



Efeitos do Consumo de Beterraba no Desempenho Físico: Uma Revisão Integrativa sobre os Benefícios dos Nitratos Naturais

Effects of Beetroot Consumption on Physical Performance: An Integrative Review of the Benefits of Natural Nitrates

Ivan Serejo Chaves Neto

Graduando do 8º Período do Curso de Nutrição do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco - UNDB.

Ananda da Silva Araújo Nascimento

Professor Mestre. Docente do Curso de Nutrição do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco - UNDB.

Luciana Silva Alvarez

Graduanda do 8º Período do Curso de Nutrição do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco - UNDB

Cyntia Mota Sá Lima

Centro Universitário UNDB- Unidade de Ensino Superior Dom Bosco

Pâmela Cirqueira Nunes Moura

Instituição filiada: Centro Universitário Santa Terezinha – CEST

Eliakim do Nascimento Mendes

Centro Universitário UNDB – Unidade de Ensino Superior Dom Bosco

Gilberth Silva Nunes

Professor Mestre. Docente do Curso de Nutrição do Centro Universitário Unidade de Ensino Superior Dom Bosco - UNDB

Adriana Soraya Araújo

Programa de Pós Graduação em Biotecnologia - RENORBIO/ UFMA

Amanda Moreno dos Santos

Instituição filiada: Centro Universitário Santa Terezinha – CEST

Júlio César da Costa Machado

Centro Universitário UNDB – Unidade de Ensino Superior Dom Bosco

Resumo: Introdução: A beterraba é um alimento naturalmente rico em nutrientes, seu consumo tem sido associado a diversos benefícios para a saúde, incluindo melhorias no desempenho físico e na capacidade de exercício. Diferentemente dos alimentos embutidos, que são processados e contêm aditivos potencialmente prejudiciais, a beterraba é uma opção saudável e recomendada para indivíduos que buscam melhorar seu condicionamento físico. Objetivo: O objetivo deste estudo é analisar os efeitos positivos da beterraba no exercício físico e como ela pode contribuir para o desempenho atlético. Metodologia: Este estudo consiste em uma revisão de literatura, utilizando como fonte artigos científicos, teses, monografias e revistas disponíveis em bases de dados como o Google Acadêmico, Scielo e PubMed, com um recorte temporal de publicações entre os anos de 2013 e 2023. Resultados: Os resultados obtidos por meio das investigações examinadas demonstram que a beterraba

apresenta propriedades benéficas para o exercício físico. Ela é uma fonte natural de nitratos, compostos que auxiliam na melhoria do desempenho esportivo, aumentando a eficiência energética e reduzindo a demanda de oxigênio durante a atividade física. Conclusão: A beterraba é um alimento que apresenta benefícios para o desempenho esportivo devido à sua alta concentração de nitratos. Esses nitratos são convertidos em óxido nítrico, melhorando a vasodilatação e o fluxo sanguíneo para os músculos, resultando em maior entrega de oxigênio e nutrientes. Entretanto, torna-se relevante considerar a individualidade e buscar a orientação de um profissional para determinar a dose adequada e incluir dentro de um plano nutricional completo e personalizado.

Palavras-chave: beterraba; nitrato; exercício físico.

Abstract: Introduction: Beetroot is a naturally nutrient-rich food, its consumption has been associated with several health benefits, including improvements in physical performance and exercise capacity. Unlike processed foods, which are processed and contain potentially harmful additives, beets are a healthy option recommended for individuals looking to improve their fitness. Objective: The aim of this study is to analyze the positive effects of beetroot on physical exercise and how it can contribute to athletic performance. Methodology: This study consists of a literature review, using scientific articles, theses, monographs and magazines available in databases such as Google Scholar, SciElo and PubMed as a source, with a temporal cut of publications between the years 2013 and 2023. Results: The results obtained from the analyzed studies demonstrate that beetroot has beneficial properties for physical exercise. It is a natural source of nitrates, compounds that help improve sports performance by increasing energy efficiency and reducing oxygen demand during physical activity. Conclusion: Beetroot is a food that has benefits for sports performance due to its high concentration of nitrates. These nitrates are converted to nitric oxide, improving vasodilation and blood flow to the muscles, resulting in greater delivery of oxygen and nutrients. However, it is important to consider individuality and seek guidance from a professional to determine the appropriate dose and include it within a complete and personalized nutritional plan.

Keywords: beet; nitrate; physical exercise.

INTRODUÇÃO

A necessidade de exercícios físicos é essencial para o bom funcionamento do corpo e da mente. O exercício físico auxilia no controle de peso, melhora a resistência, reduz o risco de doenças crônicas e aumenta a sensação de bem-estar (Buhl e Rodrigues, 2017).

Buhl e Rodrigues (2017) citam também que o exercício físico contribui para manter o corpo saudável, pois promove a produção de hormônios que ajudam a regular os batimentos cardíacos, a pressão arterial e a respiração. Além disso, o exercício melhora o sistema imunológico, o que torna o corpo mais resistente a doenças. Também estimula o crescimento muscular, aumenta a força e a flexibilidade, e contribui para manter a saúde óssea. Ele também promove a circulação sanguínea, o que melhora a oxigenação dos tecidos. Além disso, o exercício pode contribuir a prevenir ou controlar algumas doenças crônicas, como diabetes, doenças cardíacas, hipertensão, câncer e obesidade.

Nas competições esportivas, a margem de vitória está diminuindo e, em alguns casos, os resultados das competições são capazes de mudar em uma fração de segundo devido ao desempenho dos atletas. Melhorias de 0,5% a 1,5% no desempenho são consideradas uma diferença crítica, portanto, os atletas estão constantemente procurando todos os benefícios para melhorar o desempenho esportivo.

