



**SUPLEMENTAÇÃO DE NITRATO NO ESPORTE:
UMA REVISÃO DE LITERATURA**

ISABELA ANTONUCCI PIMENTA DIAS

**LAVRAS-MG
2021**

ISABELA ANTONUCCI PIMENTA DIAS

**SUPLEMENTAÇÃO DE NITRATO NO ESPORTE:
UMA REVISÃO DE LITERATURA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Nutrição, para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Wilson César de Abreu
Orientador

**LAVRAS-MG
2021**

Suplementação de nitrato no esporte: uma revisão de literatura
Nitrate supplementation in sport: a literature review

Isabela Antonucci Pimenta Dias
Isabela Simões de Boucherville Pereira
Wilson César de Abreu

Resumo: A suplementação de nitrato tem sido cada vez mais frequente entre os praticantes de atividade física que almejam otimizar o desempenho esportivo. Essa melhora na performance esportiva tem sido atribuída à capacidade do nitrato de aumentar a concentração sérica de óxido nítrico, molécula que promove a vasodilatação, a melhora da eficiência mitocondrial e, conseqüentemente, da produção de energia durante a atividade física. Todavia, a dose utilizada, o tipo de modalidade esportiva, o gênero, a duração do exercício e o condicionamento físico do indivíduo são fatores que influenciam nesse resultado. O objetivo desta revisão foi analisar os efeitos da suplementação de nitrato no esporte. Para isso, foi realizada uma busca literária por artigos científicos originais ou de revisão nas bases de dados do Pubmed, Web of Science e Scielo, sem delimitação de período. Os termos usados na língua inglesa e portuguesa foram: efeitos ergogênicos do nitrato, metabolismo do óxido nítrico, suco de beterraba e desempenho físico, biodisponibilidade do nitrato, nitrato e suco de beterraba. Os estudos mostram que os melhores efeitos ergogênicos são obtidos com doses a partir de 5 mmol, ingeridas de 2 a 3 horas antes de exercícios. Quase todos os trabalhos analisados utilizaram o suco de beterraba como fonte de nitrato. Os efeitos são observados tanto com a suplementação crônica quanto aguda. A magnitude dos efeitos é maior em sujeitos menos treinados, do sexo masculino, em exercícios de longa duração e de média a alta intensidade. Conclui-se que a suplementação com suco de beterraba rico em nitrato pode contribuir para melhora do rendimento esportivo, principalmente em homens que não são altamente treinados.

Palavras-chave: Suplemento nutricional. Performance esportiva. Óxido nítrico. Vasodilatação. Beterraba.

Abstract: Nitrate supplementation has been increasingly common among people who practice physical activities and aim optimize sports performance. This improvement in sports performance is due to the fact that nitrate is a precursor to nitric oxide, a molecule that mainly helps with vasodilation, mitochondrial breathing and, consequently, energy production during physical activity. However, the dose used, the type of sport, gender, duration of exercise and the individual's physical conditioning are factors that influence this result. Therefore, the purpose of this review is to discuss these conditions and identify how to obtain the best results. For this, a literary search for original or review scientific articles was carried out in the databases of Pubmed, Web of Science and Scielo, without delimiting the period. The terms used in English and Portuguese were effects: ergogenic nitrate, nitric oxide metabolism, beetroot juice and physical performance, nitrate bioavailability, nitrate and beet juice. The studies show that ergogenic effects are achieved with doses starting 5mmol, taken 2 to 3 hours before exercise. Almost all works used beet juice as a source of nitrate. The effects

can be seen with both chronic and acute supplementation. The magnitude of the effects is greater in subjects who are less trained, male, in long-term and medium to high intensity exercises. The conclusion is that supplementation with nitrate-rich beet juice can contribute to improving sports performance, especially in men who are not highly trained.

Keywords: Nutritional supplement. Sports performance. Nitric oxide. Vasodilation. Beetroot.

Universidade Federal de Lavras (UFLA)
Lavras, Minas Gerais, Brasil

E-mails dos autores:
isabelaantonucci21@gmail.com
isaboucherville@hotmail.com
wilson@ufla.br

INTRODUÇÃO

Atletas de diversas modalidades esportivas buscam aprimorar seu rendimento físico para alcançar melhores resultados nas competições. O uso de suplementos esportivos é uma das estratégias mais utilizadas para alcançar esse propósito, o que motiva a indústria de suplementos a desenvolver e disponibilizar diversos produtos no mercado. No entanto, poucos suplementos apresentam evidência científica suficiente acerca de sua eficácia. O nitrato (NO_3^-) faz parte do seleto grupo de ergogênicos nutricionais com alto nível de evidência científica sobre efeitos no desempenho esportivo (Naderi e colaboradores, 2016; Maughan e colaboradores, 2018, Pelling e colaboradores, 2019).

O suco de beterraba tem sido utilizado como fonte de nitrato na maior parte dos estudos em que se realizou a suplementação desse composto visando melhora do rendimento esportivo (Boorsma, Whitfield, Spriet, 2014; Domínguez e colaboradores, 2018). Isso porque a beterraba é um dos alimentos que tem maior teor do nitrato em sua composição (>250mg/100g peso fresco) (Hord, Tang, Bryan, 2009). Além disso, possui ácido ascórbico e outros fitoquímicos como carotenoides, betalainas, ácidos

fenólicos e flavonóides (Clifford e colaboradores, 2015), que são benéficos para a saúde. Sua coloração advém dos pigmentos: betacianina (roxo) e betaxantina (amarelo), que são conhecidos como betalaínas (Kanner, Harel, Granit, 2001).

