

## CONSUMO DE BETERRABA E SUPLEMENTOS DE NITRATO NA PERFORMANCE EM CORREDORES DE RESISTÊNCIA

### *Dietary supplementations with beetroot juice and endurance running performance*

Marcella Evangelista Melo<sup>1</sup>, Evandro Piccinelli Da Silva<sup>1</sup>, Marcela Hirumi Uchimura<sup>1</sup>, Bennett Barroso de Carvalho<sup>2</sup>

1 Menstrando em Ciências da Saúde, Centro de Ciências da Saúde e do Desporto, Universidade Federal do Acre (UFAC) 2 Bacharel em Medicina, UFAC.

**RESUMO** - Introdução: O óxido nítrico (NO) é uma molécula sinalizadora envolvida em vários processos fisiológicos sendo obtida endogenamente a partir da L-arginina ou exógena, pela alimentação na forma de nitrato nos vegetais verde-escuros, beterraba rabanete e outros. O objetivo do trabalho é analisar o consumo de alimentos e suplementos alimentares relacionados ao nitrato para melhora da performance física em corredores de resistência. Metodologia: Trata-se de um estudo de base empírica de literatura de artigos experimentais, que analisaram o efeito de beterraba e nitratos sobre a performance de corredores adultos de resistência. Resultados: 4 artigos foram incluídos demonstrando o efeito da suplementação de beterraba e de nitrato no consumo de O<sub>2</sub>, tempo de corrida e percepção de esforço. Conclusão: O consumo de alimentos ricos em nitrato pode melhorar a capacidade aeróbica de corredores de resistência, principalmente em indivíduos de nível baixo e moderado.

**PALAVRAS CHAVE:** suplementos nutricionais, exercício aeróbico, adultos, humanos.

**ABSTRACT** - Background: The Nitric Oxide (NO) is an important signaling molecule involved in many physiological processes being endogenously obtained from L-arginine or exogenous, by food in nitrate state in green vegetables, beetroot, radish and others. The objective is to analyze the consumption of foods and dietary supplements related to nitrate to improve physical performance in endurance runners. Methodology: This is an empirically based study of literature of experimental articles that analyzed the effect of beetroot and nitrates on the performance of adult resistance runners. Results: 4 articles were included demonstrating the effect of supplementation of beetroot and nitrate consumption of O<sub>2</sub>, race time and perceived exertion. Conclusion: Consumption of foods high in nitrate can improve aerobic capacity of endurance runners, especially in low and moderate trained individuals

**KEY WORDS:** sports nutritional physiological phenomena, sports nutritional sciences, athletic performance, aerobic exercise, dietary supplements, performance-enhancing substances, humans, adults.

**Autor para correspondência:** Marcella Evangelista Melo  
[melomarcella@hotmail.com](mailto:melomarcella@hotmail.com)

## INTRODUÇÃO

O óxido nítrico (NO) é uma molécula gasosa normalmente encontrada em pequena quantidade na atmosfera. Na década de 80, estudos começaram a demonstrar sua presença no organismo de mamíferos, a partir de experimentos que evidenciaram a produção de nitratos (produtos da sua oxidação) em camundongos (1,2)

Atualmente sabe-se que no organismo é uma molécula sinalizadora onde, dentre outras atividades, está envolvida principalmente no relaxamento de músculos lisos (como o endotélio vascular), tem ação broncodilatadora e vasodilatadora nos pulmões, é mediadora da função imune, entre outras funções. (3–5)

Pode ser produzido endogenamente a partir da L-arginina ou obtido a partir da dieta na forma de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ). O  $\text{NO}_3^-$  ingerido é transformado em nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) pelas bactérias orais e então reduzido a NO por meio de várias enzimas, tais como: xantina oxidase, desoxihemoglobina, desoximioglobina, outras globinas, citocromo P450, proteínas mitocondriais, anidrase carbônica e eNOS, além de prótons, prolifenois e vitaminas E e C.(3)

Os vegetais folhosos como alface, espinafre, rúcula e raízes como beterraba e cenoura e rabanete são alimentos ricos em  $\text{NO}_3^-$ . (6)

Desde competidores até pessoas em busca apenas de melhor qualidade de vida, a corrida é um esporte democrático, acessível e de fácil realização. Basicamente os interessados devem calçar um tênis e se engajar na atividade física, não precisando de local muito específico ou equipamentos caros. Por causa da sua rápida evolução e ser de alta recompensa, a corrida é conhecida por fidelizar seus praticantes.