Alguns atletas talvez recorram a suplementos dietéticos (recursos naturais e orgânicos) para fornecer esses benefícios. Os suplementos dietéticos são uma opção significativa para os atletas de elite e recreativos melhorarem seu desempenho. Os atletas são expostos a uma variedade de produtos alimentares comercializados com a alegação de melhorar a saúde, a eficiência e o desempenho. Entretanto, poucos estudos confirmam essas afirmações, e o acometimento e a segurança desses produtos são questionados (Becker, 2016).

Uma alimentação equilibrada é a chave para obter o máximo dos exercícios físicos. Os carboidratos são os nutrientes que fornecem a maior parte da energia durante o exercício, dessa forma eles devem ser consumidos em porções adequadas. As proteínas são importantes para a reconstrução do tecido muscular após os exercícios físicos, então manter as fontes adequadas de proteínas é essencial para construir e manter a massa muscular. As gorduras também são importantes para fornecer combustível para o exercício de longa duração (Meirelles e Spaolnse, 2023).

Como argumenta Santos *et al.* (2021) esportistas também precisam de nutrientes como vitaminas, minerais e antioxidantes para obter um bom desempenho. Esses nutrientes ajudam a suportar o sistema imunológico e ajudam na recuperação pós-exercício. Alimentos como frutas, legumes, nozes e grãos integral são ricos em vitaminas, minerais e antioxidantes e devem ser incluídos na dieta de todos os atletas. Alguns alimentos também são reconhecidos por ajudar a aumentar a resistência durante os exercícios. Isso inclui alimentos ricos em carboidratos como arroz integral, batatas, macarrão e pães integrais. Alimentos ricos em nitratos também são reconhecidos por aumentar o desempenho e reduzir o ácido láctico durante o exercício. Exemplos de alimentos ricos em nitratos incluem couve, espinafre, couve-flor, brócolis e alho (Santos *et al.*, 2021).

A fim de aumentar os efeitos do treinamento e melhorar o desempenho, os atletas muitas vezes recorrem a suplementos nutricionais. Entre os alimentos que geram efeitos sobre os exercícios físicos, destaca-se a beterraba. A beterraba é um dos principais vegetais comestíveis pelas suas características nutricionais, fisiológicas e organolépticas (Meirelles e Spaolnse, 2023).

Segundo Ghiarone *et al.* (2014) a beterraba é uma fonte de carboidratos, fibras, proteínas, vitaminas e minerais (sódio, potássio, cálcio e ferro) e tem alta concentração de nitrato, que pode ser convertido em nitrito por bactérias na cavidade oral e por certas enzimas (por exemplo, xantina oxidase) no tecido e, em seguida, o nitrito é ingerido, absorvido no intestino e o óxido nítrico e outros óxidos ativos de azoto são metabolizados no sangue e nos tecidos. O suco de beterraba é usado como suplemento por causa de seu alto teor de nitrato inorgânico (NO₃⁻).

REFERENCIAL TEÓRICO

Beterraba e Exercício Físico

No que diz respeito às suas características fisiológicas, a beterraba possui uma alta concentração de vitamina C e potássio, além de minerais, que ajudam a melhorar o sistema imunológico, reduzir o colesterol, e até ajudar no controle da pressão arterial. A beterraba também é rica em antioxidantes, que ajudam a prevenir o envelhecimento precoce, além de estimular o sistema imunológico e melhorar o funcionamento do sistema nervoso (Santos *et al.*, 2021).

Meirelles e Spaolonse (2023) demonstram que no que diz respeito à nutrição, a beterraba contém alto teor de fibras, que ajudam a melhorar o sistema digestivo e a estimular a perda de peso. Além disso, a beterraba contém quantidades significativas de açúcares, carboidratos, proteínas, vitaminas e minerais que são essenciais para o bom funcionamento do organismo.

No que diz respeito às características organolépticas, Santos *et al.* (2021) citam que a beterraba tem um sabor levemente adocicado que depende da variedade utilizada. Além disso, a cor da beterraba pode variar entre vermelho, rosa, branco e laranja. Finalmente, as células da beterraba são redondas, com um tamanho entre 4 a 6 micrones. Elas contêm quantidades consideráveis de água, alguns açúcares, ácido oxálico, ácido cítrico e compostos fenólicos. Estes são responsáveis pelas suas principais propriedades nutritivas e medicinais.

Ainda segundo Santos *et al.* (2021) além do desempenho, a beterraba auxilia outras funções essenciais como a recuperação muscular. Aumentando o fluxo de sangue, em decorrência da vasodilatação. Isso significa que mais sangue pode fluir para os músculos, o que pode contribuir na recuperação muscular.

Óxido Nítrico

O óxido nítrico (NO) é uma molécula simples, gasosa e incolor que desempenha um papel importante no relaxamento dos vasos sanguíneos. Ele é produzido pelas células endoteliais através da oxidação da L-arginina pela enzima NO-sintase (figura 1). O NO produzido pelas células endoteliais se difunde rapidamente para as células musculares e para o lúmen vascular. Dentro das células musculares, o NO interage com a enzima guanilato ciclase, alterando sua conformação e ativando-a. Isso leva ao relaxamento dos vasos sanguíneos. A capacidade do NO de se difundir rapidamente e penetrar em outras células é fundamental para suas atividades biológicas (Menezes e Rodrigues, 2020).

O endotélio dos vasos sanguíneos utiliza o óxido nítrico para sinalizar o músculo liso circundante, resultando em vasodilatação e aumento do fluxo sanguíneo.

