UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE EDUCAÇÃO E SAÚDE
UNIDADE ACADÊMICA DE SAÚDE
CURSO DE BACHARELADO EM NUTRIÇÃO

LO-RUHAM GABRIEL BEZERRA CABRAL

POTENCIAL ERGOGÊNICO DA BETERRABA: UMA REVISÃO DA LITERATURA SOBRE OS EFEITOS DO NITRATO NO DESEMPENHO ESPORTIVO

Cuité-PB
2026

LO-RUHAM GABRIEL BEZERRA CABRAL

POTENCIAL ERGOGÊNICO DA BETERRABA: UMA REVISÃO DA LITERATURA SOBRE OS EFEITOS DO NITRATO NO DESEMPENHO ESPORTIVO

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Unidade Acadêmica de Saúde da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito obrigatório para a obtenção de título de Bacharel em Nutrição.

Orientadora: Prof.ª Dra. Raphaela Veloso Rodrigues Dantas

Cuité-PB

2026

C117p Cabral, Lo-Ruham Gabriel Bezerra.

Potencial ergogênico da beterraba: uma revisão da literatura sobre os efeitos do nitrato no desempenho esportivo. / Lo-Ruham Gabriel Bezerra Cabral. - Cuité, 2026.
50 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Nutrição) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Educação e Saúde, 2026.
"Orientação: Profa. Dra. Raphaela Veloso Rodrigues Dantas".

Referências.
1. Beterraba. 2. Beterraba – potencial ergogênico. 3. Beterraba – desempenho esportivo. 4. *Beta vulgaris* L. 5. Beterraba – esporte - desempenho. 6. Nitrato. 7. Centro de Educação e Saúde. I. Dantas, Raphaela Veloso Rodrigues. II. Título.

CDU 633.63(043)

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO BIBLIOTECÁRIO Msc. Jesiel Ferreira Gomes - CRB-15/256

LO-RUHAM GABRIEL BEZERRA CABRAL

POTENCIAL ERGOGÊNICO DA BETERRABA: UMA REVISÃO DA LITERATURA SOBRE OS EFEITOS DO NITRATO NO DESEMPENHO ESPORTIVO

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Unidade Acadêmica de Saúde da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito obrigatório para a obtenção de título de Bacharel em Nutrição.

Aprovado em 17 de março de 2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof.ª Dra. Raphaela Veloso Rodrigues Dantas
Universidade Federal de Campina Grande
Orientadora

Prof.ª Dra. Vanessa Bordin Viera
Universidade Federal de Campina Grande
Examinadora

Prof.ª Ma. Maria Juliete de Oliveira
Universidade Federal de Campina Grande
Examinadora

Cuité-PB
2026

Dedico este trabalho à minha família, especialmente à minha mãe, pelo apoio, incentivo e por tornar possível a realização deste momento

AGRADECIMENTOS

Quero, primeiramente, agradecer a Deus pela saúde, pela sabedoria, pela coragem e por colocar pessoas tão boas no meu caminho além de me conceder a graça de sempre me manter resiliente e alegre perante as adversidades da vida.

Agradeço aos meus pais, Durcila Bezerra Cabral e Severino Inácio Cabral por sempre acreditarem em mim durante toda minha vida, especialmente durante a graduação e vida estudantil, salientando a importância dos estudos no desenvolvimento pessoal. Obrigado por me proporcionarem o privilégio de "apenas estudar" e por me darem todo o suporte, seja eles financeiros ou psicológicos

Às minhas irmãs: Jackeline, Samara e Katiane por sempre estarem à disposição, e sempre se colocarem ao meu favor, tanto no âmbito acadêmico quanto na vida pessoal.

Àqueles que considero como minha segunda família: Luzia (Guinha), Romildo, Liliane e Rosália. Que, junto à minha família, sempre me orientaram no caminho correto, enfatizando a importância de se dedicar aos estudos.

À minha namorada, Lorranny Severo, a quem tenho grande admiração. Obrigado pela atenção, pelo carinho, pela paciência e por sempre me encorajar a conquistar meus objetivos.

Aos amigos que cativei durante toda minha vida, especialmente aos da minha cidade natal, que, devido ao grande número, prefiro não citar, pois seria necessário outro TCC. Aos que tive o prazer de conhecer durante o ensino médio, por quem tenho grande estima. Todos vocês foram importantes na formação da minha personalidade e em quem eu serei no futuro.

Aos professores, meus mais sinceros agradecimentos, vocês possuem um lugar guardado no meu coração, e é claro, na minha mente. Obrigado por compartilharem seus conhecimentos, não só referentes à nutrição, mas na formação de um profissional humano. Irei honrá-los, transmitindo o que eu aprendi a outros.

