

Revista Brasileira de

NUTRIÇÃO FUNCIONAL

Brazilian Journal of Functional Nutrition



Centro de
**Nutrição
Funcional**



ISSN 2176-4522

ano 17. edição 71

www.vponline.com.br

RECEITA

Tortinha de Legumes com
Taioba

**Nitrato: suplementação,
fontes dietéticas e efeitos na performance**

**Interpretando a
dosagem da vitamina B12**

**Série Agroecologia: Parte II
A importância das abelhas para a agroecologia**

Dra. Valéria Paschoal

Diretora da VP Centro de Nutrição Funcional

Nesta nova edição, importantes atualizações científicas nas áreas de Nutrição Clínica, Nutrição Esportiva e Fitoterapia contribuirão para a prática clínica de nossos leitores.

Em Nutrição Esportiva, uma esclarecedora revisão acerca do papel do nitrato na performance esportiva, proveniente de fontes alimentares ou suplementares, mostrará ao profissional dessa área que a ação desse componente pode ir além da vasodilatação: se bem aplicado, pode potencializar o desempenho em exercícios de alta intensidade e curta duração. Ainda sobre nutrição e esporte, uma atualização sobre o papel da vitamina D no esporte abre evidências de sua atuação como importante estratégia para o processo de hipertrofia muscular.



Em Nutrição Clínica, uma revisão sobre a interpretação da dosagem da vitamina B12 incita discussões importantes para a prática clínica. A adequada interpretação das dosagens de vitamina B12 é essencial para os âmbitos preventivos e terapêuticos das doenças correlacionadas à deficiência dessa vitamina, prevalente especialmente em alguns grupos de risco, como crianças, idosos, gestantes e veganos.



Em Fitoterapia, trazemos um estudo de caso com a aplicação clínica de Astragalus membranaceus, com resultados iniciais interessantes sobre a modulação do sistema imune.

Na sessão de Gastronomia, uma receita nutritiva, prática e saborosa que valoriza nossa biodiversidade: tortinha de legumes com taioba.

Dando continuidade à série sobre Agroecologia, a matéria desta edição mostra um tema preocupante e de grande relevância, acerca do risco de extinção das abelhas, que tem como uma das causas o uso excessivo de agrotóxicos.

Excelente leitura!

Dra. Paula Gandin

Presidente do Instituto Brasileiro de Nutrição Funcional



Revista Brasileira de Nutrição Funcional - 2017 - edição 71

Indexação: Sumários (www.sumarios.org) e ESALQ (<http://dibd.esalq.usp.br>)

Diretoras Responsáveis
Valéria Paschoal e Andréia Naves

Redação, Publicidade e Administração
VP Centro de Nutrição Funcional

Coordenação Científica
Ana Beatriz Baptistella Leme da Fonseca
consultoriacientifica@vponline.com.br
Neiva dos Santos Souza
neiva.souza@vponline.com.br

Associação
Atendimento ao Associado
Paula Gimenez - contato@vponline.com.br
Fone/ Fax: (11)3582-5600

Jornalista Responsável
José Maria M. Filho
MTB - 19.852 - josemaria@vponline.com.br

As condutas nutricionais preconizadas na Revista Brasileira de Nutrição Funcional devem ser supervisionadas exclusivamente por nutricionistas ou médicos especializados.

Revisão Ortográfica
Lemuel Cintra
lcintra@gmail.com

Os editores não se responsabilizam pelo conteúdo dos anúncios, matérias e artigos assinados. A reprodução total ou parcial desta publicação só será permitida mediante autorização prévia.

Capa, Ilustrações e Editoração
Bárbara Feracin Meira

VP Centro de Nutrição Funcional
Fone/ Fax: (11)3582-5600
contato@vponline.com.br
www.vponline.com.br

Ctp e Impressão
A.R. Fernandez Pré-Impressão e Gráfica
www.arfernandez.com.br
comercial@arfernandez.com.br



Coordenação e Autores

Conselho Editorial

Ana Cláudia Poletto

Nutricionista pela Universidade Estadual do Centro-Oeste (2002) e mestre em Ciências, com ênfase em Fisiologia Humana pela Universidade de São Paulo (2006). Pesquisadora (doutoranda, desde 2007) do programa de Fisiologia Humana da Universidade de São Paulo. Tem experiência na área de Fisiologia Endócrina, atuando nos temas: mecanismos transcricionais envolvidos na regulação da expressão do gene SLC2A4, sensibilidade à insulina, metabolismo lipídico, obesidade e diabetes mellitus.

Ana Vlândia Bandeira Moreira

Nutricionista graduada pela Universidade Estadual do Ceará (1996), mestre em Ciências dos Alimentos pela Universidade de São Paulo (1999) e doutora em Ciências dos Alimentos pela Universidade de São Paulo (2003). Atualmente é professora adjunta da Universidade Federal de Viçosa (MG). Coordenadora do Laboratório de Análise de alimentos e coordenadora do Projeto de extensão pró-celíaco. Ministra as disciplinas de Técnica Dietética na Graduação e Dietética Aplicada no Mestrado e Doutorado e Gastronomia Funcional na especialização na UFV.

Andréia Naves

Nutricionista e Educadora Física. Diplomada pelo *The Institute for Functional Medicine* (USA) em 2007. Editora Científica da Revista Brasileira de Nutrição Funcional. Diretora da VP Centro de Nutrição Funcional. Docente convidada dos cursos de pós-graduação em Nutrição Clínica Funcional e Nutrição Esportiva Funcional da VP Centro de Nutrição Funcional em parceria com a Universidade Cruzeiro do Sul. Autora dos Livros "Nutrição Clínica Funcional: dos Princípios à Prática Clínica", "Nutrição Clínica Funcional: Obesidade", "Nutrição Clínica Funcional: Modulação Hormonal" e "Tratado de Nutrição Esportiva Funcional". Colaboradora do livro "Suplementação Funcional Magistral: dos Nutrientes aos Compostos Bioativos". Membro do *The Institute for Functional Medicine* – USA. Coordenadora científica dos cursos de pós-graduação em Nutrição Esportiva Funcional da VP Centro de Nutrição Funcional em parceria com a Universidade Cruzeiro do Sul.

Anna Cecília Queiroz de Medeiros

Nutricionista pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Mestre em Ciências da Saúde pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Docente da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Experiência na área de Nutrição, com ênfase em Nutrição e metabolismo de nutrientes nos diversos estados fisiológicos.

Fátima Aparecida Arantes Sardinha

Nutricionista. Doutora em Ciência dos Alimentos pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas/USP. Mestre em Ciências Aplicadas à Pediatria pela UNIFESP/EPM. Especialista em Nutrição e Saúde Pública pela UNIFESP/EPM. Docente convidada do curso de pós-graduação em Nutrição Clínica Funcional da VP Centro de Nutrição Funcional em parceria com a Universidade Cruzeiro do Sul.

Fernanda Serpa

Diretora e Docente da Empresa Nutconsult. Nutricionista pela Universidade do Estado do RJ/UERJ. Título de residência em Clínica Médica no Hospital Universitário Pedro Ernesto/UERJ. Pós-graduada em Nutrição Clínica Funcional da VP Centro de Nutrição Funcional em parceria com a Universidade Cruzeiro do Sul. Docente convidada dos cursos de pós-graduação e extensão da VP Centro de Nutrição Funcional em parceria com a Universidade Cruzeiro do Sul. Mestre em Clínica Médica - IPPMG/UFRJ. Nutricionista Militar do Corpo de Bombeiros do RJ. Nutricionista Municipal do Hospital Souza Aguiar.