O uso de suplementos alimentares por praticantes de atividades, muitas vezes sem recomendação médica ou nutricional, tem crescido nos últimos anos. Por isso, esse artigo tem como objetivo analisar o consumo de alimentos e suplementos alimentares relacionados ao nitrato para melhora da performance física em corredores de resistência.

## MÉTODO

Trata-se de um estudo de base empírica de literatura, com consulta nas bases de dados MEDLINE, BIREME, LILACAS, IBECs, no período de 20 de junho de 2016 a 23

de junho de 2016. Os descritores e palavras-chave utilizados foram: dietary supplements, performance-enhancing substances, beetroot juice, nitrates, running, aerobic exercise, adults, young adult, humans, athletes, athletic performance, sports nutritional physiological phenomena, sports nutrition science, exercise tolerance, exercise, physical endurance, e conectores “OR” e “AND”. Foi selecionado para análise, artigos nos idiomas português, inglês e espanhol, e população adulta.

Os critérios de inclusão são artigos experimentais, realizados com humanos adultos. Todos os artigos analisaram o efeito do suco de beterraba e de nitratos na fisiologia do exercício, realizando teste físico com corridas de resistência.

Foram excluídos os artigos de observacionais, de revisão, experimentais em animais, população com patologias ou testes físicos em outras modalidades.

A seleção foi realizada por meio de análise qualitativa, com a leitura de títulos, resumos, e em seguida a leitura na íntegra dos artigos de acordo com os critérios mencionados.

Os estudos selecionados foram sintetizados em um quadro resumo, contendo: autor, ano, desenho do estudo, n amostral e principais resultados.

## **RESULTADOS**

Após realizada a pesquisa bibliográfica foram selecionados quatro artigos com base nos critérios de inclusão e exclusão. Os artigos estão resumidos nas Tabela 1 – Estudos acerca suplementação com suco de beterraba e performance em corridas de Tabela 1 e Tabela 2

**Tabela 1** – Estudos acerca suplementação com suco de beterraba e performance em corridas de resistência

<b>Autor/ano</b>	<b>Desenho do estudo</b>	<b>Principais resultados</b>
Lansley et al., 2011 (7)	Experimental	Os sujeitos quando ofertados com suco de beterraba (SB), rico em $\text{NO}_3^-$ aumentaram a concentração plasmática de $\text{NO}_2^-$ e reduziram pressão sanguínea sistólica em comparação com antes da suplementação, mas não pressão sanguínea diastólica. O custo total de $\text{O}_2$ na caminhada, corrida moderada e corrida intensa foi sempre menor na suplementação com SB comparado com a ingestão de placebo e tempo de corrida até exaustão foi 15% maior em SB. Pode-se então sugerir que o benefício do suco de beterraba se encontra no conteúdo de $\text{NO}_3^-$ presente.
Murphy et al., 2012 (8)	Experimental	Durante a última milha (1,8 km) a velocidade foi 5% (0,6km/h) mais rápida no grupo que recebeu beterraba cozida em comparação com placebo, sem diferença nos primeiros quilômetros. Sendo 0,4 km/h, ou 3% mais rápido no total da corrida, contando com menos 41 segundos. Não houve diferença entre os grupos na frequência cardíaca e pressão sanguínea após 60 minutos da ingestão. Percepção de esforço foi menor na primeira milha no grupo que comeu beterraba.
Boorsma et al., 2014 (9)	Experimental	Suplementação crônica ou aguda de suco de beterraba em comparação com placebo não teve redução da $\text{VO}_2$ ou melhorou performance em corredores de elite.
Porcelli et al., 2015 (10)	Experimental	Nos indivíduos com atividade física moderada ou baixa houve diminuição no tempo de corrida de 3 km e diminuição do custo de $\text{O}_2$ . Os resultados sugerem que o nível de atividade física afeta o efeito ergogênico da suplementação de $\text{NO}_3^-$ . A carga ótima de $\text{NO}_3^-$ para elevação na concentração plasmática e melhora da performance é diferente em indivíduos pouco ativos de atletas de elite.