Em especial, à minha orientadora, Raphaela Veloso Rodrigues, por auxiliar na produção deste TCC.

Sobre Cuité, local que eu não conhecia, mas que não me impediu de aceitar o desafio. Determinado pelo meu propósito e encorajado pela família, fui em busca da minha graduação. Foi aqui que construí profundas amizades que levarei por toda minha vida. Agradeço, em especial, aos que dividiram moradia comigo, Maicon e Emanuel, e a todos aqueles que conheci durante a graduação: Eduarda Vieira, Jetson, Paulinho, Giovanna, Eyshella, Ana Izabel, Maria Clara, Priscila, Sabrina, Pablo, Helen, Ana Beatriz, Seu Vital, e todos os outros que direta ou indiretamente contribuíram na minha formação.

“Se vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes”.

Isaac Newton

RESUMO

A beterraba (*Beta vulgaris L.*) é uma hortaliça da família Quenopodiácea, rica em vitaminas, minerais e fitonutrientes biologicamente ativos. Ela vem sendo amplamente utilizada por praticantes de modalidades esportivas com o objetivo de melhorar a performance. Seu principal nutriente no que concerne ao aumento do desempenho, é o nitrato, sendo considerado um vegetal com altos teores desse composto. Este atua como precursor do óxido nítrico, responsável por promover a vasodilatação, melhorando o transporte de oxigênio e nutrientes para o interior das células. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar, por meio de uma revisão da literatura, se o consumo de beterraba antes da prática de atividade física contribui para a melhora do desempenho de atletas, tanto profissionais quanto amadores. Para a realização desta pesquisa, foram utilizados as bases de dados Pubmed, SciElo, Scopus (Elsevier) e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS). Para a obtenção dos artigos, fez-se uso de palavras chave e descritores relacionados à suplementação de suco de beterraba, nitrato e desempenho físico. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade e remoção de duplicatas, os estudos pertinentes foram selecionados para análise. Foram incluídos 17 artigos na revisão. De modo geral, as pesquisas envolveram principalmente participantes do sexo masculino e indivíduos fisicamente ativos ou atletas. Os resultados indicam que a suplementação com suco de beterraba pode promover melhorias em variáveis de desempenho físico, como potência, resistência muscular, tempo de prova e percepção subjetiva de esforço. As evidências demonstram que a suplementação de suco de beterraba pode ter ação ergogênica em diferentes modalidades de exercício. Todavia, os efeitos podem variar conforme o nível de aptidão física, tipo de exercício e sexo dos indivíduos , destacando-se a necessidade de mais estudos, especialmente com a inclusão de mulheres.

Palavras-chave: Beterraba; Nitrato; Performance; Óxido nítrico

ABSTRACT

Beetroot (Beta vulgaris L.) is a vegetable belonging to the Chenopodiaceae family, rich in vitamins, minerals, and biologically active phytonutrients. It has been widely used by individuals engaged in sports activities with the aim of improving performance. Its main nutrient related to performance enhancement is nitrate, being considered a vegetable with high levels of this compound. It acts as a precursor of nitric oxide, responsible for promoting vasodilation and improving the transport of oxygen and nutrients into cells. Thus, the present study aims to evaluate, through a literature review, whether the consumption of beetroot prior to physical activity contributes to improved performance in both professional and amateur athletes. For this research, the databases PubMed, SciELO, Scopus (Elsevier), and Virtual Health Library (VHL) were used. To obtain the articles, keywords and descriptors related to beetroot juice supplementation, nitrate, and physical performance were applied. After applying eligibility criteria and removing duplicates, the relevant studies were selected for analysis. A total of 17 articles were included in the review. In general, the studies mainly involved male participants and physically active individuals or athletes. The results indicate that beetroot juice supplementation may promote improvements in physical performance variables, such as power, muscular endurance, time trial performance, and rating of perceived exertion. The evidence suggests that beetroot juice supplementation may have ergogenic effects in different exercise modalities. However, these effects may vary according to the level of physical fitness, type of exercise, and sex of the individuals, highlighting the need for further studies, especially including women.