Os efeitos da suplementação com suco de beterraba têm sido atribuídos ao aumento da concentração sanguínea de óxido nítrico (NO), visto que o nitrato, quando ingerido, pode ser convertido em nitrito e, posteriormente, em óxido nítrico (Carlstrom, Montenegro, 2018). Além disso, parte do nitrato dietético, após ser rapidamente absorvido pelo trato gastrointestinal superior, retorna para a cavidade bucal através da secreção salivar e é reduzido a nitrito por bactérias comensais, o que favorece o aumento da concentração sérica de nitrato e óxido nítrico (Stecker e colaboradores, 2019).

O óxido nítrico é uma molécula com diversas funções fisiológicas no organismo, dentre elas, destacam-se a regulação do sistema cardiovascular, da pressão arterial e do fluxo sanguíneo (Kelly e colaboradores, 2014). O NO age sobre o relaxamento da musculatura lisa dos vasos sanguíneos, aumentando a vasodilatação e, conseqüentemente, a passagem de sangue para os músculos durante o exercício (Olsson e colaboradores, 2019). Com isso, a cinética do oxigênio (O₂) e o fornecimento de nutrientes são beneficiados durante a atividade física (Bailey e colaboradores, 2009). Ademais, o custo de oxigênio é reduzido, principalmente em situações de hipóxia (Domínguez e colaboradores, 2018; Richards e colaboradores, 2018), já que o NO pode retardar o alcance de VO₂ máximo, ou seja, diminuir o consumo de O₂ para a mesma carga de trabalho, melhorando a tolerância ao exercício físico (Shete, Bute, Deshmukh, 2014).

Nos últimos anos, houve um expressivo aumento de pesquisas que testaram os efeitos da suplementação com nitrato sobre a performance esportiva. Dentre esses

estudos, vale mencionar que houveram resultados conflitantes. Em alguns deles foram observados resultados positivos da suplementação de nitrato sobre o rendimento esportivo (Wylie e colaboradores, 2019; Woessner e colaboradores, 2018; San Juan e colaboradores, 2020); enquanto outros, contrariamente, não apresentaram resultados positivos (Lowings e colaboradores, 2016; Alves, 2018). Contudo, ressalta-se que tais resultados podem sofrer variações decorrentes do tipo de modalidade esportiva realizada, da dose utilizada (Domínguez e colaboradores, 2018) do condicionamento físico dos indivíduos e do gênero (Campos e colaboradores, 2018). Diante disso, esta revisão narrativa tem como objetivo analisar os efeitos da suplementação de nitrato no esporte.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para elaborar esta revisão narrativa, foi realizada uma pesquisa bibliográfica que incluiu artigos científicos originais ou de revisão encontrados nas bases de dados PubMed, Web of Science e Scielo, sem delimitação de período. Foram utilizados descritores de busca na língua inglesa e portuguesa, com o objetivo de encontrar trabalhos científicos cujo conteúdo abordasse: (i) efeitos ergogênicos do nitrato; (ii) metabolismo do óxido nítrico; (iii) suco de beterraba e desempenho físico; (iv) biodisponibilidade do nitrato; (v) nitrato; e (vi) suco de beterraba.

Foram incluídos artigos que testaram os efeitos da suplementação de nitrato em atletas de elite, em atletas recreativos e em sujeitos fisicamente ativos de ambos os sexos praticantes de qualquer modalidade esportiva.

FONTES E BIODISPONIBILIDADE DE NITRATO

A ingestão de nitrato advém principalmente dos vegetais, em especial dos folhosos verdes (espinafre, rúcula, aipo, alface) e raízes, como a beterraba, que

possui aproximadamente 250mg de NO_3^- por 100g do alimento. O teor de nitrato presente em tais alimentos pode variar acentuadamente devido a influência de fatores climáticos como: temperatura, umidade do ar, irradiação solar; uso de fertilizantes e diferentes cultivares das plantas (Libber, Webb, 2012). Na beterraba, Libber e Webb (2012), observaram variação de aproximadamente 300% no teor de nitrato.

O nitrato dietético presente no suco de beterraba é rapidamente absorvido no trato gastrointestinal após a ingestão e entra na circulação sistêmica. Após a absorção, grande parte do nitrato é excretado pelos rins (~75%) sob a forma de uréia e cerca de 25% retorna para a cavidade oral através da circulação entero-salivar (Figura 1). Em seguida, uma pequena fração (4-8%) do nitrato concentrado na saliva é reduzido a nitrito (NO_2^-) pela ação de bactérias comensais anaeróbias presentes na superfície da língua (Ocampo e colaboradores, 2018). Ao ser deglutido e chegar ao estômago, uma parte do nitrito pode ser convertido a óxido nítrico e outras espécies reativas de oxigênio por influência do pH ácido no meio (Koch e colaboradores, 2016).

O restante do NO_2^- é encaminhado para a circulação sistêmica e, em momentos de hipóxia e acidez pode ser reduzido a NO (Koch e colaboradores, 2016). Tais situações ocorrem frequentemente no decorrer da prática de exercício físico, na qual o NO age sobre as fibras musculares diminuindo o tônus muscular e, conseqüentemente aumentando a vasodilatação. Desta forma, auxilia na regulação do fluxo sanguíneo, da biogênese mitocondrial e na redução do custo de O_2 durante a atividade física (Domínguez e colaboradores, 2018; McDonagh e colaboradores, 2019). Assim, este caminho pode ser entendido como um estoque para garantir o abastecimento de NO quando a entrega de oxigênio é limitada, como nos exercícios de alta intensidade, nos quais o fornecimento de oxigênio às células musculares diminui (Casey, Joyner, 2011).