Além disso, o óxido nítrico é gerado por células imunes chamadas fagócitos como parte da resposta imune e possui propriedades tóxicas para bactérias e patógenos (Anjos, 2021).

O nitrato, um composto inorgânico presente na natureza e adicionado como conservante em alimentos, pode ser encontrado em fontes naturais, como água potável. O organismo humano metaboliza o nitrato, oxidando os íons nitrato para produzir óxido nítrico, que é a forma principal de assimilação do nitrato no corpo. Após a ingestão, o nitrato passa pelos intestinos, entra na corrente sanguínea e é distribuído para a boca. Nas mucosas da boca, as enzimas salivares chamadas nitratasas reduzem o nitrato para íons nitrito, que são absorvidos pela mucosa e transportados para o resto do organismo (Loureiro; Santos, 2017).

No trato digestivo, o nitrito é reduzido a óxido nítrico pela enzima nitrato redutase presente na mucosa intestinal. Em seguida, o óxido nítrico é absorvido e transportado para o fígado, onde é novamente reduzido pela enzima endotelina nitroredutase para óxido nítrico e liberado na corrente sanguínea (Rosa e Aparecido, 2021).

Segundo Fernandes *et al.* (2015) a suplementação de nitrato tem sido amplamente estudada nos últimos anos como uma forma de aumentar o desempenho durante o exercício e tem sido associada a um aumento no desempenho durante o exercício por vários mecanismos, melhorando o fluxo sanguíneo para os músculos, levando a uma melhora no transporte de oxigênio e nutrientes para os músculos, e pode também ajudar a reduzir a produção de ácido láctico durante o exercício, o que pode melhorar a resistência. Também desempenha um papel importante na regulação da pressão arterial e na função imunológica.

O nitrato pode aumentar a produção de ATP, a principal fonte de energia do corpo durante o exercício, ao reduzir a formação de óxido nítrico, que é um intermediário no processo de produção de ATP. A suplementação com nitrato também pode melhorar a recuperação muscular devido à redução da inflamação e do estresse oxidativo, fatores que contribuem para o dano muscular após o exercício. Em resumo, a suplementação com nitrato pode melhorar o desempenho durante o exercício, aumentando a produção de energia, e promover uma recuperação mais rápida, reduzindo a inflamação e o estresse oxidativo (Anjos, 2021).

Possíveis Benefícios do Nitrato e Nitrito

O nitrito tem influência direta na resistência cardiorrespiratória, que é um componente relacionado à saúde da aptidão física que se relaciona com a capacidade dos sistemas circulatório e respiratório de fornecer combustível durante a atividade física sustentada e eliminar produtos de fadiga após o fornecimento de combustível (Fernandes *et al.*, 2017).

A resistência cardiorrespiratória é um fator de desempenho em todos os esportes em que o trifosfato de adenosina (ATP) é resintetizado, principalmente pelo metabolismo aeróbico ou processos oxidativos que produzem energia. Nesses esportes, o esforço despendido normalmente dura mais de cinco minutos, dependendo principalmente do nível metabólico dos processos oxidativos envolvidos. Fatores que limitam o desempenho neste tipo de padrões de resistência incluem o consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2max}$), limiares ventilatórios (primeiro e segundo limiar ventilatório) e eficiência energética ou economia (Ferreira, 2013).

A beterraba contém antioxidantes e fitonutrientes potentes que são capazes de ajudar a reduzir o risco de câncer. Embora faltem estudos em humanos, evidências *in vitro* indicam que o extrato de beterraba vermelha possui compostos com propriedades anticancerígenas semelhantes aos de alguns medicamentos prescritos. A betanina, um corante alimentar presente na beterraba, demonstrou ser biologicamente ativa, com estudos *in vitro* mostrando que ela pode contribuir a reduzir o tamanho das células de câncer de mama e próstata. Esses resultados encorajam uma investigação mais aprofundada para confirmar o potencial quimiopreventivo do extrato de beterraba (Rocha *et al.*, 2021).

METODOLOGIA

A presente pesquisa teve como objetivo investigar através de uma revisão de literatura, os efeitos da suplementação de beterraba no desempenho atlético e na recuperação muscular, com foco nos últimos 10 anos (janeiro de 2013 até maio de 2023). A pesquisa foi conduzida em 2 idiomas de pesquisa, incluindo inglês e português.

Foram utilizadas as seguintes palavras-chave durante a busca nas bases de dados acadêmicas e científicas: “beterraba”, “exercício físico”, “nitrito”.

Os critérios de inclusão adotados foram: estudos publicados em periódicos científicos revisados por pares, envolvendo seres humanos, que investigam a suplementação de beterraba e avaliam seus efeitos no desempenho atlético e na recuperação muscular. Foram incluídos estudos com métodos experimentais, ensaios clínicos randomizados, revisões sistemáticas ou meta-análises.

Por outro lado, foram excluídos estudos em animais, estudos não relacionados diretamente com a suplementação de beterraba e exercício físico, estudos com amostras não representativas (por exemplo, amostras pequenas ou específicas demais) e estudos com metodologia inadequada ou de baixa qualidade.

Após a seleção dos estudos relevantes, foi realizada uma análise minuciosa dos resultados, destacando os principais achados relacionados à suplementação da beterraba e seus benefícios para o exercício físico. Foram organizados os dados e redigido o trabalho, levando em consideração as descobertas, as limitações das investigações examinadas e as possíveis direções para pesquisas futuras.