**Tabela 2** – Metodologia dos estudos sobre suplementação com beterraba e nitrato na performance de corrida de resistência

Características	Lansley et al., 2011 (7)	Murphy et al., 2012 (8)	Boorsma et al., 2014 (9)	Porcelli et al., 2015 (10)
Duplo-cego	SIM	SIM	SIM	SIM
Randomizado	Participantes foram submetidos aos dois experimentos aleatoriamente com 1 semana de intervalo	Participantes foram submetidos aos dois experimentos aleatoriamente com 1 semana de intervalo	Participantes foram submetidos aos dois experimentos aleatoriamente com 1 semana de intervalo	Participantes foram submetidos aos dois experimentos aleatoriamente com 1 semana de intervalo
População	9 homens ativos	5 homens e 6 mulheres	8 homens atletas	21 homens
Testes físicos	Teste preliminar 6 min caminhada, 6 min a 80% VO <sup>2</sup> , 10 min caminhada, 6 min 80% VO <sup>2</sup> , 10 min caminhada, 6 min 75% VO <sup>2</sup> ou até exaustão Extensão do joelho	Corrida de 5 km com 5 minutos de aquecimento	Teste preliminar 7 min a 50% VO <sup>2</sup> , 7 min a 65% VO <sup>2</sup> e 5 min a 80% VO <sup>2</sup> Corrida de 1500 m	Teste preliminar Dia 5: exercício moderado e teste de exercício Dia 6: dois exercícios de intensidade moderada-intensa e corrida de 3 km
Variáveis mensuradas	NO <sub>2</sub> - plasmático Pressão sanguínea Lactato plasmático Frequência cardíaca Dinâmica pulmonar Tempo até a falha	Pressão sanguínea Frequência cardíaca Percepção de esforço Tempo da corrida	NO plasmático Frequência cardíaca Dinâmica pulmonar Percepção de esforço Tempo de corrida de 1500 m	NO plasmático Frequência cardíaca Ventilação pulmonar Consumo de O <sub>2</sub> e CO <sub>2</sub> Percepção de esforço
Intervenção	0,5 l/dia de suco de beterraba por 6 dias	200 g de beterraba cozida (≥ 50 mg de nitrato)	210 ml de suco de beterraba por 8 dias	Nitrato de sódio por 6 dias
Controle	0,5l/dia de suco de beterraba com depleção de NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> por 6 dias	200 g de geléia de cranberry	210 ml de suco de beterraba com depleção de NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> por 8 dias	Cloreto de sódio por 6 dias
Tempo até teste	3 h	75 minutos	2,5 horas	3,5 h

## DISCUSSÃO

O principal efeito ergogênico do consumo alimentar de  $\text{NO}_3^-$  encontrado foi a diminuição do custo de  $\text{O}_2$  e redução do  $\text{VO}_2^{\text{max}}$  nos testes físicos em Lansley et al., 2011 (7) e Porcelli et al., 2015 (10), além de estudos realizados com outras modalidades como ciclismo e natação. (11–15). O mecanismo biológico plausível é o efeito do NO na eficiência da fosforilação da mitocôndria, por diminuir a expressão da enzima ATP/ADP translocase (ANT), responsável por maior parte do vazamento de prótons e, dessa forma diminuir a saída de prótons, mantendo o potencial de membrana da mitocôndria muscular melhorando o consumo de  $\text{O}_2$  e aumentando a produção de ATP. (4,16,17).

O aumento do tempo de corrida até a exaustão e diminuição da percepção de esforço encontrada pelos experimentos (7,8,10) pode ser explicada pela melhora da performance aeróbica, demonstrada acima.

Porcelli et al., 2015 (10) descreveu que indivíduos com alto nível de atividade física tiveram menor capacidade de responder à suplementação de  $\text{NO}_3^-$  em comparação com baixo e moderado nível. Este achado pode estar relacionado a adaptação muscular do próprio exercício que já ocorreu nos altamente treinados. (18)

Este resultado pode demonstrar que o público alvo desta suplementação pode ser estes indivíduos sem capacidade aeróbica desenvolvida para exercícios extenuantes que buscam melhora da performance durante o período de treinamento.