Key Words: Beetroot; Nitrate; Performance, Nitric oxide

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo do Nitrato.....24
Figura 2 - Produção de óxido nítrico e os possíveis impactos nos mecanismos fisiológicos..25
Figura 3: Fluxograma do processo de identificação, seleção e inclusão dos estudos (critérios prisma)..... 28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Quantidade de nitrato em mg a cada 100g de alimento fresco..... 23
Tabela 2 - Quantitativo de estudos identificados, removidos e incluídos na revisão por base de dados bibliográfica.....29
Tabela 3 - Nível de atividade dos participantes..... 30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Categorias e funções dos recursos ergogênicos..... 17
Quadro 2 - Caracterização dos estudos incluídos na revisão de literatura.....31
Quadro 3 - Síntese das características dos estudos incluídos: contexto, protocolos de exercício, perfil dos participantes e resultados principais.....36

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ON	Óxido nítrico
ATP	Adenosina trifosfato
BCAA	Aminoácidos de cadeia ramificada
EDRF	Fator de relaxamento derivado do endotélio
GCa	Guanilato ciclase ativa.
GMPc	Guanosina monofosfato cíclica.
GTP	Guanosina trifosfato.
HNO2	Ácido nitroso.
NO2	Óxido nítrico.
NO3	Dióxido de nitrogênio
O2	Oxigênio
WADA	Agência Mundial Antidoping
COI	Comitê Olímpico Internacional
DEsC/MeSH	Descritores em Ciências da Saúde / *Medical Subject Headings*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....13
2. OBJETIVOS.....15
2.1 Objetivos geral.....15
2.2 Objetivos específicos.....15
3. REFERENCIAL TEÓRICO.....16
3.1 Nutrição esportiva.....16
3.1.1 Histórico da alimentação atrelado ao desempenho físico.....16
3.1.2 Considerações sobre a nutrição esportiva nos dias atuais.....16
3.2 Recursos ergogênicos na nutrição.....17
3.2.1 O que é um recurso ergogênico.....17
3.2.2 Evolução das Práticas e Regulamentações no Uso de Substâncias para Aumento de Performance.....18
3.3.3 Ergogênicos nutricionais e a beterraba/nitrato como recurso ergogênico.....19
3.3.4 Suplementação.....22
3.4 Nitrato.....22
3.5 Óxido nítrico.....24
4. METODOLOGIA.....27
4.1 Critérios de inclusão e exclusão.....27
5. RESULTADOS.....29
6. DISCUSSÃO.....39
6.1 Implicações e responsividade conforme nível de condicionamento.....39
6.2 Implicações e responsividade conforme o sexo dos atletas.....40
6.3 Implicações e responsividade conforme metabolismos aeróbicos, anaeróbicos e mistos..41
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....43
8 REFERÊNCIAS.....44

1. INTRODUÇÃO

A beterraba (*Beta Vulgaris L.*) é uma hortaliça da família Quenopodiácea que tem origem nas regiões europeias e norte-africanas de clima temperado. A parte utilizada como alimento é a raiz, a qual possui formato arredondado e é caracterizada pelo sabor doce (Alves *et al*., 2008). Quanto a sua composição nutricional, representa uma excelente fonte de carboidratos, ferro, fósforo, magnésio, cálcio, potássio e nitrato (Knez *et al*., 2022). Ainda, estudos revelam que o consumo diário da beterraba traz efeitos funcionais importantes no tocante à prevenção e tratamento de diversas doenças crônicas, atribuídos especialmente à presença de nitrato, fibras e fitonutrientes biologicamente ativos tais como as betalaínas e betaxantinas. Em relação às suas propriedades funcionais, possui potenciais efeitos antioxidantes, atividade antitumoral, melhora no controle glicêmico e a pressão arterial, melhora o perfil lipídico, tem efeito protetor no fígado, rins e na função cognitiva, além de colaborar no aumento do desempenho físico (Chen *et al*.,2021; Knez *et al*., 2022; Silva *et al.,* 2019).

O aumento da prática de exercícios físicos pela sociedade acarretou uma consequente busca por alimentos e suplementos que pudessem aumentar o desempenho esportivo (Smith; Doe; Brown, 2023). A nutrição traz diversas possibilidades para o desporto além da oferta energética, podendo ser considerada um recurso ergogênico, capaz de melhorar performance, aumentar potência, retardar fadiga ou mesmo contribuir na recuperação muscular (Minuzzi, 2021). Diante de sua composição nutricional e seus potenciais efeitos biológicos, a beterraba tem sido amplamente utilizada por praticantes de atividade física, sob tal alegação de melhora de performance. Dentre os efeitos atribuídos ao legume, citam-se melhora de desempenho em exercícios de alta intensidade, com metabolismo predominantemente anaeróbico (Cuenca et al.,2018), aumento de performance em atividades que necessitam de maior utilização de oxigênio, no entanto com menor impacto (Barbosa *et al*., 2022) e benefícios em práticas de esforço intermitente de alta intensidade (Dominguez et al., 2022).