A amostra inicial após leitura dos títulos e resumo resultou em uma amostra de 40 artigos. Foram aplicados os critérios de inclusão e exclusão após leitura do artigo completo e, portanto, a amostra final incluiu um total de 12 artigos científicos, fornecendo informações abrangentes e confiáveis sobre a suplementação de beterraba e seus efeitos no desempenho atlético e na recuperação muscular.

Como a Beterraba é Metabolizada no Corpo Humano

A beterraba contém vários compostos bioativos e será analisado como alguns desses compostos presentes na beterraba são metabolizados pelo corpo

humano: Os nitratos são convertidos em nitritos por bactérias presentes na saliva. Em seguida, os nitritos são capazes de ser convertidos em óxido nítrico (NO) no trato gastrointestinal ou nas células endoteliais. O óxido nítrico é um importante regulador do sistema cardiovascular, ajudando a dilatar os vasos sanguíneos e melhorar a função circulatória (Sanioto *et al.*, 2017).

Nelson e Cox (2017) demonstram que as betalaínas são pigmentos naturais encontrados na beterraba e são responsáveis pela cor vermelha característica desse vegetal. Esses compostos pertencem à classe dos pigmentos nitrogenados, que são compostos orgânicos contendo nitrogênio em sua estrutura. São metabolizadas no organismo por meio de reações de conjugação e metilação. A conjugação ocorre quando as betalaínas se ligam a outros compostos, como açúcares e aminoácidos, formando metabólitos conjugados. Já a metilação envolve a adição de um grupo metila (-CH₃) às moléculas de betalaína.

Esses metabólitos resultantes da metabolização das betalaínas são posteriormente excretados na urina, o que pode causar uma coloração avermelhada ou rosada na urina de indivíduos que consumiram beterraba. Esse fenômeno, conhecido como “urina rosa”, é um efeito benigno e temporário. Além de serem responsáveis pela cor da beterraba, as betalaínas também possuem propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias. Elas ajudam a combater os radicais livres no organismo, que estão associados ao envelhecimento e ao desenvolvimento de doenças crônicas (Guerra *et al.*, 2022).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados os artigos selecionados para compor esse estudo e dispostos em forma de tabela como pode se observar abaixo:

Quadro 2 – Artigos utilizados na revisão.

Autor/Ano	Metodologia	Objetivo	Resultados
Dominguez <i>et al.</i> 2017.	Revisão de literatura.	Determinar os efeitos da suplementação de suco de beterraba e da combinação de suco de beterraba com outros suplementos sobre a resistência cardiorrespiratória em atletas.	Os resultados disponíveis sugerem que a suplementação com suco de beterraba pode melhorar a resistência cardiorrespiratória em atletas por aumentar a eficiência, o que melhora o desempenho em várias distâncias, aumenta o tempo até a exaustão em intensidades submáximas e pode melhorar o desempenho cardiorrespiratório em intensidades de limiar anaeróbio e consumo máximo de oxigênio (VO ₂ máx).

Maughan <i>et al.</i> 2018	Revisão sistemática.	Verificar a suplementação em atletas de alto desempenho.	a ingestão de suco de beterraba antes do treino pode ter um impacto positivo no desempenho físico
Lowin <i>et al.</i> 2017	Estudo randomizado duplo-cego cruzado de medidas repetidas	Verificar a correção entre a suplementação de nitrato e desempenho no contrarrelogio (TT) de natação.	A duração e a velocidade da natação subaquática dentro do desempenho não diferiram entre nitrato e placebo. A suplementação de suco de beterraba aumentou a biodisponibilidade de óxido nítrico, mas não beneficiou o desempenho da natação de curta distância ou as fases subaquáticas do tempo de natação.
Nyaka yiru <i>et al.</i> 2017	Dois dias de teste, nos quais o desempenho em corridas intermitentes de alta intensidade foi avaliado por meio do teste Yo-Yo IR1.	Verificar se a suplementação de nitrato podem melhorar o desempenho de exercícios intermitentes de alta intensidade em jogadores de futebol treinados.	Seis dias de ingestão de suco de beterraba melhoram efetivamente o desempenho do exercício intermitente de alta intensidade em jogadores de futebol treinados.
Caixeta <i>et al.</i> 2022	Revisão de literatura	Analisar em artigos científicos, que relacionam o efeito da suplementação com suco de beterraba como pré treino, na melhora no desempenho de praticantes de exercício físicos, e os efeitos do uso do suco de beterraba como uma estratégia de suplementação para resistência cardiorrespiratória	69,23% dos artigos supracitados evidenciam uma melhora no aumento do desempenho físico nos testes, assim como, aumento do V02 pico

Silva <i>et al.</i> 2020	Ensaio clínico com coleta de dados	Avaliar o efeito da suplementação do suco de beterraba no desempenho em exercícios anaeróbicos de atletas praticantes de futebol.	Apesar de existirem evidências demonstrando que a suplementação de suco de beterraba promove melhoras no desempenho em exercícios anaeróbicos, no presente estudo não foi observado melhora significativa no teste de força.
Ferreira, 2013	Desenho experimental realizado através do ensaio clínico controlado cruzado	Analisar o efeito do treinamento físico aeróbio (TFA) na intensidade da máxima fase estável de lactato (MFEL) sobre parâmetros cardiorrespiratórios e cardiovasculares, atividade de enzimas antioxidantes superóxido dismutase (SOD) e catalase, e concentração de nitrito/nitrato (NOx-) e malondialdeído (MDA) em adultos acima dos 40 anos de idade	Concluiu-se que o TFA realizado na intensidade da MFEL durante oito semanas foi efetivo em promover reduções nos valores de PA de repouso e aumento da atividade da SOD e catalase em adultos NT e HT acima dos 40 anos de idade
Venancia <i>et al.</i> 2022.	Revisão sistemática	Verificar a se a suplementação de nitrato é eficaz em exercícios de alta intensidade e curta duração, que utilizam primordialmente a via metabólica anaeróbica	Pode-se concluir que o NO3 do suco de beterraba é um importante recurso ergogênico em atividades de alta intensidade e curta duração e, portanto, pode ser utilizado em condições que visam aumentar o desempenho de atletas
Pereira, Tavares, Silva, 2014	Teste ergométrico	Verificar os efeitos do suco de beterraba na performance de exercícios de endurance, através do teste de exaustão na bicicleta ergométrica	A suplementação de NO3 melhorou o tempo da falha da tarefa

Fonte: O autor, 2023.