Gilberti Hübscher

Nutricionista. Mestre e Doutora em Fisiologia Cardiovascular pela UFRGS. Especialista em Gestão e Saúde pela PUC-RS, Gestão em UAN pela UNISINOS e em Saúde da Família pela ULBRA (RS). Docente convidada dos cursos de pós-graduação em Nutrição Clínica Funcional da VP Centro de Nutrição Funcional em parceria com a Universidade Cruzeiro do Sul e dos cursos de graduação em Nutrição e pós-graduação em Saúde e Trabalho da Feevale (RS). Membro do Instituto Brasileiro de Nutrição Funcional (IBNF).

Márcia Cristina Paiva

Nutricionista, graduada na Universidade de Passo Fundo - RS. Pós-graduada em Nutrição Clínica Funcional e pós-graduada em Fitoterapia Funcional da VP Centro de Nutrição Funcional em parceria com a Universidade Cruzeiro do Sul. Educadora em diabetes certificada pela empresa Medtronic Brasil de equipamentos médicos (Bombas de infusão de insulina). Atua em atendimento clínico em clínica de gastroenterologia em São José dos Campos - SP.

Rosângela Passos de Jesus

Professora Adjunta da Escola de Nutrição da UFBA (ENUFBA). Doutora em Ciências da Saúde pela Faculdade de Medicina da USP. Mestre em Nutrição pela Universidade Federal de São Paulo. Especialista em Nutrição Clínica Funcional, coordenadora do Ambulatório de Nutrição e Hepatologia do Hospital Universitário Prof Edgard Santos.

Sandra Matsudo

Médica Especializada em Medicina Esportiva pela Escola Paulista de Medicina - UNIFESP. Doutorado e pós-doutorado em Ciências pela Escola Paulista de Medicina - UNIFESP. Diretora Geral do Centro de Estudos do Laboratório de Aptidão Física de São Caetano do Sul - CELAFISCS. Coordenadora geral do Projeto Longitudinal de Envelhecimento e Aptidão Física de São Caetano do Sul. Coordenadora pela IUHPE dos Cursos de Atividade Física e Saúde Pública - Agita Mundo. Professora Titular do Curso de Educação Física do Centro Universitário FMU. Editora Executiva da Revista Brasileira de Ciência e Movimento. Autora dos Livros: "Avaliação do Idoso - Física e Funcional", "Envelhecimento e Atividade Física" e "Obesidade e Atividade Física".

Valéria Paschoal

Nutricionista. Mestre na área de Nutrição e Pediatria pela UNIFESP – EPM. Editora Científica da Revista Brasileira de Nutrição Funcional. Coordenadora científica e docente convidada dos cursos de Nutrição Clínica Funcional e Nutrição Esportiva Funcional da VP Centro de Nutrição Funcional em parceria com a Universidade Cruzeiro do Sul. Diretora da VP Centro de Nutrição Funcional. Autora dos Livros "Nutrição Clínica Funcional: dos Princípios à Prática Clínica", "Suplementação Funcional Magistral: dos Nutrientes aos Compostos Bioativos", "Nutrição Clínica Funcional: câncer" e "Tratado de Nutrição Esportiva Funcional". Coordenadora da Comissão Científica do Instituto Brasileiro de Nutrição Funcional (IBNF). Membro do *The Institute for Functional Medicine* – USA. Nutricionista do CSA Brasil (*Community Supported Agriculture* - Agricultura Sustentada pela Comunidade). Membro do conselho consultivo da CNTU (Confederação Nacional dos Trabalhadores Liberais Universitários Regulamentados).

Lista de Autores

Cristiane de Oliveira Cravo

Nutricionista Clínica Funcional. Mestre em Fisiopatologia Clínica Experimental pela UERJ. Pós-graduada em Nutrição Clínica Funcional pela Universidade Cruzeiro do Sul em parceria com a VP Centro de Nutrição Funcional. Docente de graduação da Universidade Castelo Branco. Docente convidada dos cursos de pós-graduação Universidade Cruzeiro do Sul em parceria com a VP Centro de Nutrição Funcional. Docente de pós-graduação pela UERJ.

Débora Kelly Oliveira das Neves

Graduada em Nutrição pelo Instituto Metodista Bennett (2010). Pós-graduada em Fitoterapia Funcional pela Universidade Cruzeiro do Sul (2016). Nutricionista no Núcleo de Saúde do Trabalhador da Fundação Oswaldo Cruz, onde trabalha no campo da saúde, trabalho e ambiente. Atua em atendimento clínico nutricional em consultório.

Gabriela Pimentel

Nutricionista graduada pela Universidade Federal de Santa Catarina. Pós-graduada em Nutrição nas doenças crônicas não transmissíveis pelo Albert Einstein. Pós-graduada em Nutrição Clínica Funcional pela Universidade Cruzeiro do Sul. Pós-graduada em Fitoterapia Funcional pela Universidade Cruzeiro do Sul. Docente dos cursos de pós-graduação em Fitoterapia Funcional Universidade Cruzeiro do Sul. Atua em atendimento clínico nutricional em consultório.

Gustavo Barbosa dos Santos

Bacharel em Treinamento Desportivo pela UNICAMP. Especialista em Treinamento e Nutrição Esportiva, LABEX-UNICAMP. Mestre e Doutor em Biologia Funcional e Molecular – UNICAMP.

Hugo Comparotto

Graduado em Nutrição e Metabolismo pela FMRP-USP (SP, 2011). Especialista em Obesidade e Emagrecimento pela Universidade Gama Filho (SP, 2013). Especialista em Nutrição Esportiva Funcional pela Universidade Cruzeiro do Sul (SP, 2013). Consultor científico e desenvolvimento de novos produtos na Athletica Nutrition, First e Cuida Bem. Responsável pela Equipe Hábitos Nutrição Clínica e Esportiva – Cia Athletica Ribeirão Preto – Ribeirão Preto - SP e Academia Acqua – Araraquara – SP. Palestrante e professor de pós-graduação em nutrição esportiva

Isabela Pereira Gouveia

Graduanda em Nutrição pelo Centro Universitário São Camilo. Estagiária em Nutrição no departamento científico da VP Centro de Nutrição Funcional.

Luiz Lannes Loureiro

Nutricionista formado pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2011), Mestre em Nutrição Humana pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2014) e Especialização em Nutrição Esportiva Funcional pela VP Centro de Nutrição Funcional/UNICSUL. Atua com pesquisas voltadas para Nutrição Esportiva, Metabolismo Basal, Bioquímica Nutricional, Fisiologia Esportiva e Desenvolvimento de alimentos e suplementos para fins especiais.

Rodrigo Minoru Manda

Biomédico com graduação pela UNESP/Botucatu (2008). Aprimoramento Profissional em Laboratório e Metabolismo Nutricional Desportivo pela Faculdade de Medicina de Botucatu/UNESP (2010). Especialização em Atuação Multiprofissional em Medicina do Exercício Físico e do Esporte pela Faculdade de Medicina de Botucatu/UNESP (2011). Mestrado em Patologia pela Faculdade de Medicina de Botucatu/UNESP (2012). Doutorado em Patologia pela Faculdade de Medicina de Botucatu/UNESP (defesa em 2017). Professor colaborador do Centro de Metabolismo em Exercício e Nutrição (CeMENutri) da Faculdade de Medicina de Botucatu/UNESP. Palestrante na área de metabolismo, exercício físico e nutrição esportiva.

Wagner Alessandro dos Reis

Nutricionista formado pelo Centro Universitário Newton Paiva/BH. Especialista em Formação Pedagógica para Profissionais de Saúde pela Escola de Enfermagem da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Pós-graduado em Nutrição Esportiva Funcional e Fitoterapia Funcional pela Universidade Cruzeiro do Sul. Pós-graduando em Nutrição Clínica Funcional pela Universidade Cruzeiro do Sul. Docente convidado do curso de pós-graduação da Universidade Cruzeiro do Sul. Docente da Escola Técnica Profissional de Nível Médio do SITIPAN – MG. Nutricionista e diretor do Espaço Wagner dos Reis. *Personal Nutrition* Funcional. Realiza palestras em empresas, escolas e academias.