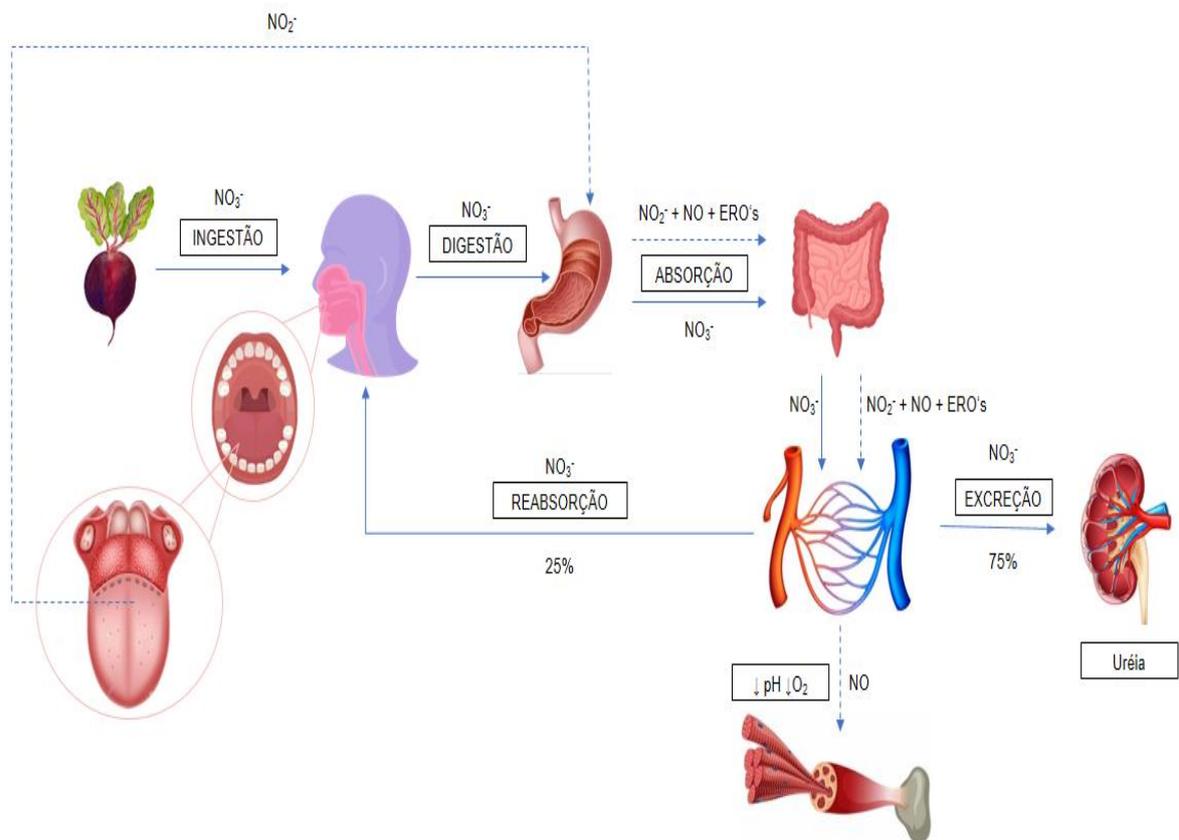


Figura 1: Circulação entero-salivar do nitrato (ERO's: espécies reativas de oxigênio; NO_3^- : nitrato; NO_2^- : nitrito; NO : óxido nítrico). O nitrato presente no suco de beterraba, quando ingerido, é rapidamente absorvido pelo trato gastrointestinal e, ao cair na circulação sistêmica, pode ser excretado ou reabsorvido (linha contínua). Parte do nitrato é reduzido a nitrito na superfície da língua por bactérias comensais anaeróbias. Após ser deglutido e chegar ao estômago, uma porção do nitrito é transformado em óxido nítrico e outras espécies reativas de oxigênio, que seguem para a circulação sistêmica. Quando ocorrem situações de pH ácido e baixa concentração de oxigênio, o nitrito remanescente irá ser convertido em óxido nítrico (linha tracejada).

Vale ressaltar que o nitrato atinge seu pico no sangue cerca de 1 a 2 horas após a ingestão; enquanto o pico de nitrito ocorre cerca de 2 a 3 horas depois da ingestão e ambos retornam à concentração normal em até 24 horas (Senefeld e colaborades, 2020). Portanto, a suplementação de nitrato na forma de suco de

beterraba possui maior efeito ergogênico quando ingerido no período de 2 a 3 horas antes do exercício físico.

Deve ser evitado o uso de enxaguantes bucais antibacterianos e gomas de mascar durante o período de suplementação, pois esses produtos podem reduzir a concentração bucal de bactérias redutoras de nitrato e, assim, diminuir a absorção e conversão do nitrito plasmático, prejudicando a formação de NO (Govoni e colaboradores, 2008; Coggan e colaboradores, 2018; Senefeld e colaboradores, 2020).