Estudos avaliando o uso da beterraba foram realizados em atletas em uma variedade de esportes, incluindo corrida, natação, ciclismo e caminhada. O objetivo comum de todas as pesquisas era examinar os efeitos benéficos do suco de beterraba ou consumo de beterraba no desempenho nos exercícios.

Dominguez *et al.* (2017) analisou 23 artigos, relacionados a atletas treinados, abordando condições normóxicas, hipóxicas e a combinação de suco de beterraba com cafeína. Nesses observou-se que a suplementação de suco de beterraba pode

melhorar o desempenho aeróbico em atletas treinados em condições de normóxia. Houve uma diminuição no consumo de oxigênio (VO_2) em várias intensidades de exercício (aproximadamente 60% a 100% do $VO_{2m\acute{a}x}$ e VT_1), resultando em uma maior economia durante o exercício.

Em estudos com canoístas treinados, foi observada uma diminuição no VO_2 em intensidades equivalentes quando suplementados com suco de beterraba em comparação com o grupo placebo. Em nadadores treinados, também foi observada uma redução no gasto energético durante a suplementação com suco de beterraba.

Entretanto, em relação à suplementação com suco de beterraba em condições hipóxicas, os resultados são controversos. Dos cinco estudos selecionados, não foi possível estabelecer uma conclusão consistente sobre os efeitos da beterraba no desempenho cardiorrespiratório nessas condições.

Quanto à combinação de suco de beterraba com cafeína, dois estudos envolvendo ciclistas-triatletas treinados (homens e mulheres) e um estudo com atletas treinados (homens) não encontraram evidências de que a combinação desses dois suplementos resulta em um aumento no desempenho cardiorrespiratório em comparação com a suplementação apenas com cafeína.

No geral, as investigações examinadas indicam que a suplementação com suco de beterraba pode trazer benefícios para o desempenho aeróbico em atletas treinados em condições normóxicas, especialmente em termos de economia de oxigênio. Entretanto, os efeitos em condições hipóxicas e a interação com a cafeína ainda requerem mais pesquisas para uma compreensão mais completa dessas interações.

A suplementação aguda de suco de beterraba pode ter um efeito positivo no desempenho físico em intensidades submáximas, reduzindo a demanda de oxigênio necessário para uma determinada carga de trabalho. Isso permite um aumento no tempo até a exaustão durante exercícios de intensidade igual ou menor à intensidade máxima de consumo de oxigênio ($VO_{2m\acute{a}x}$).

Além disso, a suplementação crônica com suco de beterraba pode melhorar o desempenho cardiorrespiratório no limiar anaeróbio e em intensidades próximas ao $VO_{2m\acute{a}x}$. Isso significa que a beterraba pode beneficiar atletas em esforços de alta intensidade e também em atividades de resistência.

Outra conclusão importante do estudo de Dominguez *et al.* (2017) foi a recomendação de iniciar a ingestão de suco de beterraba dentro de 90 minutos antes do exercício físico, uma vez que o pico de concentração de nitrato (NO_3^-) ocorre aproximadamente de 2 a 3 horas após a ingestão. Uma quantidade mínima de 6 a 8 mmol de NO_3^- é recomendada, podendo ser aumentada em atletas com um alto nível de treinamento.

Um estudo publicado por Maughan *et al.* (2018) sobre suplementação de suco de beterraba em 11 nadadores de ambos os gêneros, com idades entre 20 e 55 anos, foram realizados dois testes exaustivos para avaliar o efeito da ingestão de água e suco de beterraba no desempenho físico, nível de desidratação e percepção subjetiva de esforço.

No primeiro teste, os atletas ingeriram 500 ml de água duas horas antes do treino, enquanto no segundo teste, consumiram a mesma quantidade de suco de beterraba. Foram analisados o nível de desidratação e a percepção subjetiva de esforço utilizando a Escala de Borg.

Os resultados evidenciaram que, no teste em que os atletas ingeriram água, 36,3% deles classificaram o treino como extremamente intenso. Já no teste com o suco de beterraba, esse percentual foi de 45,4%, indicando que os atletas perceberam o treino como sendo intenso.

Em relação à desidratação, observou-se que a média do percentual de perda de peso no teste com água foi de 0,97%, enquanto com o suco de beterraba foi levemente menor, de 0,93%. Além disso, a taxa de sudorese no treino com água foi de 16,9 ml/min, e no treino com suco de beterraba foi de 15,6 ml/min.

Esses resultados sugerem que a ingestão de suco de beterraba antes do treino pode ter um impacto positivo no desempenho físico, levando a uma percepção subjetiva de esforço maior, mas com uma leve redução na perda de peso e na taxa de sudorese em comparação com a ingestão de água.