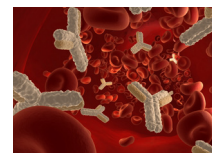


Nitrato: suplementação, fontes dietéticas e efeitos na performance

7

17

Astragalus membranaceus e os seus benefícios para a saúde: um estudo de caso

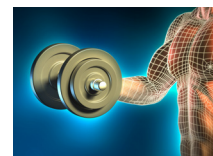


Interpretando a dosagem da vitamina B12

22

30

Os efeitos da vitamina D na hipertrofia muscular



Receita: Tortinha de Legumes com Taioba

40

43

Série Agroecologia: Parte II - A importância das abelhas para a agroecologia



Nitrato: suplementação, fontes dietéticas e efeitos na performance



Nitrate: supplementation, dietary sources and effects on performance

Resumo

O óxido nítrico possui papel importante na regulação de parâmetros funcionais e fisiológicos relacionados ao desempenho esportivo. Recentemente, foi comprovada sua ação vasodilatadora e hipotensiva, bem como no aumento da eficiência energética e na melhora da contração muscular além de conversão de fibras musculares. Sua principal via de formação é dependente das óxido nítrico sintases, enzimas dependentes de oxigênio que, em hipóxia, reduzem sua ação. Nestas situações, o NO é formado a partir do nitrato inorgânico (NO_3^-) e nitrito provenientes da alimentação. O aumento da ingestão de NO_3^- , por alimentação ou suplementação, parece promover aumento de desempenho esportivos em diversos tipos de exercício. Entretanto, seu efeito ergogênico é dependente do condicionamento físico, tipo e duração do exercício e da dose administrada. Indivíduos com menor condicionamento físico parecem se beneficiar mais dos efeitos da suplementação que indivíduos treinados. Além disso, a suplementação parece potencializar o desempenho de forma mais consistente frente a exercícios de alta intensidade e curta duração quando comparada com seus efeitos sobre exercícios de endurance.

Palavras-chave: Nitrato, Suco de Beterraba, Alta intensidade, Desempenho, Endurance.

Abstract

Nitric oxide (NO) plays an important role in regulating functional and physiological parameters related to sports performance. It has been recently recognized to favor muscle fiber type shifting, as well as having vasodilator and hypotensive properties and the potential to improve both energetic efficiency and muscular contraction. Its main production pathway depends on nitric oxide synthase, i.e., oxygen dependent enzymes that have their function reduced during hypoxia. In such conditions, NO can be produced from inorganic nitrate (NO_3^-) and nitrite provided by a healthy diet. Higher ingestions of (NO_3^-), derived either from food or supplements, seem to benefit sports performance in various types of exercises. However, its ergogenic effects depend on the duration of exercise, modality and the subject's physical conditioning, as well as on the dose of NO previously ingested. The benefits of supplementing NO seem to be greater in subjects with inferior physical conditioning than in those well trained. In addition, NO supplementation appears to be more effective in improving performance when the subject is under a high intensity and short duration training rather than an endurance training protocol.

Keywords: Nitrate, Beetroot Juice, High intensity, Performance, Endurance.

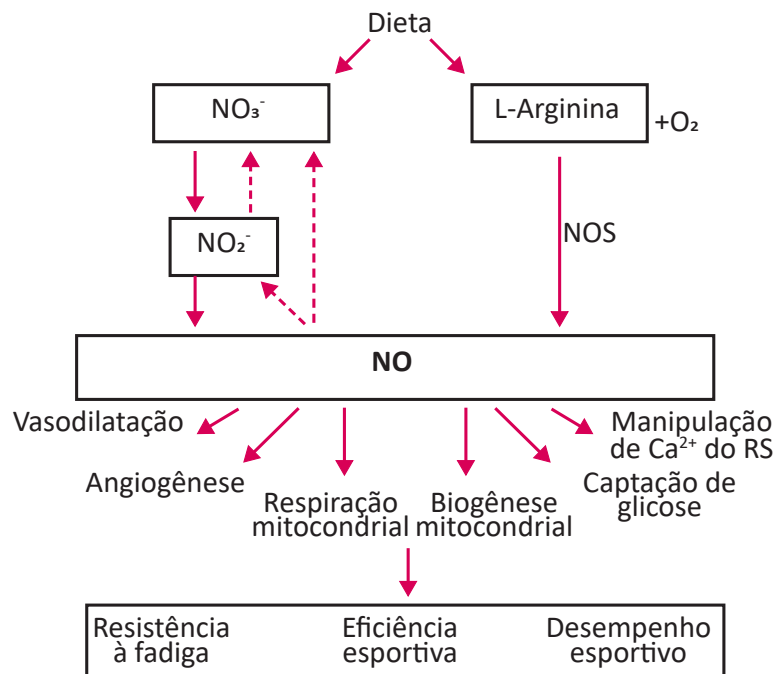
Introdução

Nos últimos anos, foram identificados diferentes macronutrientes e micronutrientes com capacidade de melhorar o desempenho esportivo¹. Entre esses compostos, o óxido nítrico (NO), devido ao seu efeito vasodilatador, apresenta grande importância hemodinâmica, por melhorar o fluxo sanguíneo e a oxigenação muscular, além de reduzir a pressão arterial². Do mesmo modo, redução da utilização de O₂, fosfocreatina e custo por ATP³, estímulo da expressão gênica de biogênese mitocondrial⁴ e aumento de sua eficiência⁵, captação de glicose no músculo⁶ e aumento da conversão de fibras tipo II⁷ estão entre os efeitos que a ingestão dessa substância podem trazer ao organismo.

Acreditava-se, anteriormente, que a geração de NO ocorria somente por meio da oxidação da

L-arginina em L-citrulina na reação catalisada pelas enzimas da família das óxido nítrico sintases (NOS)⁸. Entretanto, posteriormente, foi demonstrado que a produção de NO a partir de nitrato (NO₃⁻) e nitrito (NO₂⁻), ocorria independente da ação da NOS, tanto *in vitro*⁹ quanto em humanos¹⁰. A geração de NO por esta via é aumentada durante hipóxia e acidose, garantindo a produção de NO em situações que a atividade da NOS, enzima oxigênio dependente, está reduzida (Figura 1). Nesse sentido, esta via pode ser vista como um sistema de reserva para assegurar o suprimento de NO quando o fornecimento de oxigênio é limitado. Dessa forma, esta via ganharia mais importância durante o exercício físico de alta intensidade, no qual o aporte de oxigênio às células musculares diminui¹¹.

Figura 1. Vias de produção do NO.



O NO é produzido a partir de L-arginina e oxigênio em reação catalisada pelas NO sintases e é, subsequentemente, oxidado a nitrito e nitrato. O nitrato pode ser reduzido a nitrito, e o nitrito pode ser, ainda, reduzido a NO, um efeito que é acentuado quando a disponibilidade de oxigênio no tecido é baixa. Desta forma, os produtos de produção de NO podem ser reciclados. Além da produção endógena, as reservas corporais de nitrato e nitrito podem ser aumentadas por meio do consumo de alimentos ricos em nitrato inorgânico. O NO é importante em vários processos fisiológicos que podem melhorar o desempenho esportivo. É possível que a dependência da via nitrato-nitrito-NO para a produção de NO seja aumentada durante o exercício. As setas tracejadas mostram que o NO pode ser oxidado para NO₂⁻ e NO₃⁻. Ca²⁺ Cálcio, NO óxido nítrico, NO₃⁻ nitrato, NO₂⁻ nitrito, NOS óxido nítrico sintase, RS retículo sarcoplasmático.