Apesar dos benefícios citados sobre a performance esportiva, o consumo de suco de beterraba com alta concentração de nitrato pode aumentar o risco de formação de compostos nitrosos com potencial cancerígeno, os quais tem sua formação estimulada pelo NO. Embora o nitrato presente no suco de beterraba não ofereça risco direto à saúde, sua capacidade de promover o aumento da concentração sanguínea de NO e, conseqüentemente, de compostos nitrosos precisa ser investigada com mais detalhes em sujeitos fisicamente ativos. Diante disso, vale mencionar que, se a suplementação for feita de maneira aguda, o consumo de vitamina C associado ao suco de beterraba pode ser uma alternativa viável para reduzir a formação de tais compostos nitrosos (Berends e colaboradores, 2019).

METABOLISMO E EFEITOS FISIOLÓGICOS DO ÓXIDO NÍTRICO

O óxido nítrico é uma molécula gasosa, altamente lipofílica, que possui um radical livre e meia-vida curta (3 a 9 segundos), podendo ser encontrado no meio ambiente ou produzido pelo próprio corpo. No organismo, desempenha importante papel fisiológico no sistema cardiovascular, imunológico e nervoso (Neilly e colaboradores, 1994; Zhao, Vanhoutte, Leung, 2015), merecendo destaque, para os

objetivos desta revisão, que são as funções relacionadas ao tecido muscular e desempenho esportivo.

O NO pode ser formado no corpo por duas vias distintas. Uma via é dependente das enzimas da família óxido nítrico sintase (NOS) que possui três isoformas: endotelial (eNOS), neuronal (nNOS) e induzível (iNOS). Tais enzimas catalisam a oxidação do aminoácido L-arginina a NO e L-citrulina, utilizando como co-substratos o NADPH e O₂ (Stuehr, 2004; Zago, Zanesco, 2006).

Além disso, o óxido nítrico pode ser obtido, independente da ação das NOSs, a partir do NO₃⁻ inorgânico proveniente de alimentos como o suco de beterraba. Nesta via, o NO₃⁻ é convertido a NO₂⁻ e, posteriormente, em NO. A produção de NO por esta via é aumentada em situações em que o corpo se encontra com baixa concentração de oxigênio e pH, nas quais a atividade da NOS é baixa (Clements, Lee, Bloomer 2014). A etapa final desta via é favorecida pela ação de enzimas e proteínas como, por exemplo, a desoxihemoglobina, xantina oxidoreductase e enzimas da cadeia transportadora de elétrons que auxiliam no processo de conversão do NO₂⁻ em NO (McDonagh e colaboradores, 2019).

Após ser formado, o NO atua diminuindo o processo inflamatório e regulando a respiração mitocondrial, principalmente nos complexos I e IV do citocromo C. Além disso, favorece a ativação da guanilil ciclase (GC), que aumenta a concentração de monofosfato cíclico de guanosina (GMPc). O GMPc ativa a proteína quinase G (PKG), a qual estimula o processo de vasodilatação e a biogênese mitocondrial (Lidder, Webb, 2012). Com isso, tem-se uma redução significativa na pressão arterial sistólica e do custo energético para se executar um mesmo trabalho, o que aumenta a tolerância ao exercício (Jones, 2014; Ashwort e colaboradores, 2015).

O óxido nítrico ainda colabora para manter a homeostase da glicose e do cálcio, já que há uma melhora no fluxo sanguíneo de nutrientes e na captação de compostos pelo retículo sarcoplasmático (Clements, Lee, Bloomer, 2014). O NO também contribui para melhora do metabolismo anaeróbio. E também contribui no sistema anaeróbio ATP-CP (energia rápida), ao diminuir o custo de ATP para a formação das pontes cruzadas, que são essenciais para o encurtamento dos sarcômeros e consequentemente para a contração muscular (Campos e colaboradores, 2018).

Vale ressaltar que, por sua elevada difusibilidade, o NO desempenha papel na defesa imunológica, já que exerce sinalização sem a presença de receptores transmembranosos, tornando-se um importante mensageiro intercelular. Nesse ínterim, o organismo usa o NO nas situações de primeira defesa contra microrganismos invasores, em que se faz necessária uma resposta rápida (Flora Filho, Zilberstein, 2000).

SUPLEMENTAÇÃO DE NITRATO E DESEMPENHO ESPORTIVO

Os efeitos ergogênicos da suplementação de nitrato podem ser influenciados por diversos fatores, tais como: dose utilizada, gênero, nível de condicionamento físico, duração do exercício e tipo de modalidade esportiva (Campos e colaboradores, 2018).

Vale destacar, primeiramente, que o efeito ergogênico da suplementação de nitrato foi identificado nos estudos com doses de 5 e 28,7mmol/dia (Senefeld e colaboradores, 2020). Na metanálise realizada por Senefeld e colaboradores (2020), os autores incluíram 80 estudos sobre a suplementação com nitrato e detectaram efeitos significativos em todas as faixas de doses acima de 5 mmol/dia; com o maior efeito sendo obtido na faixa de 15 a 19,9 mmol/dia de nitrato. No entanto, a maioria

dos estudos utilizou doses entre 5 e 9 mmol, que é a recomendada pelo Comitê Olímpico Internacional (Maughan e colaboradores, 2018).