Entretanto, o estudo de Lowin *et al.* (2017) não demonstrou diferença entre a velocidade e a duração entre o grupo que recebeu a suplementação e o grupo placebo, demonstrando que mais estudos são necessários. Esse dado por estar relacionado a quantidade e duração do estudo, que foi de 1 dia onde os atletas receberam 140 ml (2 x 70 ml) de suco de beterraba (12,5 mmol/dia de nitrato).

Nyaka Yiru *et al.* (2017) relataram em seu estudo que a suplementação de nitrato pode melhorar o desempenho em exercícios de resistência. A hipótese foi de que seis dias de suplementação de nitrato poderiam melhorar o desempenho em exercícios intermitentes de alta intensidade em jogadores de futebol treinados. Trinta e dois jogadores de futebol participaram deste estudo cruzado randomizado, duplo-cego. Todos os participantes realizaram dois dias de teste nos quais o desempenho de corrida intermitente de alta intensidade foi avaliado usando o teste Yo-Yo IR1. Os indivíduos ingeriram suco de beterraba rico em nitrato (140 mL; ~800 mg de nitrato/dia; BR) ou suco de beterraba sem nitrato (PLA) durante seis dias consecutivos, com pelo menos oito dias de intervalo entre os ensaios. A distância percorrida durante o Yo-Yo IR1 foi a medida de resultado primária, enquanto a frequência cardíaca (FC) foi medida continuamente durante todo o teste, e uma única amostra de sangue e saliva foi coletada imediatamente antes do teste. Seis dias de ingestão de BR aumentaram as concentrações plasmáticas e salivares de nitrato e nitrito em comparação com a PLA ($p < 0,001$) e melhoraram o desempenho no teste Yo-Yo IR1 em $3,4 \pm 1,3\%$. Seis dias de ingestão de BR melhoraram efetivamente o desempenho em exercícios intermitentes de alta intensidade em jogadores de futebol treinados.

Uma revisão sistemática realizada por Caixeta *et al.* (2022) foi realizada em vários artigos que estudaram os efeitos do suco de beterraba e a melhora da resistência cardiorrespiratória em atletas. O foco da revisão foi determinar os efeitos do suco de beterraba sozinho e em combinação com outras suplementações na resistência cardiorrespiratória em atletas.

Os artigos analisados cobriram um amplo espectro de esportes e incluíram atletas masculinos e femininos. Como principais conclusões pode-se observar que a suplementação com suco de beterraba como pré-treino resultou em melhorias significativas no desempenho físico, de acordo com 69,23% dos artigos analisados. Essas melhorias estão relacionadas ao aumento do consumo máximo de oxigênio (V_{O2} pico). O nitrato presente na beterraba, quando convertido em óxido nítrico, desempenha um papel fundamental nesse processo, promovendo vasodilatação e aumentando o fluxo sanguíneo, o que contribui para uma melhor oxigenação dos tecidos, suprindo a demanda dos músculos ativos (Caixeta *et al.*, 2022).

Entretanto, fica claro que há a necessidade de continuação dos estudos sobre a suplementação com suco de beterraba rico em nitrato (NO₃-). Embora os artigos revisados forneçam informações valiosas sobre os protocolos de aplicação, ainda não existem diretrizes claras quanto às quantidades específicas de mmol necessárias para obter uma eficácia determinante em indivíduos treinados. Além disso, não há uma padronização dos testes realizados em cicloergômetros, levando em consideração que cada indivíduo e cada pesquisa apresentam suas particularidades, e a resposta ao estímulo pode variar de acordo com o organismo.

Guerra *et al.* (2022) demonstrou que a intervenção com o nitrato (NO₃) presente no suco de beterraba demonstrou contribuições significativas nos testes de desempenho dos estudos primários.

A maioria dos ensaios incluídos na análise apresentou resultados superiores no grupo que ingeriu o NO₃ proveniente do suco de beterraba. Isso indica que o NO₃ presente no suco de beterraba é um recurso ergogênico importante em atividades de alta intensidade e curta duração. Essa descoberta sugere que a suplementação com suco de beterraba contendo NO₃ pode ser utilizada para melhorar o desempenho de atletas em condições que exigem esforços intensos.

Os estudos analisados fornecem evidências de que a suplementação com suco de beterraba, rica em NO₃, pode ser benéfica para atletas em termos de desempenho esportivo. Entretanto, torna-se relevante ressaltar que esses resultados são específicos para atividades de alta intensidade e curta duração. Mais pesquisas são necessárias para avaliar os efeitos do suco de beterraba em diferentes modalidades esportivas e em condições específicas de treinamento.

Já no estudo de Ferreira (2013) incluiu 55 voluntários normotensos (sem hipertensão) e 32 voluntários hipertensos, todos com idades entre 40 e 60 anos. O experimento teve a duração de 16 semanas e consistiu em um ensaio clínico controlado cruzado. Durante as oito primeiras semanas, os voluntários não realizaram exercícios físicos e foram feitas avaliações antes e depois desse período. Nas oito semanas seguintes, todos os participantes foram submetidos a três sessões de treinamento físico aeróbico (TFA) por semana, na intensidade do limiar funcional mínimo (MFEL) em uma esteira ergométrica. Após esse período de treinamento, foram realizadas novas avaliações.

As medições realizadas incluíram pressão arterial em repouso, frequência cardíaca em repouso e durante o exercício, teste de consumo máximo de oxigênio

(VO₂ máximo) e coletas de sangue em jejum noturno. As amostras de plasma e soro foram utilizadas para análises da atividade de enzimas antioxidantes, como superóxido dismutase (SOD) e catalase, e para avaliar as concentrações de óxido nítrico (NOx-) e malondialdeído (MDA), um indicador de estresse oxidativo.