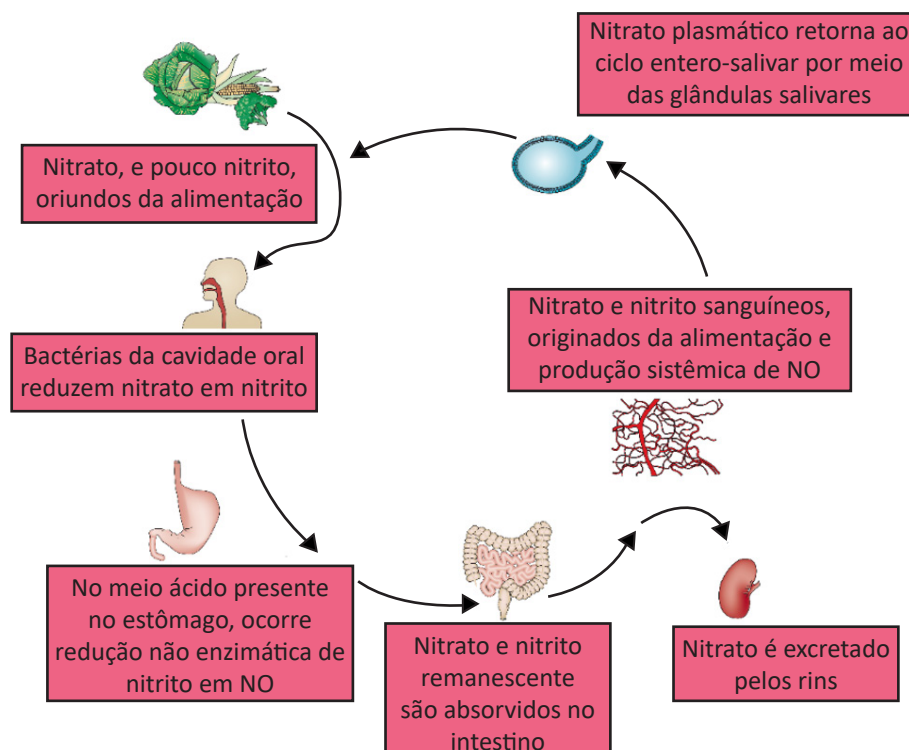
Fonte: Traduzido de Jones¹².

O nitrato inorgânico é encontrado em diversos vegetais e frutas¹³. Quando ingerido, uma parte de NO_3^- é reduzido a NO_2^- por bactérias comensais anaeróbias facultativas presentes na cavidade oral, por ação da nitrato redutase (Figura 2) e, então, convertido em óxido nítrico no estômago¹⁴. Níveis adequados de vitamina C e polifenóis contribuem neste processo de conversão^{15,16}.

Entretanto, uma quantidade substancial de

nitrito não é convertida e entra na circulação sistêmica, elevando a concentração plasmática após 2-3 horas, e a concentração plasmática de nitrato possui seu pico sanguíneo entre 1-2 h após a ingestão em *bolus*¹⁷. Uma variedade de enzimas, proteínas e nutrientes, incluindo xantina oxidase, desoxi-hemoglobina, ascorbato e polifenóis, podem catalisar a redução de um elétron do nitrito para NO no sangue e em outros tecidos^{18,19}.

Figura 2. A circulação entero-salivar do nitrato em seres humanos.



O nitrato inorgânico ingerido de fontes dietéticas é rapidamente absorvido no intestino delgado. Embora grande parte do nitrato circulante seja eventualmente excretada na urina, até 25% é ativamente extraída pelas glândulas salivares e concentrada na saliva. Na boca, as bactérias anaeróbias comensais facultativas reduzem efetivamente nitrato a nitrito pela ação de enzimas nitrato redutase. No estômago, em meio ácido, o nitrito é espontaneamente decomposto para formar óxido nítrico (NO) e outros óxidos de nitrogênio bioativos, que regulam importantes funções fisiológicas. Nitrato e nitrito restante é absorvido a partir do intestino para a circulação e pode converter para NO no sangue e tecidos sob hipóxia fisiológica.

Fonte: Traduzido de Lundberg et al.²²

Da quantidade total de nitrato plasmático circulante, 25 a 75% é excretada na urina²⁰ e, aproximadamente, 25% retorna à saliva por meio das glândulas salivares^{20,21}, reiniciando o ciclo entero-salivar. Devido às altas taxas de eliminação

na urina e saliva, a concentração de nitrato plasmático é reduzida²⁰. Desta forma, torna-se necessária a ingestão de nitrato inorgânico para produção de NO em situações de hipóxia.

Fontes alimentares e biodisponibilidade

Estima-se que o consumo diário de nitrato seja de 30 a 180 mg^{23,24} e que, aproximadamente, 80% seja proveniente do consumo de vegetais^{23,25}. Atletas europeus de alto nível consomem, em média, 105 mg ao dia²⁶, e as doses usuais dos estudos variam de 300 a 900 mg ou 3 a 12,8 mg/kg, sendo, em média, 400 mg de nitrato ou 6 mg/kg^{12,27,28}. Dessa forma, fica evidente a necessidade da manipulação dietética para se obterem os benefícios no nitrato no desempenho esportivo.

Contudo, a quantidade de nitrato inorgânico em alimentos é controversa, pois varia de acordo com a região e o método de cultivo do alimento, utilização de agrotóxicos e qualidade do solo^{29,30}. Somado a isso, ainda há poucos trabalhos realizados com alimentos produzidos em solo brasileiro.

Apesar de o suco de beterraba ser a fonte de nitrato inorgânico mais utilizada nos estudos científicos, diversos alimentos como espinafre, rúcula, cenoura, aipo e outros vegetais de folhas

verdes possuem esse nutriente e não devem ser dispensados numa estratégia alimentar para aumento do consumo de nitrato¹³. Joinvik et al.²⁶ demonstraram que a ingestão de vegetais aumentou as concentrações plasmáticas de nitrato e nitrito, em níveis equivalentes ao suco de beterraba, além de a dieta rica em nitrato possuir efeito na melhora do desempenho³¹.

As fontes alimentares de nitrato são classificadas conforme o teor de nitrato por 100 g de alimento (Tabela 1). Apesar de a avaliação da quantidade de nitrato ser em mg, os estudos trabalham com doses em mmol. A conversão é feita por uma constante, sendo 0,1 mmol para cada 6,4 mg²⁹.

Além do seu teor, alimentos fonte de nitrato inorgânico devem ser escolhidos conforme sua biodisponibilidade. Van Velzen et al.³² compararam a biodisponibilidade entre nitrato de sódio, espinafre, alface e beterraba e concluíram que a alface possuiu o dobro de biodisponibilidade que o espinafre, além de todos os alimentos serem superiores ao nitrato de sódio.

Tabela 1. Classificação dos alimentos quanto ao conteúdo de nitrato em 100 g de alimento fresco

Conteúdo de nitrato (mg) em 100 g de alimento fresco	Alimentos
Muito baixo < 20 mg	Aspargo, cebola, feijão, cogumelos, ervilha, pimenta, tomate, melancia e alho
Baixo < 50 mg	Brócolis, cenoura, couve-flor, pepino, abóbora e chicória
Moderado < 100 mg	Repolho, endro e nabo
Alto < 250 mg	Avelã, repolho chinês, endívia, funcho, alho-poró, salsinha e couve-rábano
Muito alto > 250 mg	Aipo, agrião, cerefólio, alface, beterraba, espinafre e rúcula

Fonte: Traduzido e adaptado de: Hord, Tang e Bryan¹³.

Nitrato e exercício de endurance

Callaham et al.³³ avaliaram o efeito da suplementação de cristais de beterraba combinados ou não com bicarbonato de sódio, em quatro testes de 4 km contra o relógio (ou seja, o percurso deveria ser percorrido no menor tempo possível),

em oito ciclistas. O estudo foi realizado com delineamento em quadrado latino, ou seja, os atletas participaram, de forma aleatória, dos quatro grupos, divididos em: suplementação de beterraba; bicarbonato de sódio; beterraba com bicarbonato de sódio e placebo, com período de intervalo de sete dias entre cada mudança de grupo. A

suplementação de beterraba foi realizada durante três dias, com doses de 300 mg de nitrato/dia mais 300 mg 1 hora antes da prova. Já a suplementação de bicarbonato ocorreu apenas no dia da prova, sendo 0,3 g por kg de massa corporal divididos em cinco doses dadas a cada 15 minutos, começando duas horas e meia antes do teste. Nenhuma das suplementações exerceu efeitos positivos sobre a performance.