Tais efeitos são frequentemente atribuídos ao nitrato, um sal precursor do Óxido Nítrico (ON) presente em quantidades elevadas na beterraba. Uma vez na nossa corrente sanguínea, o óxido nítrico (ON) promove uma vasodilatação, gerando aumento do fluxo sanguíneo, permitindo uma maior passagem de oxigênio e nutrientes (Zoughaib *et al*., 2024; Collins; Kearns, 2020; Barbosa *et al*., 2022; Cuenca *et al.*, 2018). Ele é um radical livre capaz de atuar em inúmeras atividades biológicas, sendo elas: na homeostase vascular, contribuindo

para a regulação dos níveis pressóricos; no combate a células tumorais e patógenos; participa na transmissão de sinais nervosos; e na mediação de outros processos intra e extracelulares (Barreto; Correia; Muscará, 2005; Dusse; Vieira; Carvalho, 2003).

Sabe-se que o exercício físico induz naturalmente a liberação de óxido nítrico (Zago; Zanesco, 2006), no entanto, o consumo de fontes alimentares ou até mesmo suplementos precursores desse radical como arginina e citrulina, podem potencializar ainda mais os efeitos celulares do ON durante os treinos, com impacto significativo na performance esportiva (Ferreira et al, 2008; Brito, 2019).

Portanto, o presente estudo tem como objetivo realizar uma análise crítica da literatura científica para avaliar se o consumo de beterraba contribui para a melhora de desempenho de atletas, tanto profissionais quanto amadores.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivos geral

Avaliar, por meio de uma revisão da literatura, se o consumo de beterraba antes da prática de atividade física contribui para a melhora de desempenho de atletas, tanto profissionais quanto amadores.

2.2 Objetivos específicos

- Investigar as diferenças de resposta ao consumo de beterraba entre atletas de diferentes níveis de treinamento e modalidades esportivas;
- Mecanismos fisiológicos do nitrato e como podem atuar na melhora do desempenho físico.
- Comprender as possíveis diferenças de efeitos a partir do sexo;

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Nutrição esportiva

3.1.1 Histórico da alimentação atrelado ao desempenho físico

A concepção de que a alimentação pode impactar no desempenho físico é datada em 400 - 500 ac, quando atletas gregos e romanos utilizavam estratégias alimentares com o intuito de alcançar melhorias. Nesse sentido, vários alimentos eram utilizados ou até mesmo evitados, pois possivelmente poderiam ajudar ou atrapalhar na prática da atividade física. Parte dessas estratégias usavam como base mitologias, como, por exemplo, eles consumiam partes de animais a fim de obterem ganhos adicionais, como bravura, velocidade e força. No século 2 dc, epicteto relatou que os competidores evitavam consumir sobremesas e água fria, além de reduzirem o consumo de vinho, pois acreditavam que isso poderia prejudicar seu desempenho. Os espartanos também costumavam ingerir figo seco antes de suas atividades. Há registro de civilizações mais primitivas que já tinham o interesse em esportes, exercícios e saúde, como o império de Alexandre, o grande, impérios bíblicos, bem como regiões da Síria, babilônia, Média, Persa, Macedônia, Arábia, China etc. A busca por conhecimento nessas áreas geralmente era vinculada ao avanço da medicina. Um desses exemplos foi Eródico, que foi uma das bases do pensamento do renomado Hipócrates; ele era médico e atleta e defendia que a dieta apresentava papel importante na atividade física (Mcardle; Katch; Katch, 2016; Quaresma, 2022).

Desse modo, apesar de o binômio nutrição e atividade física, serem muitas vezes atrelados a mitos daquelas culturas, já se tinha convicção que a alimentação poderia impactar positiva ou negativamente a execução dessas atividades (Mcardle; Katch; Katch, 2016; Quaresma, 2022).

3.1.2 Considerações sobre a nutrição esportiva nos dias atuais

A partir do século 20, com os avanços da ciência, inúmeros estudos foram feitos, buscando entender a importância dos nutrientes ligados ao exercício. Ademais, as pesquisas enfatizaram a sua importância, constatando melhora no desempenho e recuperação entre as sessões, tudo isso relacionado ao consumo adequado de macro e micronutrientes, além de suplementos alimentares. Porém, apesar da atividade física ter papel sine qua non na saúde e qualidade de vida, ela gera uma maior demanda energética, podendo favorecer deficiências nutricionais, sobretudo para aqueles que buscam alto rendimento (Quaresma, 2022). Sendo

assim, as condutas nutricionais deverão ser baseadas em artigos científicos e consensos, a fim de possibilitar atender às ofertas de nutrientes necessárias, evitando atos errôneos o que acabaria prejudicando os atletas.

Acerca da oferta energética, deverá ser considerado o tipo de atividade, calendário de competição, nível de treinamento, sexo, idade, objetivos sono e nível de saúde. O plano alimentar deve se nortear por todos esses aspectos, entregando uma dieta condizente com o indivíduo (Quaresma, 2022).