Os resultados mostraram que tanto o grupo de voluntários normotensos quanto o grupo de hipertensos apresentaram reduções significativas na pressão arterial após o período de treinamento em relação ao período intermediário sem exercícios. Não foram observadas diferenças estatisticamente significativas nos valores de NOx-MDA após o treinamento físico. Entretanto, ambos os grupos apresentaram aumento significativo na atividade da enzima SOD, enquanto o grupo de hipertensos também mostrou aumento na atividade da enzima catalase.

Concluiu-se que o treinamento físico aeróbico realizado na intensidade do MFEL durante oito semanas foi eficaz em reduzir a pressão arterial em repouso e aumentar a atividade das enzimas antioxidantes SOD e catalase em adultos normotensos e hipertensos com idades acima de 40 anos. Esses resultados sugerem que o exercício aeróbico pode ser benéfico para melhorar a saúde cardiovascular e reduzir o estresse oxidativo em adultos de meia-idade e mais velhos.

Esse resultado corrobora com outros estudos que têm demonstrado que o consumo de beterraba ou suco de beterraba pode ter efeitos positivos no desempenho atlético e na saúde em geral. Estudos como o de Silva, Lima e Silva (2016), que realizaram uma revisão de literatura analisando sete estudos que investigaram os efeitos da suplementação de suco de beterraba na pressão arterial (PA) de idosos ou adultos mais velhos com hipertensão, independentemente da prática de exercício físico. Dos sete estudos, três encontraram redução significativa tanto na pressão arterial sistólica quanto diastólica. Com base nesses achados, há indícios de que a suplementação dietética de nitrato inorgânico presente no suco de beterraba possa contribuir para a redução da pressão arterial.

Em contrapartida, Silva *et al.* (2020) realizou um estudo com oito atletas da categoria Júnior de um clube de futebol, que receberam suplementação diária de 500 ml de suco de beterraba durante sete dias consecutivos. O objetivo era avaliar o efeito dessa suplementação no desempenho de força dos atletas, utilizando um teste específico com a cadeira extensora.

Entretanto, os resultados do estudo não mostraram um aumento significativo no número de repetições realizadas pelos atletas após a suplementação ($p > 0,05$). Isso indica que, no contexto desse estudo em particular, a suplementação de suco de beterraba não teve um impacto significativo no desempenho de força dos atletas.

Foram coletados dados sobre o índice de massa corporal (IMC) dos participantes, e a média encontrada foi de $22,56 \pm 1,09$ kg/m². A maioria dos atletas (87,5%) foi classificada como eutrófica, enquanto 12,5% foram classificados como com sobrepeso.

A análise da dieta dos atletas revelou ingestões insuficientes de calorias, cálcio, vitamina B9, potássio, fibras e magnésio. Além disso, observou-se um padrão dietético com baixo teor de carboidratos (hipoglicídico). Essas ingestões

inadequadas de nutrientes são capazes de ter impacto negativo no desempenho esportivo dos atletas e são capazes de ter influenciado nos resultados do estudo.

É importante ressaltar que, embora existam evidências que indiquem melhorias no desempenho em exercícios anaeróbicos com a suplementação de suco de beterraba, esse estudo específico não encontrou uma melhora significativa no teste de força realizado pelos atletas. Esses resultados destacam a importância de considerar outros fatores, como a adequação da dieta, além da suplementação específica, para otimizar o desempenho esportivo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos neste estudo científico, são capazes de afirmar que o consumo de beterraba apresenta benefícios significativos para o desempenho esportivo. A alta concentração de nitratos na beterraba contribui para a melhoria da capacidade de exercício, redução da fadiga e aumento da eficiência do oxigênio no organismo.

Os nitratos presentes na beterraba são convertidos em óxido nítrico, uma substância que promove a vasodilatação e melhora o fluxo sanguíneo para os músculos. Isso resulta em uma maior entrega de oxigênio e nutrientes, o que pode potencializar a resistência muscular e a recuperação pós-exercício.

Além dos efeitos diretos sobre o desempenho físico, a beterraba também possui propriedades antioxidantes que auxiliam na proteção contra o estresse oxidativo gerado durante o exercício. Isso contribui para a redução do dano muscular e favorece a recuperação muscular após os treinos intensos.

É demonstrado que resposta individual ao consumo de beterraba pode variar, sendo influenciada por fatores como idade, gênero, condição física e saúde geral. Portanto, é fundamental a avaliação individualizada e o acompanhamento de um profissional de nutrição esportiva para determinar a dose adequada e monitorar os efeitos do consumo de beterraba.

Considerando os resultados teóricos desse estudo e as evidências científicas disponíveis, a inclusão estratégica da beterraba na alimentação de atletas e indivíduos praticantes de atividades físicas intensas pode ser uma estratégia nutricional interessante para otimizar o desempenho esportivo e favorecer a recuperação muscular. Entretanto, é fundamental destacar que a beterraba não substitui uma alimentação equilibrada e individualizada, devendo ser parte de um plano nutricional global para obter os melhores.

REFERÊNCIAS

ANJOS, A. F. dos *et al.* **Óxido nítrico e o aumento do desempenho nas atividades físicas com a suplementação de origem vegetal.** Research, Society and Development, v. 10, n. 12, p. e289101220652, 2021.

ARAÚJO *et al.* **Transformação dos alimentos: açúcares e açucarados.** In: ARAÚJO *et al.* *Alquimia dos alimentos.* Brasília: Senac-DF, 2015.