Em outro estudo, Clifford et al.³⁴ utilizaram a suplementação de suco de beterraba em maratonistas experientes para avaliar o efeito antioxidante do nitrato. Recrutaram 34 atletas, divididos em dois grupos (suplementado e placebo), sendo que o grupo suplementado recebeu sete doses de 210 mg de nitrato, divididas em três dias, sendo a primeira dose logo após a competição. Nenhum efeito positivo foi encontrado no estudo. Dessa forma, apesar dos importantes efeitos do NO, a suplementação não reduziu a produção de estresse oxidativo e dano muscular nos atletas, sugerindo que a ação ergogênica não aconteça por mecanismos antioxidantes.

Ainda em relação aos efeitos ergogênicos da suplementação de nitrato dietético no exercício de *endurance*, em 2016, McMahon et al.³⁵ fizeram uma meta-análise avaliando sua ação em adultos saudáveis. Selecionaram 47 trabalhos com 58 testes, divididos nas categorias de desempenho contra o relógio, tempo de exaustão e esforço progressivo. No grupo “tempo de exaustão”, os 22 testes avaliados indicaram resultados positivos da suplementação significativamente maiores em relação ao placebo. Já no grupo “contra o relógio”, a análise de 24 trabalhos, sendo 28 testes, proporcionou efeito trivial e não significativo em favor da suplementação dietética de NO₃. Nos oito testes restantes, do grupo “esforço progressivo”, verificou-se efeito positivo pequeno, porém não significativo, em favor da suplementação. Os efeitos positivos mais encontrados foram redução da utilização de O₂, para mesma intensidade de exercício e de fosfocreatina, demonstrando aumento da eficiência mitocondrial e oxigenação muscular, promovendo maior tempo de execução do exercício. Dessa forma, é possível que a suplementação seja melhor utilizada em estratégias para retardar a fadiga. Vale ressaltar

que, dos 58 testes avaliados, apenas 27 tiveram resultado positivo significativo.

Os autores também avaliaram a existência de alguma interferência nos resultados obtidos e concluíram que nenhuma das variáveis analisadas, tais como tipo e duração do exercício, nível de condicionamento físico (VO_{2max}), tipo, dose e duração da suplementação, influenciou nos resultados. Assim, apesar de a suplementação de nitrato ter apresentado efeito positivo significativo no teste de exaustão (e apenas nele), esta situação se distancia da realidade do atleta, uma vez que a competição de *endurance* não ocorre até que o atleta atinja a exaustão, mas sim quando ele cumpre o percurso determinado. Dessa forma, o questionamento da eficiência desta suplementação com objetivo de melhora no desempenho de *endurance* se faz pertinente.

Variáveis de interferência no efeito da suplementação

Uma das possíveis variáveis que podem influenciar o resultado obtido com a suplementação de nitrato é o condicionamento físico, ou, mais especificamente, o VO_{2max} do indivíduo. Porcelli et al.³⁶ submeteram 21 homens com diferentes níveis de treino (VO_{2pico} entre 28.2 a 81.7 mL/kg/min), em estudo crossover, à suplementação de seis dias de nitrato inorgânico (5,5 mmol), realizando testes máximos, submáximos (80% do limiar ventilatório) e de tempo de 3 km em pista. Os indivíduos foram classificados em grupos baixo, moderado e alto nível de condicionamento de acordo com VO_{2max}. Os grupos baixo e moderado tiveram redução do consumo de O₂ e do tempo de prova após suplementação, além de apresentarem níveis plasmáticos de NO₂ e NO₃ maiores quando comparados ao grupo de alto condicionamento. Dessa forma, a suplementação parece beneficiar, em maior magnitude, indivíduos com baixo/moderado condicionamento em eventos contra o relógio.

Corroborando com estes achados, Carriker et al.³⁷ encontraram resultados positivos com a suplementação apenas em indivíduos não treinados e em exercício abaixo de 60% do VO_{2max}. O estudo foi feito com homens treinados e destreinados,

com média de VO_{2max} de 42.4 ± 3.2 e 60.1 ± 4.6 , respectivamente, submetidos a protocolos de exercício de 5 minutos em 45%, 60%, 70%, 80% e 85% do VO_{2max} e suplementação aguda.

Para avaliar o efeito da suplementação de nitrato no desempenho esportivo, os estudos normalmente utilizam nitrato dietético ou nitrato de sódio. Dos que não encontraram efeito positivo, a maioria usou suplemento de nitrato de sódio. Com isso, cogitou-se a possibilidade de o nitrato dietético ser melhor que o sal de nitrato. Para responder, Flueck et al.³⁸ avaliaram a suplementação de nitrato de sódio e de suco de beterraba em 12 homens treinados em estudo *crossover*. Realizaram testes de pressão arterial e frequência cardíaca em repouso, além de performance em cicloergômetro em 50% e 80% do VO_{2pico} com diferentes dosagens de nitrato (3, 6 e 12 mmol) ingeridas três horas antes de cada teste. Todos os participantes tiveram a alimentação controlada e não ingeriram alimentos ricos em nitrato por dois dias antes da intervenção, além de evitarem a realização de exercícios físicos.

A suplementação de beterraba com 6 mmol foi mais eficaz que o suplemento de nitrato e placebo na redução do consumo de oxigênio em exercício intenso. Já a suplementação de 12 mmol de suco de beterraba reduziu a pressão arterial sistólica em comparação ao nitrato de sódio e placebo. Para todas as outras análises, o suco de beterraba obteve o mesmo resultado que nitrato de sódio e placebo. Os autores acreditam que os achados se devem à facilidade de conversão do nitrito em NO devido aos polifenóis, vitamina C e outros oxidantes presentes no suco de beterraba.

Em relação ao tempo de suplementação, Boorsma et al.³⁹ encontraram pequena melhora no tempo de conclusão do exercício de intensidade submáxima de 1500 m no grupo que consumiu a suplementação por 8 dias em relação à suplementação em dose única. Vanhatalo et al.⁴⁰ também relataram aumento de pico de potência, limiar ventilatório e pressão arterial após suplementação crônica de suco de beterraba (15 dias), quando comparado à suplementação aguda em 8 voluntários que executaram dois testes de 5 minutos em intensidade moderada com intervalo de 10 minutos.

Enquanto os efeitos da suplementação de nitrato sobre a *performance* do exercício de *endurance* são, em sua maioria, discretos e dependentes do nível de condicionamento e do teste físico realizado, existem diversos achados demonstrando efeito ergogênico significativo da suplementação de nitrato no desempenho de alta intensidade⁴¹⁻⁴⁶. Portanto, o tipo de exercício físico influencia diretamente o efeito da suplementação.

Efeitos do nitrato no exercício de alta intensidade

O efeito ergogênico da suplementação de nitrato em exercícios de alta intensidade parece ocorrer tanto pela diminuição do consumo de O_2 , aumento da biogênese mitocondrial e da eficiência da respiração mitocondrial⁵ quanto pela melhora da contração muscular³. Entretanto, Shannon et al.⁴⁸ questionaram estes efeitos positivos quando avaliaram 8 corredores e triatletas com testes de 1.500 e 10.000 metros. Apesar da resposta positiva do grupo suplementado nos 1.500 m, não houve redução do consumo de O_2 . Como conclusão, atribuem possível efeito positivo à modulação das fibras do tipo II.

