 13. Num. 8. 2021. p. 2767.
- 6-Carriker, C. R.; e colaboradores. Nitrate-containing beetroot juice reduces oxygen consumption during submaximal exercise in low but not high aerobically fit male runners. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*. Vol. 20. Num. 4. 2016. p. 27.
- 7-Casado, A.; e colaboradores. Influence of sex and acute beetroot juice supplementation on 2 KM running performance. *Applied Sciences*. Vol. 11. Num. 3. 2021. p. 977.
- 8-Christensen, P. M.; Nyberg, M.; Bangsbo, J. Influence of nitrate supplementation on VO<sub>2</sub> kinetics and endurance of elite cyclists. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*. Vol. 23. Num. 1. 2013. p. e21-e31.
- 9-Domínguez, R.; e colaboradores. Effects of beetroot juice supplementation on cardiorespiratory endurance in athletes. A systematic review. *Nutrients*. Vol. 9. Num. 1. 2017. p. 43.
- 10-Eggebeen, J.; e colaboradores. One week of daily dosing with beetroot juice improves submaximal endurance and blood pressure in older patients with heart failure and preserved ejection fraction. *JACC: Heart Failure*. Vol. 4. Num. 6. 2016. p. 428-437.
- 11-Garnacho-Castaño, M. V.; e colaboradores. 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. 1-12.
- 12-Hord, N. G.; Yaoping T.; Nathan, S. B. Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. *The*

American journal of clinical nutrition. Vol. 90. Num. 1. 2009. p. 1-10.

13-Janssen, I.; Baumgartner, R.N.; Ross, R.; Rosenberg, I.H.; Roubenoff, R. Skeletal muscle cutpoints associated with elevated physical disability risk in older men and women. American journal of epidemiology. Vol. 159. Num. 4. 2004. p. 413-21.

14-Jentjens, R.L.P.G.; Jeukendrup, A. E. High rates of exogenous carbohydrate oxidation from a mixture of glucose and fructose ingested during prolonged cycling exercise. British Journal of Nutrition. Vol. 93. Num. 4. 2005. p. 485-492.

15-Jonvik, K. L.; e colaboradores. Can elite athletes benefit from dietary nitrate supplementation?. Journal of applied physiology. Vol. 119. Num. 6. 2015. p. 759-761.

16-Jonvik, K. L.; e colaboradores. Repeated-sprint performance and plasma responses following beetroot juice supplementation do not differ between recreational, competitive and elite sprint athletes. European journal of sport science. Vol. 18. Num. 4. 2018. p. 524-533.

17-Kozłowska, L.; e colaboradores. Changes in oxidative stress, inflammation, and muscle damage markers following diet and beetroot juice supplementation in elite fencers. Antioxidants. Vol. 9. Num. 7. 2020. p. 571.

18-Lansley, K. E.; e colaboradores. Dietary nitrate supplementation reduces the O<sub>2</sub> cost of walking and running: a placebo-controlled study. Journal of applied physiology. Vol. 110. Num. 3. 2011. p. 591-600.

19-Lira, V. A.; e colaboradores. Nitric oxide increases GLUT4 expression and regulates AMPK signaling in skeletal muscle. American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism. Vol. 293. Num. 4. 2007. p. E1062-E1068.

20-Lukaski, H.C.; Johnson, P.E.; Bolonchuk, W.W.; Lykken, G.I. Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. American Journal of Clinical Nutrition. Vol. 41. Num. 4. 1985. p. 810-817.

21-OMS. Orientações para coleta e análise de dados antropométricos em serviços de saúde. SISVAN. 2011.

22-Poole, D. C.; e colaboradores. Role of nitric oxide in convective and diffusive skeletal muscle microvascular oxygen kinetics. Nitric Oxide. Vol. 121. 2022. p. 34-44.

23-Roberts, J. D.; e colaboradores. Assessing a commercially available sports drink on exogenous carbohydrate oxidation, fluid delivery and sustained exercise performance. Journal of the International Society of Sports Nutrition. Vol. 11. Num. 1. 2014. p. 8.

24-Rokkedal-Lausch, T.; e colaboradores. 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.

25-Sandbakk, S. B.; e colaboradores. Effects of acute supplementation of L-arginine and nitrate on endurance and sprint performance in elite athletes. Nitric Oxide. Vol. 48. 2015. p. 10-15.

26-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. 120.

27-Segal, K. R.; e colaboradores. Lean body mass estimation by bioelectrical impedance analysis: a four-site cross-validation study. The American journal of clinical nutrition. Vol. 47. Num. 1. 1988. p. 7-14.

28-Tan, R.; e colaboradores. Beetroot juice ingestion during prolonged moderate-intensity exercise attenuates progressive rise in O<sub>2</sub> uptake. Journal of Applied Physiology. Vol. 124. Num. 5. 2018. p. 1254-1263.

29-Vaughan, R. A.; Nicholas, P. G.; Colin, R. C. Nitrate-containing beetroot enhances myocyte metabolism and mitochondrial content. Journal of traditional and complementary medicine. Vol. 6. Num. 1. 2016. p. 17-22.

Autor para correspondência:  
Richard Danilo Serrano  
niloserrano@hotmail.com  
Universidade Metodista de Piracicaba  
Faculdade de Ciências da Saúde  
Curso de Nutrição  
Rodovia do Açúcar, Km 156  
Piracicaba -SP, Brasil.  
CEP: 13 400-901  
Fone: (19) 31241503

Recebido para publicação em 27/01/2023  
Aceito em 17/03/2023