O tempo ideal da absorção do alimento e da suplementação para o seu efeito farmacológico antes da prática de atividade física parece ser de 2 horas. (11) Sendo corroborada pelos pesquisadores. (9,10)

A L-arginina é o aminoácido precursor do NO endógeno. Porém a suplementação deste não demonstrou efeito ergogênico ou melhora da utilização do NO pelo corpo. (19)

Apesar do efeito do NO no relaxamento dos músculos lisos e dessa forma, diminuição da pressão arterial e diminuição da frequência cardíaca, não houve associação com corrida. (7–10)

A beterraba, além do conteúdo de nitrato é rica em flavonoides, como a quercetina que aumenta a ação do NO no relaxamento dos músculos lisos, por reduzir concentração de endotelina-1. (20)

O efeito modulador da função imune pode auxiliar os atletas na diminuição do risco de infecções gastrointestinais. (5)

Apesar dos benefícios, há uma preocupação para o potencial efeito carcinogênico dos metabólitos do NO, como as nitrosaminas, a partir do NO<sub>2</sub><sup>-</sup>. Estudos tem demonstrado o baixo risco e a complexidade da causalidade da ocorrência de câncer e ingestão de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (21–23) A comunidade europeia determinou ingestão diária aceitável de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> de 3,7 mg/kg (24) e determinou como improvável o resultado de efeitos adversos ao consumo diário estimado de vegetais e seus teores de NO<sub>3</sub><sup>-</sup> prevalecendo os benefícios do consumo de uma dieta rica em vegetais, principalmente no risco de doenças cardiovasculares.(6,25)

## CONCLUSÃO

Apesar de poucos estudos pode se concluir que o benefício do consumo de nitrato na dieta auxilia a performance de corredores, pela ação fisiológica do óxido nítrico. Mais estudos com esta modalidade de exercício devem ser realizados para verificação prática da melhora da performance.

O consumo de vegetais deve ser incentivado não só por seu teor de nitrato, mas como de vitaminas, minerais e fibras.



## REFERÊNCIAS

1. Flora Filho R, Zilberstein B. Óxido nítrico: o simples mensageiro percorrendo a complexidade. *Metabolismo, síntese e funções*. Rev Assoc Med Bras [Internet]. 2000 Sep;46(3):265–71. Available from: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0104-4230200000300012&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-4230200000300012&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)
2. Green LC, Tannenbaum SR, Goldman P. Nitrate synthesis in the germfree and conventional rat. *Science* [Internet]. 1981 Apr 3;212(4490):56–8. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/6451927>
3. Weitzberg E, Lundberg JO. Novel Aspects of Dietary Nitrate and Human Health. *Annu Rev Nutr* [Internet]. 2013 Jul 17;33(1):129–59. Available from: <http://www.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev-nutr-071812-161159>
4. Clerc P, Rigoulet M, Leverve X, Fontaine E. Nitric oxide increases oxidative phosphorylation efficiency. *J Bioenerg Biomembr* [Internet]. 2007 Jun 1;39(2):158–66. Available from: <http://link.springer.com/10.1007/s10863-007-9074-1>
5. McKnight GM, Duncan CW, Leifert C, Golden MH. Dietary nitrate in man: friend or foe? *Br J Nutr* [Internet]. 1999 May;81(5):349–58. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10615207>
6. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain. Nitrate in vegetables - Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain. *EFSA J* [Internet]. 2008;689(April):1–79. Available from: <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/689.htm>
7. Lansley KE, Winyard PG, Fulford J, Vanhatalo A, Bailey SJ, Blackwell JR, et al. Dietary nitrate supplementation reduces the O<sub>2</sub> cost of walking and running: a placebo-controlled study. *J Appl Physiol* [Internet]. 2011 Mar 1;110(3):591–600. Available from: <http://jap.physiology.org/cgi/doi/10.1152/japplphysiol.01070.2010>
8. Murphy M, Eliot K, Heuertz RM, Weiss E. Whole Beetroot Consumption Acutely Improves Running Performance. *J Acad Nutr Diet* [Internet]. 2012 Apr;112(4):548–52. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212267211019484>
9. Boorsma RK, Whitfield J, Spriet LL. Beetroot juice supplementation does not improve performance of elite 1500-m runners. *Med Sci Sports Exerc* [Internet]. 2014 Dec;46(12):2326–34. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00005768-201412000-00017>
10. PORCELLI S, RAMAGLIA M, BELLISTRI G, PAVEI G, PUGLIESE L, MONTORSI M, et al. Aerobic Fitness Affects the Exercise Performance Responses to Nitrate Supplementation. *Med Sci Sport Exerc* [Internet]. 2015 Aug;47(8):1643–51. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00005768-201508000-00011>
11. Wylie LJ, Kelly J, Bailey SJ, Blackwell JR, Skiba PF, Winyard PG, et al. Beetroot juice and exercise: pharmacodynamic and dose-response relationships. *J Appl Physiol* [Internet]. 2013 Aug 1;115(3):325–36. Available from: <http://jap.physiology.org/cgi/doi/10.1152/japplphysiol.00372.2013>
12. Pinna M, Roberto S, Milia R, Marongiu E, Olla S, Loi A, et al. Effect of beetroot juice supplementation on aerobic response during swimming. *Nutrients* [Internet]. 2014 Jan 29;6(2):605–15. Available from: <http://www.mdpi.com/2072-6643/6/2/605/>
13. Bailey SJ, Winyard P, Vanhatalo A, Blackwell JR, DiMenna FJ, Wilkerson DP, et al. Dietary nitrate supplementation reduces the O<sub>2</sub> cost of low-intensity exercise and