A melhora do desempenho esportivo advindo da suplementação de nitrato também pode ser influenciada pelo gênero dos indivíduos. Há importantes diferenças nas características antropométricas de homens e mulheres. De forma geral, os homens, possuem maior massa corporal total, massa muscular, fibras tipo II e estatura, enquanto as mulheres tendem a apresentar maior massa gorda, fibras tipo I e menor estatura. Além disso, mulheres naturalmente apresentam flutuações hormonais durante o ciclo menstrual que podem interferir no desempenho físico. Cabe ressaltar que estudos realizados com mulheres são escassos comparados àqueles que dizem respeito a sujeitos do sexo masculino, o que limita as investigações a respeito dos efeitos ergogênicos do nitrato nesse público (Wickham e Spriet, 2019, Senefeld e colaboradores, 2020).

Em relação ao tempo de exercício físico, a suplementação com NO_3^- promove efeitos mais relevantes sobre o desempenho esportivo em exercícios com duração entre 3 e 15 minutos. No entanto, também têm sido observado efeitos ergogênicos em exercícios com duração acima de 15 minutos e abaixo de 3 minutos, principalmente com duração entre 120 e 180 segundos (Campos e colaboradores, 2018; Senefeld e colaboradores, 2020). Assim, sujeitos que praticam atividades físicas de curta distância como, por exemplo, nos exercícios intermitentes de ciclismo e corridas de 3km, realizados em intensidade média a alta, podem se beneficiar mais da suplementação de nitrato (Bailey e colaboradores, 2009). A suplementação com nitrato também pode melhorar o desempenho em exercícios intermitentes de alta intensidade. Nyakayiru e colaboradores (2017) observaram melhora significativa no

desempenho de jogadores de futebol treinados após seis dias de suplementação com suco de beterraba contendo 800mg de nitrato.

Os efeitos da suplementação com nitrato sobre o desempenho no treino resistido ainda é pouco estudado. Alguns estudos têm mostrado efeitos benéficos nesse tipo de exercício. No estudo realizado por Ranchal-Sanchez e colaboradores (2020), os autores observaram o aumento do número de repetições máximas no exercício agachamento realizado a 60 e 70% da carga máxima, mas não observaram melhora quando o exercício foi realizado a 80% da carga máxima. Além disso, os autores não perceberam melhora no desempenho no exercício supino nas intensidades avaliadas. Ao contrário, Mosher e colaboradores (2016) observaram aumento significativo do número de repetições máximas no exercício supino realizado a 60% da carga máxima por atletas recreativos.

Sujeitos que praticam outros esportes, cujos treinos estimulam o desenvolvimento de diversas capacidades físicas, também podem se beneficiar da suplementação de nitrato. Por exemplo, o aumento do pico de potência em praticantes de Crossfit foi um efeito observado no trabalho de Kramer e colaboradores (2016), traduzindo possíveis vantagens da suplementação de NO_3^- para esse tipo de treinamento. Oliveira e colaboradores (2018), observaram aumento significativo na força muscular de contração voluntária máxima e na oferta de oxigênio com a suplementação de nitrato em atletas de jiu-jitsu.

Em relação ao condicionamento físico dos indivíduos, o efeito ergogênico da suplementação de NO_3^- em atletas recreativos parece ser maior comparado a indivíduos treinados. Tal fato está possivelmente relacionado com a proporção de fibras nos músculos, mais especificamente as do tipo II, de contração rápida. Tal fenômeno é observado principalmente durante os exercícios de longa duração e alta

intensidade, os quais causam situações de hipóxia e acidez muscular, visto que o fornecimento de oxigênio é comprometido e a dependência da via metabólica anaeróbica para geração de energia (ATP) torna-se maior. Sendo assim, para a continuação do exercício físico, faz-se necessária a ação das fibras musculares do tipo II, sobre as quais a via do NO_3^- – NO_2 – NO irá atuar (Olsson e colaboradores, 2019).

Por fim, ressalta-se que estudos sugerem que indivíduos altamente treinados em *endurance* tendem a ter uma quantidade de fibras musculares do tipo I, de contração lenta, e uma vascularização muscular mais elevada em comparação aos atletas recreativos (Campos e colaboradores, 2018; Jones, 2014). Tal resultado é evidenciado no trabalho de Tomás Hlindký e colaboradores (2020), no qual os autores mostram as diferenças no status de treinamento entre atletas recreativos e atletas de elite, concluindo que a melhora na performance esportiva é mais significativa no primeiro grupo, visto que a dependência das fibras musculares do tipo II é maior. Entretanto, vale destacar que até mesmo os atletas de elite podem se favorecer da suplementação de NO_3^- : em provas de contra-relógio, por exemplo, pequenas diferenças no tempo final determinam a posição e classificação final do atleta (Campos e colaboradores, 2018).

APLICAÇÕES PRÁTICAS

A suplementação de nitrato não possui um protocolo de ingestão definido, mas a maioria dos trabalhos que apresenta resultados benéficos para a performance esportiva utilizam doses de 310 a 560 mg (5 – 9 mmol) de NO_3^- (Maughan e colaboradores, 2018; Naderi e colaboradores, 2016). Porém, uma meta-análise recente de Jonathon W. Senefeld e colaboradores (2020) sugere que doses de até 25mmol de NO_3^- também possuem efeitos ergogênicos consideráveis.

Já em relação ao tempo de aplicabilidade, tanto a suplementação de nitrato feita de maneira crônica quanto aguda apresentam possíveis efeitos benéficos ao desempenho esportivo (Wylie e colaboradores, 2016). Porém, alguns estudos dão preferência para a metodologia com a suplementação a longo prazo, a qual deve ser efetuada por um período de pelo menos 2 a 15 dias (Jones, 2014). Todavia, para fazer o uso da suplementação aguda, é necessário realizá-la no mínimo 2 a 3 horas antes do exercício físico, já que as concentrações de nitrito plasmático atingem seu pico neste intervalo (Senefeld e colaboradores, 2020).