BECKER, L. K. *et al.* **Efeitos da suplementação nutricional sobre a composição corporal e o desempenho de atletas: uma revisão.** *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, v. 10, n. 55, p. 93–111, jan. 2016.

BUHL, K. R.; RODRIGUES, L. **Suplementação dietética de nitrato no desempenho físico durante a corrida.** *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, v. 11, n. 63, p. 353–362, 2017.

CAIXETA, I. V. P. *et al.* **Efeito ergogênico da suplementação do suco de beterraba no exercício físico.** *Research, Society and Development*, v. 11, n. 9, p. e4711931724, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/31724> Acesso em: 3 jun. 2025.

SILVA, A. M. B.; LIMA, F. A. S.; SILVA, E. J. S. P. **Efeito da suplementação do suco de beterraba na pressão arterial de idosos.** Atena Editora, 2016. Disponível em: <https://atenaeditora.com.br/index.php/catalogo/post/efeito-da-suplementacao-do-suco-de-beterraba-na-pressao-arterial-de-idosos>. Acesso em: 3 jun. 2025.

DOMÍNGUEZ, R. *et al.* **Effects of beetroot juice supplementation on cardiorespiratory endurance in athletes: a systematic review.** *Nutrients*, v. 9, n. 1, p. 43, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nu9010043>. Acesso em: 3 jun. 2025.

FERNANDES, M. C. A. *et al.* **Caracterização do efeito vasodilatador dos nitratos orgânicos GTN, NTHF, NCOE e BIS-NTHF em artéria e veia isoladas de cordão umbilical humano.** 2015.

FERREIRA, M. J. **Efeito do treinamento físico aeróbio sobre o sistema cardiovascular, concentrações de nitrito/nitrato e a atividade das enzimas antioxidantes em adultos.** 2013. 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Educação Física) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2013.

FERNANDES, A. R. *et al.* **Eficiência do nitrato no desempenho de nadadores da categoria master de endurance no município de São Paulo.** *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, v. 11, n. 63, p. 321–326, maio 2017.

GHIARONE, T. *et al.* **Suplementação de nitrato e sua relação com a formação de óxido nítrico e exercício físico.** *Revista Acta Brasileira do Movimento Humano*, v. 4, n. 4, p. 103–135, 2014.

GOMES, F. B. **Suplementação dietética de Nitrato (beterraba) no desempenho da atividade física.** 2022.

GUERRA, C. V. *et al.* **Nitrato derivado do suco de beterraba e suas influências no exercício de alta intensidade: uma revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados.** *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, v. 16, n. 97, p. 107–117,

2022. Disponível em: <https://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/1975>. Acesso em: 3 jun. 2025.

LOUREIRO, L. L.; SANTOS, G. B. dos. **Nitrato: suplementação, fontes dietéticas e efeitos na performance**. Revista Brasileira de Nutrição Funcional, p. 7–16, 2017.

LOWINGS, S. *et al.* **Effect of dietary nitrate supplementation on swimming performance in trained swimmers**. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, v. 27, n. 4, p. 377–384, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2016-0251>. Acesso em: 3 jun. 2025.

MAUGHAN, R. J.; BURKE, L. M.; DURENBERGER, V. **Suplementação com suco de beterraba e desempenho físico em atletas de alto rendimento: uma revisão sistemática**. Journal of Sports Science & Medicine, v. 17, n. 3, p. 1-10, 2018.

MEIRELLES, C. M.; SPAOLONSE, K. F. **Efeitos da suplementação de nitrato sobre o desempenho em corridas: uma revisão sistemática**. Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, v. 17, n. 102, p. 11-21, 2023.

MENEZES, R.; RODRIGUES, Y. **Benefícios do Suco de Beterraba no Desempenho Esportivo**. 2020.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger: princípios de bioquímica**. 7. ed. São Paulo: Sarvier, 2019.

NYAKA YIRU, J. *et al.* **Beetroot juice supplementation improves high-intensity intermittent type 20 exercise performance in trained soccer players**. Nutrients, v. 9, n. 3, p. 314, 2017.

PARIZOTTI, C. S. **Suplementação com suco de beterraba no exercício físico**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

PEREIRA, M. A.; TAVARES, M. R.; SILVA, R. B. V. **Efeitos do suco de beterraba na performance de exercícios de endurance**. Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, v. 8, n. 47, 2014. Disponível em: <https://www.rbne.com.br/index.php/rbne/article/view/471>. Acesso em: 3 jun. 2025.

SANTOS, D. M. **Resultados da associação de nitrato com o exercício em duas fases da vida adulta**. 2016. 65 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade São Judas Tadeu, São Paulo, 2016.

SILVA, A. L. L. **Prescrição do exercício físico em tempos de pandemia**. Revista Brasileira do Esporte Coletivo, v. 4, n. 2, 2020.

ROCHA, P. K. L. *et al.* **Efeito hipotensor e anti-hipertensivo do nitrato orgânico benzoato de 4-nitrooxibutílica em ratos**. 2021.

ROSA, T.; APARECIDO, J. **Benefícios do suco de beterraba no exercício físico**. 2021.

SANTOS, M. L. P. de L. *et al.* **Características de consumo e aproveitamento integral da beterraba (*Beta vulgaris*)**. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 8, p. 79770-79780, 2021.

SANIOTO, S. M. L. *et al.* **Fisiologia da secreção salivar**. São Paulo: GEN, 2013.

SILVA, A. J. C. de *et al.* **Efeitos da suplementação de suco de beterraba sobre o desempenho em exercícios anaeróbicos**. Revista Uningá, v. 57, n. 3, p. 71-84, 2020.