- enhances tolerance to high-intensity exercise in humans. *J Appl Physiol* [Internet]. 2009 Oct 1;107(4):1144–55. Available from: <http://jap.physiology.org/cgi/doi/10.1152/japphysiol.00722.2009>
14. Larsen FJ, Weitzberg E, Lundberg JO, Ekblom B. Dietary nitrate reduces maximal oxygen consumption while maintaining work performance in maximal exercise. *Free Radic Biol Med* [Internet]. 2010 Jan 15;48(2):342–7. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891584909007199>
  15. Larsen FJ, Weitzberg E, Lundberg JO, Ekblom B. Effects of dietary nitrate on oxygen cost during exercise. *Acta Physiol* [Internet]. 2007 Sep;191(1):59–66. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1748-1716.2007.01713.x>
  16. Larsen FJ, Schiffer TA, Weitzberg E, Lundberg JO. Regulation of mitochondrial function and energetics by reactive nitrogen oxides. *Free Radic Biol Med* [Internet]. 2012 Nov;53(10):1919–28. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0891584912010878>
  17. Larsen FJ, Schiffer TA, Borniquel S, Sahlin K, Ekblom B, Lundberg JO, et al. Dietary inorganic nitrate improves mitochondrial efficiency in humans. *Cell Metab*. 2011;13(2):149–59.
  18. Jensen L, Bangsbo J, Hellsten Y. Effect of high intensity training on capillarization and presence of angiogenic factors in human skeletal muscle. *J Physiol* [Internet]. 2004 Jun;557(2):571–82. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1113/jphysiol.2003.057711>
  19. Sandbakk SB, Sandbakk Ø, Peacock O, James P, Welde B, Stokes K, et al. Effects of acute supplementation of L-arginine and nitrate on endurance and sprint performance in elite athletes. *Nitric Oxide* [Internet]. 2015 Aug;48:10–5. Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1089860314004649>
  20. Loke WM, Hodgson JM, Proudfoot JM, McKinley AJ, Puddey IB, Croft KD. Pure dietary flavonoids quercetin and (-)-epicatechin augment nitric oxide products and reduce endothelin-1 acutely in healthy men. *Am J Clin Nutr*. 2008;88(4):1018–25.
  21. Song P, Wu L, Guan W. Dietary Nitrates, Nitrites, and Nitrosamines Intake and the Risk of Gastric Cancer: A Meta-Analysis. *Nutrients* [Internet]. 2015 Dec 1;7(12):9872–95. Available from: <http://www.mdpi.com/2072-6643/7/12/5505>
  22. Habermeyer M, Roth A, Guth S, Diel P, Engel K-H, Epe B, et al. Nitrate and nitrite in the diet: How to assess their benefit and risk for human health. *Mol Nutr Food Res* [Internet]. 2015 Jan;59(1):106–28. Available from: <http://doi.wiley.com/10.1002/mnfr.201400286>
  23. De Roos AJ, Ward MH, Lynch CF, Cantor KP. Nitrate in Public Water Supplies and the Risk of Colon and Rectum Cancers. *Epidemiology* [Internet]. 2003 Nov;14(6):640–9. Available from: <http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00001648-200311000-00004>
  24. Communities C of the european. REPORTS OF THE SCIENTIFIC COMMITTEE FOR FOOD. 1992;48. Available from: [http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/reports/scf\\_reports\\_26.pdf](http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/reports/scf_reports_26.pdf)
  25. Webb AJ, Patel N, Loukogeorgakis S, Okorie M, Aboud Z, Misra S, et al. Acute Blood Pressure Lowering, Vasoprotective, and Antiplatelet Properties of Dietary Nitrate via Bioconversion to Nitrite. *Hypertension* [Internet]. 2008 Mar 1;51(3):784–90. Available from: <http://hyper.ahajournals.org/cgi/doi/10.1161/HYPERTENSIONAHA.107.103523>