Tabela 1 – Aplicação prática da suplementação de nitrato.

Tempo de aplicabilidade	Dose recomendada de NO₃⁻
Agudo (2 a 3 horas antes do exercício)	5 mmol – 9 mmol ou 310 – 560 mg
Crônico (2 a 15 dias)	5 mmol – 9 mmol ou 310 – 560 mg

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em suma, deve-se considerar que os efeitos da suplementação de nitrato podem ser afetados por fatores como a dose ingerida, a modalidade esportiva, o gênero, a duração do exercício e o condicionamento físico. Nesse ínterim, os resultados mais benéficos da suplementação de NO₃⁻ em relação à performance esportiva foram identificados em trabalhos com as doses maiores que 5mmol de nitrato, de 2 a 3 horas antes do treinamento de *endurance*, sendo este praticado de média a alta intensidade por atletas recreativos do sexo masculino.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves, L.S. Efeitos da suplementação de nitrato sobre o desempenho em testes de ciclismo, corrida e natação: uma revisão sistemática. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Educação Física) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

Ashworth, A.; Mitchell, K.; Blackweel, J.R.; Vanhatalo, A.; Jones, A.M. High-nitrate vegetable diet increases plasma nitrate and nitrite concentrations and reduces blood pressure in healthy women. *Public Health Nutrition*. Cambridge. Vol. 18. Num. 14. 2015, p. 2669-2678.

Bailey, S.J.; Winyard, P.; Vanhatalo, A.; Blackwell, J.R.; Dimenna, F.J.; Wilkerson, D.P.; Tarr, j.; Benjamin, N.; Jones, A.M. Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of low-intensity exercise and enhances tolerance to high-intensity exercise in humans. *Journal of Applied Physiology*. Rockville. Vol. 107. Num. 4. 2009, p. 1144-1155.

Berends, J.E.; Van Den Berg, L.M.M.; Guggeis, M.A.; Henckens, N.F.T.; Hossein, I.J.; De Joode, M.E.J.R.; Zamani, H; Van Pelt, K.A.A.J.; Beelen, N.A.; Kuhnle, G.G.; De Kok, T.M.C.M.; Van Breda, S.G.J. Consumption of nitrate-rich beetroot juice with or without vitamin C supplementation increases the excretion of urinary nitrate, nitrite, and N-nitroso compounds in humans. *International Journal of Molecular Sciences*. Basel. Vol. 20. Num. 9. 2019, p. 1–15.

Boorsma, R.K.; Whitfield, J.; Spriet, L.L. Beetroot juice supplementation does not improve performance of elite 1500-m runners. *Med Sci Sports Exerc*. Philadelphia. Vol. 46. Num. 12. 2014, 2326-2334.

Campos, H.O.; Drummond, L.R.; Rodrigues, Q.T.; Machado, F.S.M.; Pires, W.; Wanner, S.P.; Coimbra, C.C. Nitrate supplementation improves physical performance specifically in non-athletes during prolonged open-ended tests: a systematic review and meta-analysis. *British Journal of Nutrition*. Cambridge. Vol. 119. Num. 6. 2018, p. 636-657.

Carlstrom, M.; Montenegro, F. Therapeutic value of stimulating the nitrate-nitrite-nitric oxide pathway to attenuate oxidative stress and restore nitric oxide bioavailability in cardiorenal disease. *Journal of Internal Medicine*. Paranaque City. Vol. 285. Num. 1. 2018, p. 2-18.

Casey, D.P.; Joyner, M.J. Local control of skeletal muscle blood flow during exercise: influence of available oxygen. *Journal of Applied Physiology*. Rockville. Vol. 111. Num. 6. 2011, p. 1527-1538.

Clements, W.T.; Lee, S.R.; Bloomer, R.J. Nitrate Ingestion: A Review of the Health and Physical Performance Effects. *Nutrients*. Basel. Vol. 6. Num. 11. 2014, p. 5224-5264.

Clifford, T.; Howatson, G.; West, D.J.; Stevenson, E.J. The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease. *Nutrients*. Basel. Vol. 7. 2015, p. 2801-2822.

Coggan, A. R.; Broadstreet, S. R.; Mikhalkova, D.; Bole, I.; Leibowitz, J. L.; Kadkahodayan, A.; Park, S.; Thomas, D. P.; Thies, D.; Peterson, L. R. Dietary nitrate-induced increases in human power: high versus low responders. *Physiological Reports*. Hoboken. Vol. 6. Num. 2. 2018, p. 1-8.

Domínguez, R.; Maté-Muñoz, J.L.; Cuenca, E.; García-Fernández, P.; Mata-Ordoñez, F.; Lozano-Estevan, M.C.; Veiga-Herreros, P.; Da Silva, S.F.; Garnacho-Castaño, M.V. Effects of beetroot juice supplementation on intermitente high-intensity exercise efforts. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Davie. Vol. 15. Num. 2. 2018, p. 1-12.

Dos Santos Quaresma, M.V.L.; Guazzelli Marques, C.; Nakamoto, F.P. Effects of diet interventions, dietary supplements, and performance-enhancing substances on the performance of CrossFit-trained individuals: A systematic review of clinical studies. *Nutrition*, Vol. 82, 2021, p. 110994.