Em revisão recente, Jones et al.⁴⁸ sugeriram que o nitrato dietético tenha funções específicas nas fibras do tipo II (fibras rápidas), tais como o aumento da pressão parcial microvascular de O_2 reduzindo, por exemplo, a degradação de PCr e acúmulo de ADP e Pi, modulação do metabolismo de cálcio no músculo e da função contrátil. Outros estudos^{49,50} têm observado melhoras no funcionamento fisiológico e desempenho em exercícios de alta intensidade, situações nas quais o recrutamento de fibras tipo II é elevado.

Coggan et al.⁵⁰ avaliaram o efeito da suplementação aguda de nitrato na velocidade e potência da extensão do joelho em 12 sujeitos de ambos os sexos. Os voluntários ingeriram 140 mL de suco de beterraba (11,2 mmol) ou placebo duas horas antes do teste de força. O grupo suplementado apresentou maior potência e velocidade que o grupo controle. Já Bailey et al.⁴⁹ observaram que a suplementação com suco de beterraba (8,4 mmol) por 9 dias pode aumentar a oxigenação muscular, acelerar o ajuste do

metabolismo oxidativo e aumentar a tolerância ao exercício quando realizado teste de alta intensidade em bicicleta (115 rpm). Porém, estes achados não foram encontrados no teste em baixa intensidade (35 rpm), corroborando com a hipótese de que a suplementação de nitrato parece ser mais importante em exercícios de alta intensidade.

De Smet et al.⁵¹ recrutaram 27 homens moderadamente treinados para avaliar o efeito da suplementação de nitrato em cápsula (6,45 mmol) por 5 semanas em três sessões semanais em cicloergômetro (4 a 6 *sprints* de 30 segundos cada, com 4,5 minutos de repouso) em hipóxia ou normóxia. Foram criados três grupos com diferente disponibilidade de oxigênio durante o exercício: o grupo normóxia com placebo (P); hipóxia com placebo (HP); e hipóxia com nitrato (HN) e avaliaram a adaptação muscular ao tratamento, através de biópsias pré e pós teste do músculo vasto lateral. Para o grupo hipóxia, o teste em cicloergômetro ocorreu dentro de câmara hipobárica, simulando a altitude de 2.750 m, reduzindo a fração inspirada de O₂ de 20,9 para 15%. O resultado encontrado foi que os dois grupos com exercício reduziram a proporção de fibras do tipo IIX, porém somente o grupo HN teve a conversão para fibras do tipo IIA aumentada significativamente.

Meses após esta publicação, Thompson et al.⁵² realizaram protocolo de suplementação de 4 semanas com suco de beterraba (13 mmol) em 36 sujeitos ativos, não atletas, e fizeram biópsia do vasto lateral antes e após o período experimental. Os voluntários, da mesma forma, foram divididos em três grupos: exercício com placebo (SP), exercício com nitrato (SN), sem exercício com nitrato (N), contendo 6 homens e 6 mulheres cada. Todos os grupos realizaram teste de protocolo de rampa em cicloergômetro e, após 10 minutos, teste de 5 minutos em step. Durante as 4 semanas de suplementação, os grupos exercitados realizaram 3 a 4 sessões de treinos semanais com protocolo semelhante ao estudo supracitado. Foram 4 a 6 *sprints* de 30 segundos com carga de resistência equivalente a 7,5% da massa corpórea, tendo 4 minutos de intervalo entre os *sprints*. O VO₂ pulmonar dos grupos N e SN reduziu 4% nos testes realizados ao final do estudo. Os lactatos

sanguíneo e muscular foram menores, e a potência média e o pH muscular aumentaram no grupo SN. Entretanto, não houve diferença na performance entre os grupos. Apesar de os autores não terem achado aumento significativo das fibras do tipo IIA, as fibras de tipo IIX reduziram no grupo suplementado em comparação aos outros grupos, e houve aumento significativo das fibras do tipo I + IIA, o que sugere aumento da capacidade oxidativa do músculo com a ingestão do suco de beterraba, provavelmente, por aumento da conversão de fibras tipo IIX em IIA.

Estes achados suportam observações recentes de que a suplementação com NO₃ pode ser particularmente eficaz para melhorar as respostas fisiológicas e funcionais em fibras musculares de tipo II e, eventualmente, aumentar o desempenho em modalidades intermitentes de alta intensidade (i.e. futebol, rúgbi, tênis e basquete).

Com intuito de avaliar a potência máxima e desempenho em alta intensidade, Rimer et al.⁵³ realizaram estudo muito bem controlado, com desenho experimental duplo-cego, crossover, com *washout* de 3 dias, além de controle dietético e proibição do uso de enxaguante bucal para não influenciar a microbiota salivar. Foram avaliados 13 atletas de diferentes esportes com testes máximos de 4 segundos em bicicleta, antes e duas horas e meia após a ingestão de suco de beterraba rico (11,2 mmol) e pobre em nitrato (grupo placebo). O grupo suplementado obteve melhor resposta em relação ao grupo placebo, entretanto, como pontuado pelos autores, deve-se manter em mente que o teste em cicloergômetro contempla apenas a fase concêntrica da contração muscular, dessa forma, estes resultados não devem ser extrapolados para modalidades que dependam/ utilizem da fase excêntrica.

Doze atletas masculinos de crossfit participaram de estudo *crossover* com suplementação de nitrato de potássio (8 mmol) por seis dias para avaliar composição corporal, capacidade aeróbia, força, potência máxima e *performance* em cicloergômetro (2km) e um teste de crossfit. Após todos os testes, apenas a potência máxima, avaliada por teste *Wingate*, obteve diferença no grupo suplementado. Em todos os outros quesitos não houve diferença entre os grupos⁵⁴.

Embora crossfit seja considerado exercício de alta intensidade, é uma modalidade mista, podendo ter intensidades e durações diferentes a cada sessão de treino. O teste utilizado para avaliação utilizou intensidades submáximas, o que pode ter influenciado nos resultados.

Thompson et al.⁵⁵ demonstraram que a suplementação de suco de beterraba (6,4 mmol) por cinco dias aumentou a velocidade de *sprint* (5, 10 e 20 m) e o desempenho em corrida intermitente de alta intensidade (*Yo-Yo test*) em comparação ao grupo placebo. O grupo suplementado obteve 2,3% de melhora nos 5m e 1,6% nos 10m. Entretanto, apesar de o tempo final (20m) ser significativamente menor comparado ao placebo (-1,2%), não houve diferença no trecho de 10 a 20 metros entre os grupos. Para a corrida intermitente (*Yo-yo test*), o aumento de desempenho foi de 3,9%. Apesar da magnitude da melhora de desempenho induzida pela suplementação parecer pequena, esta diferença em atletas treinados é muito significativa. Colocando em perspectiva, se compararmos os resultados das Olimpíadas do Rio de Janeiro (2016), a diferença, na final de 100 metros rasos, entre o primeiro e o quarto colocado foi de 1,22% e entre o último foi de 2,54%⁵⁶.

Clifford et al.⁵⁷ examinaram o efeito da suplementação de suco de beterraba na recuperação muscular após duas séries de sprints em 20 homens. Os voluntários realizaram 20 *sprints* de 30 m (SSR1) e, após 30 minutos, receberam suplementação ou placebo. A intervenção nutricional durou três dias e terminou após a segunda série de *sprints* (SSR2). Cada participante ingeriu duas garrafas de 250 ml cada, sendo uma 30 minutos após as séries (1 e 2) e uma pela manhã. O grupo suplementado obteve recuperação mais rápida em contrações voluntárias isométricas máximas, índice de força relativa e limiar de dor à pressão. Porém para tempo, fadiga e marcadores bioquímicos não houve diferença entre os grupos.