3.2 Recursos ergogênicos na nutrição

3.2.1 O que é um recurso ergogênico

O termo ergogênico deriva do grego ergo (trabalho) e gen (produção, criação de) (Biesek; Alves; Guerra, 2015;) Ele pode ser definido como uma técnica ou recurso nutricional, físico, mecânico, psicológico ou farmacológico que aumente a capacidade de realização de trabalho. Isto inclui diversas substâncias e procedimentos, tais como álcool, anfetaminas, efedrina, hormônios, carboidratos, aminoácidos, ácidos graxos, aumento do número de hemácias adicionais, cafeína, carnitina, creatina, fosfatos, além de recursos com misturas respiratórias com altas concentrações de oxigênio, massagens, óleo de gérmen de trigo, vitaminas, minerais, ar ionizado, música e hipnose já foram utilizados com o objetivo de melhorar o desempenho, incluindo ainda o uso de drogas como maconha e cocaína (Mcardle, 2016). Ou seja, tudo aquilo que seja capaz de melhorar a performance pode ser considerado um recurso ergogênico.

Quadro 1 - Categorias e funções dos recursos ergogênicos.

CATEGORIA	RECURSO ERGOGÊNICO	FUNÇÃO
Mecânicos	Tênis de corrida mais leves, equipamentos ciclísticos com design aerodinâmico, roupas, meias de compressão, etc.	Ferramentas ou dispositivos que sejam capazes de estimular uma resposta fisiológica que possam contribuir na atividade
Psicológicos	Hipnose, música, meditação, entre outros	São técnicas que podem modular o comportamento, aprimorando a concentração e motivação.
Fisiológicos	Administração de concentrado de hemácias, treinamento em altitudes elevadas	mecanismo ou adaptação fisiológica capaz de potencializar a performance
Farmacológicos	Esteróides anabolizantes,	Medicamentos que promovem

	álcool, diuréticos, eritropoetina, etc.	um acréscimo suprafisiológico em substâncias ou hormônios..
Nutricionais	Suplementação de creatina, cafeína, BCAA, vitaminas e minerais, entre outros.	são suplementos feitos a partir de ingredientes com potencial de aumentar o desempenho

Fonte: (Barros Neto, 2001; Castro, 2021; Minuzzi, 2021; Oliveira *et al.*, 2023).

3.2.2 Evolução das Práticas e Regulamentações no Uso de Substâncias para Aumento de Performance

Na tentativa de aumentar o desempenho em competições esportivas, muitos atletas acabam recorrendo ao uso de substâncias que melhoram de forma artificial, acarretando em vantagens significativas no momento da realização do exercício quando comparado aos atletas que não fazem uso. Portanto, esses recursos podem ser considerados doping, sendo restrita a sua utilização em competições esportivas, mas nem sempre foi assim. Em Saint Louis, EUA, onde ocorreu 3 jogos olímpicos modernos, o competidor Thomas John Hicks ingeriu uma dose de conhaque associado a sulfato de estricnina (veneno de rato). Outro fato histórico, foi a utilização de esteróides anabolizantes por levantadores de peso estadunidenses e soviéticos, em 1960, episódio que aconteceu antes da proibição. Para que essa prática fosse desestimulada, foi criada uma fundação independente que fosse capaz de classificar e identificar o uso dessas substâncias ilícitas, a World Anti-Doping Agency (WADA) (Mcardle, 2016).

Com a proibição de muitos desses recursos, principalmente os que aumentam a performance de maneira artificial, evidenciou-se a procura por aqueles que fossem permitidos pelos órgãos competentes. Um dos recursos que se popularizou na década de 1970, foi a ingestão de carboidratos pré-competição. Essa busca incessante de alimentos ou técnicas, induziu os atletas a escolherem, mesmo sem comprovação científica, a utilização de ergogênicos ineficazes, produzindo apenas efeitos placebo, ou uso excessivo de suplementos alimentares, sendo a ingestão além do recomendado não trazendo ganhos adicionais; pelo contrário, podem estar relacionados à sobrecarga de alguns órgãos (Mizzuni, 2021; Macedo; Ferreira, 2021).

Mediante o que já foi elucidado sobre recursos ergogênicos, aqueles em que são regulamentados podem trazer melhorias no quesito desempenho, mesmo que sejam de forma simplória, sendo o suficiente para atletas de alta performance, haja vista que qualquer diferença pode resultar em título. Porém, é de suma importância que os supostos ergogênicos

tenham comprovação científica, para que assim possam fazer diferença durante a competição ou treinamento.

3.3.3 Ergogênicos nutricionais e a beterraba/nitrato como recurso ergogênico

Os ergogênicos nutricionais são substâncias que, quando ingeridas, podem levar os desportistas a terem melhores desempenhos. Eles podem ser capazes de hipertrofiar o tecido muscular, como também aumentar a oferta e a geração de energia (Biesek; Alves; Guerra, 2015).