Flora Filho, R.; Zilberstein, B. Óxido nítrico: o simples mensageiro percorrendo a complexidade: metabolismo, síntese e funções. *Revista da Associação Médica Brasileira*. São Paulo. Vol. 43. Num. 2. 2000, p. 265-271.

Govoni, M.; Jansson, E.A.; Weitzberg, E.; Lundberg, J.O. The increase in plasma nitrite after a dietary nitrate load is markedly attenuated by an antibacterial mouthwash. *Nitric Oxide*. Cambridge. Vol. 19. Num. 4. 2008, 333-337.

Hlinský, T.; Kumstát, M.; Vajda, P. Effects of dietary nitrates on time trial performance in athletes with different training status: Systematic review. *Nutrients*. Basel. Vol. 12. Num. 9. 2020, p. 1–18.

Hord, N.G.; Tang, Y.; Bryan N.S. Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. *The American Journal of Clinical Nutrition*. Rockville. Vol. 90. Num. 1. 2009, p. 1-10.

Jones, A.M. Dietary nitrate supplementation and exercise performance. *Sports Medicine*. Auckland. Vol. 44. Num. 1. 2014, p. 35-45.

Kanner, J.; Harel, S.; Granit, R. Betalains – a new class of dietary cationized antioxidants. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Whashington. Vol. 49. Num. 11. 2001, p. 5178-5185.

Kelly, J.; Vanhatalo, A.; Bailey, S.J.; Wylie, L.J.; Tucker, C.; List, S.; Winyard, P.G.; Jones, A.M. Dietary nitrate supplementation: effects on plasma nitrite and pulmonar O₂ uptake dynamics during exercise in hypoxia and normoxia. *American Physiological Society*. Rockville. Vol. 307. Num. 7. 2014, p. 920-930.

Koch, C. D.; Gladwin, M. T.; Freeman, B. A.; Lundberg J. O.; Weitzberg E.; Morris A. Enterosalivary nitrate metabolism and the microbiome: intersection of microbial metabolism, nitric oxide, and diet in cardiac and pulmonary vascular health. *Free Radical Biology and Medicine*. Los Angeles. Vol. 105. 2017, p. 48-67.

Kramer, S.J.; Baur, D.A.; Spicer, M.T.; Vukovich, M.D.; Ormsbee, M.J. The effect of six days of dietary nitrate supplementation on performance in trained CrossFit athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. London. Vol. 13. Num. 1. 2016, p. 1–7.

Lidder, S.; Webb, A.J. Vascular effects of dietary nitrate (as found in green leafy vegetables and beetroot) via the nitrate-nitrite-nitric oxide pathway. *British Journal of Clinical Pharmacology*. London. Vol. 75. Num. 3. 2012, p. 677-696.

Lowings, A.; Shannon, O.M.; Deighton, K.; Matu, J.; Barlow, M.J. Effect of Dietary Nitrate Supplementation on Swimming Performance in Trained Swimmers. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. Bath. Vol. 26. Num. 4. 2016, p. 377-384.

Maughan, R.J.; Burke, L.M.; Dvorak, J.; Larson-Meyer, D.; Peeling, P.; Phillips, S.M.; Rawson, E.S.; Walsh, N.P.; Garthe, I.; Geyer, H.; Meeusen, R.; Van Loon, L.J.C.; Shirreffs, S.M.; Spriet, L.L.; Stuart, M.; Vernec, A.; Currell, K.; Ali, V.M.; Budgett, R.G.; Engebretsen, L. IOC consensus statement: Dietary supplements and the high-performance athlete. *British Journal of Sports Medicine*. Vol. 52. Num. 7. 2018, p. 439–455.

McDonagh, S. T. J.; Wylie, L. J.; Thompson, C.; Vanhatalo, A.; Jones A. M. Potential benefits of dietary nitrate ingestion in healthy and clinical populations: A brief review. *European Journal of Sport Science*. Abingdon. Vol. 19. Num. 1. 2019, p. 15-29.

Mosher, S.L.; Sparks, S.A.; Williams, E.L.; Bentley, D.J.; Mc Naughton, L.R. Ingestion of a Nitric Oxide Enhancing Supplement Improves Resistance Exercise Performance. *J Strength Cond Res*. Philadelphia. Vol. 30. Num. 12. 2016, p. 3520-3524.

Naderi, A.; De Oliveira, E.P.; Ziegenfuss, T.N.; Willems, M.T. Timing, optimal dose and intake duration of dietary supplements with evidence-based use in sports nutrition. *Journal of Exercise Nutrition & Biochemistry*. Seoul. Vol. 20. Num. 4. 2016, p. 1–12.

Neilly, P.J.D.; Kirk, S.J.; Gardiner, K.R.; Rowlands, B.J. The L-arginine/nitric oxide pathway - Biological properties and therapeutic applications. *Ulster Medical Journal*. Vol. 63, Num. 2. 1994, p. 193–200.

Nyakayiru, J.; Jonvik, K.L.; Trommelen, J.; Pinckaers, P.J.M.; Senden, J.M.; Van Loon, L.J.C.; Verdijk, L.B. Beetroot juice supplementation improves high-intensity intermittent type exercise performance in trained soccer players. *Nutrients*. Basel. Vol. 9. Num. 3. 2017, p. 314-324.