Lowings et al.⁵⁸ avaliaram 10 nadadores treinados (5 homens e 5 mulheres) suplementados com 140 mL de suco de beterraba (12,5 mmol)

ou placebo, três horas antes do teste de esforço máximo de 168 m de natação. A suplementação com nitrato aumentou a biodisponibilidade do óxido nítrico, mas não melhorou o desempenho da natação de curta distância. Este resultado provavelmente ocorreu devido ao tempo de duração do percurso (em média 130 segundos) ser superior aos de outros testes avaliados, demonstrando, mais uma vez, que a ação ergogênica da suplementação de NO₃ parece ser mais significativa em exercícios intermitentes ou de alta intensidade e curta duração, tais como futebol, tênis, algumas modalidades do atletismo, como os 100, 200 ou 400 metros rasos, além do treinamento de força.

Corroborando com esta hipótese, Mosher et al.⁵⁹ avaliaram doze indivíduos ativos suplementados com suco de beterraba concentrado (400 mg - 6,4 mmol) ou placebo, durante seis dias, antes do teste composto de três séries de supino até a exaustão (60% RM) com dois minutos de intervalo. O grupo suplementado realizou maior número de repetições e, conseqüentemente, maior carga total tendo a mesma percepção de esforço em relação ao placebo. Ou seja, conseguiram realizar mais repetições sem sentir diferença neste esforço extra.

Conclusão

O nitrato dietético possui efeitos positivos na melhora da performance esportiva. Entretanto, este efeito não é visto em todos os estudos, devido à influência de determinadas variáveis como condicionamento físico, tipo e duração do exercício e dose administrada. Os indivíduos com menor condicionamento físico se beneficiaram mais do que os indivíduos treinados, além de exercícios de alta intensidade e curta duração terem melhores respostas com a suplementação do que exercícios de *endurance*. Ademais, doses menores que 6 mmol – 400 mg, por dia, não apresentaram resultados positivos na maioria dos estudos.

Referências

1. CLOSE, G.L.; HAMILTON, D.L.; PHILP, A. et al. New strategies in sport nutrition to increase exercise performance. **Free Radic Biol Med**; 98: 144-58, 2016.

2. ERZURUM, S.C.; GHOSH, S.; JANOSHA, A.J. et al. Higher blood flow and circulating NO products offset high-altitude hypoxia among Tibetans. **Proc Natl Acad Sci**; 104: 17593 - 8, 2007.
3. BAILEY, S.J.; FULFORD, J.; VANHATALO, A. et al. Dietary nitrate supplementation enhances muscle contractile efficiency during knee-extensor exercise in humans. **J Appl Physiol**; 109: 135-48, 2010.
4. NISOLI, E.; CLEMENTI, E.; PAOLUCCI, C. et al. Mitochondrial biogenesis in mammals: the role of endogenous nitric oxide. **Science**; 299: 896-99, 2003.
5. LARSEN, F.J.; SCHIFFER, T.A.; BORNIQUEL, S. et al. Dietary inorganic nitrate improves mitochondrial efficiency in humans. **Cell Metab**; 13: 149-59, 2011.
6. STAMLER, J.S.; MEISSNER, G. Physiology of nitric oxide in skeletal muscle. **Physiol Rev**; 81: 209-37, 2001.
7. SMITH, L.W.; SMITH, J.D.; CRISWELL, D.S. Involvement of nitric oxide synthase in skeletal muscle adaptation to chronic overload. **J Appl Physiol**; 92: 2005-11, 2002.
8. MONCADA, S.; HIGGS, A. The L-arginine–nitric oxide pathway. **N Engl J Med**; 329: 2002-12, 1993.
9. BENJAMIN, N.; O'DRISCOLL, F.; DOUGALL, H. et al. Stomach NO synthesis. **Nature**; 368 (6471): 502, 1994.
10. LUNDBERG, J.O.; WEITZBERG, E.; LUNDBERG, J.M. et al. Intra-gastric nitric oxide production in humans: measurements in expelled air. **Gut**; 35:1543-6, 1994.
11. CASEY, D.P.; JOYNER, M.J. Local control of skeletal muscle blood flow during exercise: influence of available oxygen. **J Appl Physiol**; 111 (6): 1527-38, 2011.
12. JONES, A.M. Dietary Nitrate Supplementation and Exercise Performance. **Sports Med**; 44 (Suppl 1): S35-45, 2014.
13. HORD, N.G.; TANG, Y.; BRYAN, N.S. Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. **Am J Clin Nutr**; 90 (1): 1-10, 2009.
14. LUNDBERG, J.O.; GOVONI, M. Inorganic nitrate is a possible source for systemic generation of nitric oxide. **Free Radic Biol Med**; 37: 395-400, 2004.
15. PERI, L.; PIETRAFORTE, D.; SCORZA, G. et al. Apples increase nitric oxide production by human saliva at the acidic pH of the stomach: a new biological function for polyphenols with a catechol group? **Free Radic Biol Med**; 39: 668-81, 2005.
16. GAGO, B.; LUNDBERG, J. O.; BARBOSA, R. M. et al. Red wine-dependent reduction of nitrite to nitric oxide in the stomach. **Free Radic Biol Med**; 43: 1233-42, 2007.
17. WEBB, A.J.; PATEL, N.; LOUKOGEORGAKIS, S. et al. Acute blood pressure lowering, vasoprotective, and antiplatelet properties of dietary nitrate via bioconversion to nitrite. **Hypertension**; 51: 784-90, 2008.
18. SHIVA, S.; HUANG, Z.; GRUBINA, R. et al. Deoxymyoglobin is a nitrite reductase that generates nitric oxide and regulates mitochondrial respiration. **Circ Res**; 100: 654-61, 2007.
19. ZHANG, Z.; NAUGHTON, D.; WINYARD, P.G. et al. Generation of nitric oxide by a nitrite reductase activity of xanthine oxidase: a potential pathway for nitric oxide formation in the absence of nitric oxide synthase activity. **Biochem Biophys Res Commun**; 249: 767-72, 1998.
20. PANNALA, A.S.; MANI, A.R.; SPENCER, J.P. et al. The effect of dietary nitrate on salivary, plasma, and urinary nitrate metabolism in humans. **Free Radic Biol Med**; 34 (5): 576-84, 2003.
21. SPIEGELHALDER, B.; EISENBRAND, G.; PREUSSMANN, R. Influence of dietary nitrate on nitrite content of human saliva: possible relevance to in vivo formation of N-nitroso compounds. **Food Cosmet Toxicol**; 14: 545-8, 1976.
22. LUNDBERG, J.O.; WEITZBERG, E.; GLADWIN, M.T. The nitrate-nitrite-nitric oxide pathway in physiology and therapeutics. **Nat Rev Drug Discov**; 7 (2): 156-67, 2008.
23. GANGOLLI, S.D.; VAN DEN BRANDT, P.A.; FERON, V.J. et al. Nitrate, nitrite and N-nitroso compounds. **Eur J Pharmacol**; 292 (1): 1-38, 1994.
24. MENSINGA, T.T.; SPEIJERS, G.J.; MEULENBELT, J. Health implications of exposure to environmental nitrogenous compounds. **Toxicol Rev**; 22 (1): 41-51.
25. PETERSEN, A.; STOLTZE, S. Nitrate and nitrite in vegetables on the Danish market: content and intake. **Food Addit Contam**; 16 (7): 291-9, 1999.
26. JONVIK, K.L.; NYAKAYIRU, J.; VAN LOON, L.J. et al. Can elite athletes benefit from dietary nitrate supplementation? **J Appl Physiol**; 119 (6): 759-61, 2015.
27. DOMÍNGUEZ, R.; CUENCA, E.; MATÉ-MUÑOZ, J.L. et al. Effects of Beetroot Juice Supplementation on Cardiorespiratory Endurance in Athletes. A Systematic Review. **Nutrients**; 9(1). pii: E43, 2017.
28. JONES, A.M. Influence of dietary nitrate on the physiological determinants of exercise performance: a critical review. **Appl Physiol Nutr Metab**; 39: 1-10, 2014.
29. TAMME, T.; REINIK, M.; ROASTO, M. et al. Nitrates and nitrites in vegetables and vegetable-based products and their intakes by the Estonian population. **Food Addit Contam**; 23 (4): 355-61, 2006.
30. KREUTZ, D.H.; MACIEL, M.J.; SOUZA, C.F.V. et al. Avaliação das concentrações de nitrato e nitrito em hortaliças produzidas em cultivos convencional e orgânico na Região do Vale do Taquari - RS. **UNOPAR Cient Ciênc Biol Saúde**; 14 (2): 105-10, 2012.
31. PORCELLI, S.; PUGLIESE, L.; REJC, E. et al. Effects of a Short-Term High-Nitrate Diet on Exercise Performance. **Nutrients**; 8 (9). pii: E534.
32. VAN VELZEN, A.G.; SIPS, A.J.; SCHOTHORST, R.C.; LAMBERS, A.C. et al. The oral bioavailability of nitrate from nitrate-rich vegetables in humans. **Toxicol Lett**; 181 (3): 177-81, 2008.