Os nutrientes são subdivididos em carboidratos, lipídios, proteínas, vitaminas, minerais e água. Os carboidratos é tido como principal fonte de energia para o corpo humano, atua na preservação de proteínas, na prevenção da cetose e como combustível para o cérebro, seguido pelas gorduras que além de fornecerem energia, compõem a estrutura das células, ajuda na proteção de órgãos vitais, atua como isolante térmico e transporte de vitaminas. As proteínas por sua vez, que são constituídas por unidades de aminoácidos, podem atuar na produção e reparação de tecidos, na formação de enzimas, como precursor de coenzimas, hormônios e ácidos nucleicos e, em casos em que o níveis de carboidratos estejam baixos, na geração de energia. As vitaminas possuem várias funções: coagulação sanguínea, função ocular, função neuromuscular, formação de hormônios, metabolismo ósseo, liberação de energia, entre outros. Já os minerais desempenham funções como ajudar a manter as funções corporais normais, na regulação do metabolismo como também auxilia na formação de estruturas do nosso corpo. Por fim, a água que constitui a maior parte do nosso corpo, atuando no transporte de nutrientes e gases, lubrifica as articulações, regulação térmica, proteção dos órgãos, etc. Os nutrientes são essenciais para que os atletas possam performar em suas atividades, pois estão envolvidos na produção energética, sendo alguns nutrientes mais importantes nesse processo (Biesek; Alves; Guerra, 2015; Mcardle, 2016; Paschoal; Naves, 2014).

Alguns suplementos nutricionais se popularizaram por supostamente melhorarem o desempenho físico como também de potencializarem a síntese proteica ou até mesmo reduzir o dano muscular. No entanto, boa parte deles não possuem comprovação científica, limitando-se apenas a extrapolações mecanicistas. A literatura traz alguns suplementos supostamente ergogênicos e como funcionam os seus mecanismos fisiológicos.

Um dos suplementos mais populares e que possui uma vasta literatura é a creatina, descoberto em 1832, ela se popularizou mediante a crença de que aumentaria a força e velocidade de desportistas. A creatina pode ser produzida pela fonte endógena; a partir da

síntese de 3 aminoácidos: glicina, arginina e metionina; ou oriunda da dieta, geralmente em proteínas animais, no entanto precisaria de um alto consumo para atingir a dose ergogênica recomendada. Ela é armazenada em maiores quantidades no músculo esquelético, onde é fosforilada, tornando-se fosfocreatina, na qual pode acelerar a ressíntese de ATP (Biesek; Alves; Guerra, 2015; Paschoal, 2016).

O whey protein, termo referente às proteínas isoladas do soro do leite, é um suplemento alimentar muito requisitado, pois fornece proteínas de alto valor biológico, ricas em aminoácidos essenciais, e tem uma forma de consumo hábil. Ele pode contribuir para o fornecimento do aporte diário necessário de proteínas, auxiliando no aumento da massa muscular e força (Biesek; Alves; Guerra, 2015; Paschoal, 2016).

Cafeína é um suplemento que pode ser classificado como ergogênico nutricional e/ou farmacológico. É amplamente utilizado, seja em exercícios anaeróbicos ou aeróbicos, pois, alega-se que seu uso antes da prática de atividade física, tem o potencial de melhorar o desempenho. É uma substância encontrada em diversos alimentos e medicamentos. Sobre o seu mecanismo de ação, a teoria mais aceita é de seus efeitos no sistema nervoso central, visto que, por elevar a excitabilidade neural, ocasiona em um melhor recrutamento de unidades motoras, ainda, pode exercer influência sobre questões motivacionais, devido ao aumento no estado de alerta e humor. (Biesek; Alves; Guerra, 2015; Paschoal, 2016).

A beterraba, cujo nome científico é *Beta vulgaris*, é uma hortaliça herbácea da família Chenopodiaceae, que tem origem no sul e leste da Europa e norte da África. Podemos encontrá-la em três tipos: A beterraba forrageira, comumente utilizada para a alimentação animal; a açucareira de cor branca, semeada principalmente na europa; e a que é mais conhecida no prato do brasileiro, a hortícola, conhecida como beterraba vermelha, cuja raíz é a parte mais consumida. Ela tem o uso bastante amplo, podendo ser preparada na sua forma crua, como suco ou ralada, adicionada às saladas ou cozida, em doces, bolos, sopas, etc. Algo que precisa ser destacado, é que a forma de preparo pode alterar a composição dos seus nutrientes; o cozimento, sobretudo se for excessivo, pode gerar perda significativa desses compostos (Lana, 2010; Tivelli *et al.*, 2011). Um estudo de Salehzadeh *et al* (2020), que avaliava o teor de nitratos em vegetais frescos e cozidos, demonstrou que o cozimento reduz o teor de nitratos. No entanto, a fritura obteve resultados opostos, aumentando-o consideravelmente.