Ocampo, D. A. B.; Paipilla, A. F.; Marin, E.; Vargas-Molina, S.; Petro, J. L.; Perez-Idárraga, A. Dietary Nitrate from Beetroot Juice for Hypertension: A Systematic Review. *Biomolecules*. Basel. Vol. 8. Num. 4. 2018, p. 134-146.

Oliveira, G.V.; Nascimento, L.A.D.; Volino-Souza, M.; Mesquita, J.S.; Alvares, T.S. Beetroot-based gel supplementation improves handgrip strength, forearm muscle O₂ saturation but not exercise tolerance and blood volume in jiu-jitsu athletes. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. Ottawa. Vol. 43. Num. 9. 2018, p. 920-927.

Olsson, H.; Al-Saadi, J.; Oehler, D.; Pergolizzi, J.; Magnusson, P. Physiological Effects of Beetroot in Athletes and Patients. *Cureus*. Palo Alto. Vol. 11. Num. 12. 2019, p. 1-11.

Pelling, P.; Castell, L.M.; Derave, W.; De Hon, O.; Burke, L.M. Sports Foods and Dietary Supplements for Optimal Function and Performance Enhancement in Track-and-Field Athletes. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*. Bath. Vol. 29. Num. 2. 2019, p. 198-209.

Ranchal-Sanchez, A.; Diaz-Bernier, V.M.; De La Florida-Villagran, C.A.; Llorente-Cantarero, F.J.; Campos-Perez, J.; Jurado-Castro, J.M. Acute effects of beetroot juice supplements on resistance training: A randomized double-blind crossover. *Nutrients*. Basel. Vol. 12. Num. 7. 2020, p. 1–16.

Richards, J.C.; Racine, Matthew, L.R.; Hearon Jr., C. M.; Kinkel, M.; Luckasen, G.J.; Larson, D.G.; Allen, J.D.; Dienno, F.A. Acute ingestion of dietary nitrate increases muscle blood flow via local vasodilation during handgrip exercise in young adults. *Physiological Reports*. Hoboken. Vol. 6. Num. 2. 2018, p. 1-12.

Rother, E.T. Revisão Sistemática x Revisão Narrativa. *Acta Paulista de Enfermagem*. São Paulo. Vol. 20. Num. 2. 2007, p. 5-6.

San Juan, A.F.; Dominguez, R.; Lago-Rodríguez, A.; Montoya, J.J.; Tan, R.; Bailey, S.J. Effects of Dietary Nitrate Supplementation on Weightlifting Exercise Performance in Healthy Adults: A Systematic Review. *Nutrients*. Basel. Vol. 12. Num. 8. 2020, p. 1-16.

Senefeld, J. W.; Wiggins, C. C; Regimbal, R. J; Dominelli, P. B; Baker, S. R; Joyner, M. J. Ergogenic Effect of Nitrate Supplementation: A Systematic Review and Meta-

analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. Philadelphia. Vol. 52. Num. 10. 2020, p. 2250-2261.

Shete, A.N.; Bute, S.S.; Deshmukh, P.R. A Study of VO₂ Max and Body Fat Percentage in Female Athletes. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. Delhi. Vol. 8. Num. 12. 2014, p. 1-3.

Stecker, R.A.; Harty, P.S.; Jagim, A.R.; Candow, D.G.; Keksick, C.M. Timing of ergogenic aids and micronutrients on muscle and exercise performance. *Journal of International Society of Sports Nutrition*. Davie. Vol. 16. Num. 37. 2019, p. 1-8.

Stuehr, D.J. Enzymes of the L-arginine to nitric oxide pathway. *Journal of Nutrition*. Rockville. Vol. 134. Num. 10. 2004, p. 2748S-2751S.

Wickham, K.A.; Spriet, L.L. No longer beeting around the bush: A review of potential sex differences with dietary nitrate supplementation. *Applied Physiology, Nutrition and Metabolism*. Ottawa. Vol. 44. Num. 9. 2019, p. 915–924.

Woessner, M.N.; McIlvenna, L.C.; Zevallos, J.O.; Neil, C.J.; Allen, J.D. Dietary nitrate supplementation in cardiovascular health: an ergogenic aid or exercise therapeutic? *American Journal of Phisiology*. Rockville. Vol. 312. Num. 2. 2018, p. 195-212.

Wylie, L.J.; Ortiz De Zevallos, J.; Isidore, T.; Nyman, L.; Vanhatalo, A.; Bailey, S.J.; Jones, A.M. Dose-dependent effects of dietary nitrate on the oxygen cost of moderate-intensity exercise: Acute vs. chronic supplementation. *Nitric Oxide - Biology and Chemistry*. Cambridge. Vol. 57. 2016, p. 30–39.

Wylie, L.J.; Park, J.W.; Vanhatalo, A.; Kadach, S.; Black, M.I.; Stoyanov, Z.; Schechter, A.N.; Jones, A.M. Human skeletal muscle nitrate score: influence of dietary nitrate supplementation and exercise. *The Journal of Physiology*. London. Vol. 597. Num. 23. 2019, p. 5565-5576.

Zago, A.S.; Zanesco, A. Óxido nítrico, doenças cardiovasculares e exercício físico. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*. São Paulo. Vol. 87. Num. 6. 2006, p. 264-270

Zhao, Y.; Vanhoutte, P.M.; Leung, W.S. Vascular nitric oxid: Beyond eNOS. *Journal of Pharmacological Sciences*. Tokyo. Vol. 129. Num. 2. 2015, p. 83-94.