33. CALLAHAN, M.J.; PARR, E.B.; HAWLEY, J.A. et al. Single and Combined Effects of Beetroot Crystals and Sodium Bicarbonate on 4-km Cycling Time Trial Performance. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**; 11: 1-23, 2016.
34. CLIFFORD, T.; ALLERTON, D.M.; BROWN, M.A. et al. Minimal muscle damage after a marathon and no influence of beetroot juice on inflammation and recovery. **Appl Physiol Nutr Metab**; 9:1-8, 2016.
35. MCMAHON, N.F.; LEVERITT, M.D.; PAVEY, T.G. The Effect of Dietary Nitrate Supplementation on Endurance Exercise Performance in Healthy Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Med**; 2016 [Epub ahead of print]
36. PORCELLI, S.; RAMAGLIA, M.; BELLISTRI, G. et al. Aerobic Fitness Affects the Exercise Performance Responses to Nitrate Supplementation. **Med Sci Sports Exerc**; 47 (8): 1643-51, 2015.
37. CARRIKER, C.R.; VAUGHAN, R.A.; TRISHA, A.V. et al. Nitrate-Containing Beetroot Juice Reduces Oxygen Consumption During Submaximal Exercise in Low but Not High Aerobically Fit Male Runners. **J Exerc Nutrition Biochem**; 20 (4): 27-34, 2016.
38. FLUECK, J.L.; BOGDANOVA, A.; METTLER, S. Is beetroot juice more effective than sodium nitrate? The effects of equimolar nitrate dosages of nitrate-rich beetroot juice and sodium nitrate on oxygen consumption during exercise. **Appl Physiol Nutr Metab**; 41 (4): 421-9, 2016.
39. BOORSMA, R.K.; WHITFIELD, J.; SPRIET, L.L. Beetroot juice supplementation does not improve performance of elite 1500-m runners. **Med Sci Sports Exerc**; 46 (12): 2326-34, 2014.
40. VANHATALO, A.; BAILEY, S.J.; BLACKWELL, J.R. et al. Acute and chronic effects of dietary nitrate supplementation on blood pressure and the physiological responses to moderate-intensity and incremental exercise. **Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol**; 299 (4): R1121-31, 2010.
41. LARSEN, F.J.; WEITZBERG, E.; LUNDBERG, J.O. et al. Effects of dietary nitrate on oxygen cost during exercise. **Acta Physiol**; 191: 59-66, 2007.
42. BAILEY, S.J.; WINYARD, P.; VANHATALO, A. et al. Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of low-intensity exercise and enhances tolerance to high-intensity exercise in humans. **J Appl Physiol**; 107: 1144-55, 2009.
43. LANSLEY, K.E.; WINYARD, P.G.; BAILEY, S.J. Acute dietary nitrate supplementation improves cycling time trial performance. **Med Sci Sports Exerc**; 43: 1125-31, 2011.
44. CERMAK, N.M.; GIBALA, M.J.; VAN LOON, L.J. et al. Nitrate supplementation's improvement of 10-km time-trial performance in trained cyclists. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**; 22: 64-71, 2012.
45. WYLIE, L.J.; KELLY, J.; BAILEY, S.J. et al. Beetroot juice and exercise: Pharmacodynamic and dose-response relationships. **J Appl Physiol**; 115: 325-36, 2013.
46. PAWLAK-CHAOUCH, M.; BOISSIÈRE, J.; GAMELIN, F.X. et al. Effect of dietary nitrate supplementation on metabolic rate during rest and exercise in human: a systematic review and a meta-analysis. **Nitric Oxide**; 53: 65-76, 2016.
47. SHANNON, O.M.; BARLOW, M.J.; DUCKWORTH, L. et al. Dietary nitrate supplementation enhances short but not longer duration running time-trial performance. **Eur J Appl Physiol**; 2017. [Epub ahead of print]
48. JONES, A.M.; FERGUSON, S.K.; BAILEY, S.J. et al. Fiber Type-Specific Effects of Dietary Nitrate. **Exerc Sport Sci Rev**; 44 (2): 53-60, 2016.
49. BAILEY, S.J.; VARNHAM, R.L.; DIMENNA, F.J.; BREESE, B.C. et al. Inorganic nitrate supplementation improves muscle oxygenation, O₂ uptake kinetics, and exercise tolerance at high but not low pedal rates. **J Appl Physiol**; 118 (11): 1396-405, 2015.
50. COGGAN, A.R.; LEIBOWITZ, J.L.; KADKHODAYAN, A. et al. Effect of acute dietary nitrate intake on maximal knee extensor speed and power in healthy men and women. **Nitric Oxide**; 48: 16-21, 2015.
51. DE SMET, S.; VAN THIENEN, R.; DELDICQUE, L. et al. Nitrate Intake Promotes Shift in Muscle Fiber Type Composition during Sprint Interval Training in Hypoxia. **Front Physiol**; 7: 233, 2016.
52. THOMPSON, C.; WYLIE, L.J.; BLACKWELL, J.R. et al. Influence of dietary nitrate supplementation on physiological and muscle metabolic adaptations to sprint interval training. **J Appl Physiol**; 122 (3): 642-52; 2017.
53. RIMER, E.G.; PETERSON, L.R.; COGGAN, A.R. et al. Increase in Maximal Cycling Power With Acute Dietary Nitrate Supplementation. **Int J Sports Physiol Perform**; 11 (6): 715-720, 2016.
54. KRAMER, S.J.; BAUR, D.A.; SPICER, M.T. et al. The effect of six days of dietary nitrate supplementation on performance in trained CrossFit athletes. **J Int Soc Sports Nutr**; 13: 39, 2016.
55. THOMPSON, C.; VANHATALO, A.; JELL, H. et al. Dietary nitrate supplementation improves sprint and high-intensity intermittent running performance. **Nitric Oxide**; 61: 55-61, 2016.
56. International Olympic Committee. Disponível em: <<https://www.olympic.org/rio-2016/athletics/100m-men>>. Acesso em: 28/02/2017.
57. CLIFFORD, T.; BERNTZEN, B.; DAVISON, G.W. et al. Effects of Beetroot Juice on Recovery of Muscle Function and Performance between Bouts of Repeated Sprint Exercise. **Nutrients**; 8 (8). pii: E506, 2016.
58. LOWINGS, S.; SHANNON, O.M.; DEIGHTON, K. et al. Effect of Dietary Nitrate Supplementation on Swimming Performance in Trained Swimmers. **Int J Sport Nutr Exerc Metab**; 9: 1-24, 2017.
59. MOSHER, S.L.; SPARKS, S.A.; WILLIAMS, E.L. et al. Ingestion of a Nitric Oxide Enhancing Supplement Improves Resistance Exercise Performance. **J Strength Cond Res**; 30 (12): 3520-4, 2016.