Isto posto, a beterraba, em razão da alegação de melhora na performance, vem sendo amplamente utilizada, seja por atletas amadores seja por atletas de alta performance, o que abre indagações se seu uso realmente produz algum efeito. Partindo deste princípio, a

beterraba que é rica em diversos nutrientes e possui um ótimo valor nutritivo aqui já elucidados, quando se trata de aumento de desempenho, leva em consideração o nitrato presente em sua raiz, que por mecanismos que induzem aumento óxido nítrico, pode aumentar a performance (Zoughaib *et al., 2024)*.

Uma declaração do consenso do Comitê OlÍmpico internacional (COI) feita por Maughan *et al.*, (2018), trouxe quais suplementos atuariam de forma direta no aumento do desempenho, o nitrato está presente; bem como creatina, beta-alanina, cafeína e bicarbonato de sódio. A declaração demonstrou em quais situações e quantidades esses efeitos eram observados. Destacou que os resultados mais expressivos foram observados, quando o nitrato ou alimento rico em nitrato, era ingerido 2 a 3 horas antes da realização da atividade. A quantidade de nitrato a ser consumido deve ser de 5-9 mmol (310 a 560mg), enfatizando que o uso acima de 16,8 mmol (1041mg) não resulta em ganhos adicionais. Outro aspecto é que, em atletas altamente treinados, os resultados são menores. Ratificando as evidências trazidas pelo COI, a Australian Sports Commission classifica a ingestão/suplementação de nitrato como nível A de evidência.

Deste modo, como visto no consenso do COI, somente 5 suplementos são considerados ergogênicos, incluindo o nitrato, o principal componente quando se busca a ingestão de beterraba, trazendo um número significativo de evidências que corroboram com o seu uso. Além disso, o COI ressalta que o uso de suplementos produz efeitos modestos, sendo-lhes atribuída uma pequena parcela que circundam todo o planejamento de um atleta de alta performance. Ou seja, os preparadores devem se basear em evidências para receitarem quaisquer tipos de suplementos, visto que a maioria deles não produz resultados impactantes.

No que concerne à toxicidade do nitrato, mais estudos são necessários para concluir se o consumo de nitrato é ou não seguro para a saúde. Estudos que avaliaram um alto consumo, 16 mmol/dia, e seus possíveis impactos, constataram que ele não aumentava o risco de câncer, metemoglobinemia, hipotensão ou lesão renal, contudo é necessário estudos a longo prazo para concluir tamanha afirmação (Shannon et al., 2022). De acordo com a International Agency Research on Cancer (2010) não existem evidências para concluir que o consumo de nitrato isoladamente seja carcinogênico, entretanto, quando administrado na presença de agentes carcinogênicos pode atuar como promotor tumoral, possivelmente devido à formação de compostos nitrosos, como a nitrosaminas. Neste sentido, os antioxidantes têm papel crucial, pois podem atuar prevenindo a formação de nitrosaminas. Na contramão, em carnes processadas, no qual os nitratos são utilizados como forma de aumentar o tempo de conservação, há uma maior possibilidade da formação desses compostos considerados

cancerígenos (Karwowska; Kononiuk, 2020). Portanto, a fim de atenuar os possíveis efeitos deletérios dos nitratos, é aconselhado adquirir esses sais por meio de vegetais ou frutas (Shannon et al., 2022).

3.3.4 Suplementação

Segundo a ANVISA (2022, p. 32) suplementos alimentares são definidos como "produtos para ingestão oral, apresentados em formas farmacêuticas, destinados a suplementar a alimentação de indivíduos saudáveis com nutrientes, substâncias bioativas, enzimas ou probióticos, isolados ou combinados".

O nitrato, por sua vez, pode ser obtido através da alimentação caseira, advinda do consumo de alimentos ricos nesse ânion ou a partir da utilização de suplementos alimentares, que incluem o concentrado da raiz da beterraba, denominado pó de beterraba, nitrato inorgânico e barras de suplemento à base de beterraba (Palma, 2018). Todos eles agem na via responsável pelo aumento do óxido nítrico. De acordo com Zoughaib *et al* (2024), o suco da beterraba feito de forma artesanal se mostrou mais eficaz do que sal de nitrato devido à presença de compostos bioativos.

Não obstante, outros suplementos podem ser utilizados na tentativa de aumentar a produção de óxido nítrico, como, por exemplo, a L-arginina e a L-citrulina, aminoácidos que são substratos que atuam na reação responsável pela produção de ON (Lopes, 2023).

3.4 Nitrato

Há duas formas de se obter nitrato, que são a partir da via endógena, da L arginina-ON sintetase, que é dependente de oxigênio e é catalisada pela família das enzimas óxido nítrico sintetase, e a via exógena, comumente nomeada de Nitrato-Nitrito-ON, sendo independente de oxigênio, no qual o processo é intermediado pelas enzimas nitrato redutases (Wylie et al., 2015; Jones, 2014). O nitrato é adquirido por meio da alimentação, tendo como principal fonte os vegetais, principalmente os de folhas verdes, como alface e espinafre. Por exemplo, uma porção desses vegetais fornece mais nitrato do que é formado durante um dia pela via endógena. Água potável, carne processada, ervas e frutas também são fontes de nitrato (Lundberg; Weitzberg; Gladwin, 2008; Griffiths *et al.,* 2023).

O nitrato é absorvido pelas raízes das plantas e, posteriormente, é levado para os órgãos acima do solo pelo xilema. A literatura indica que as folhas possuem maiores quantidades de nitrato quando comparadas às raízes. Algumas famílias são listadas como fontes alimentares de nitrato. São elas: Brassicaceae (rúcula, rabanete e mostarda),

Chenopodiaceae (beterraba, acelga e espinafre), Amaranthaceae (amaranthus), Asteraceae (alface) e Apiaceae (aipo e salsa). Vale destacar que o teor de nitrato será condicionado por fatores atmosféricos e fatores agrícolas (Luetic *et al.*, 2023).

Tabela 1 - Quantidade de nitrato em mg a cada 100g de alimento fresco.

Quantidade de nitrato(mg) a cada 100g de comida fresca.	Alimento
Muito baixo < 20 mg	Espargos, cebola, feijão, cogumelos, ervilha, pimenta,tomate, melancia e alho.
Baixo < 50 mg	Brócolis, cenoura, couve- flor, pepin, abóbora e chicória
Moderado < 100 mg	Repolho, endro e nabo
Alto < 250 mg	Avelã, repolho chinês, endívia, funcho, alho-poró, salsa e couve-rábano
Muito alto > 250 mg	Aipo, agrião, cerefólio, alface, bilha, espinafre, rúcula e beterraba vermelha.

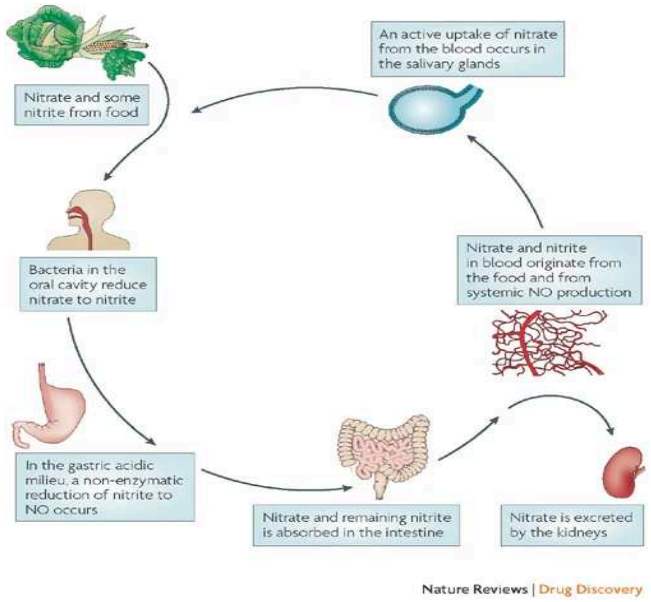
Fonte: Santos; Loureiro, 2017.

Como mostra a tabela 2, não é só a beterraba que tem concentrações consideráveis de nitrato, outros vegetais podem ser consumidos com o intuito de atingir a cota necessária para produzir efeitos ergogênicos. Todavia, estas concentrações não são fixas, podendo variar de acordo com a região, solo, defensivos agrícolas e o método de cultivo utilizado (Santos; Loureiro, 2017)

Mediante aos processos fisiológicos que perpassam a ingestão dos vegetais ricos em nitrato ou do nitrato propriamente dito, nosso corpo não fornece enzimas que sejam capazes de metabolizá-lo de forma eficaz. Neste caso, bactérias anaeróbicas comensais facultativas presentes na nossa cavidade oral irão desempenhar esse papel. Elas produzem a enzima nitrato-redutase, que será responsável por reduzir o nitrato a nitrito. Vale salientar que enxaguantes bucais e antibióticos podem diminuir as reações enzimáticas, pois inativam as células bacterianas (Baião; Silva; Paschoalin, 2023). Após o bolus ser deglutido, e entrar em contato com o ambiente ácido do estômago, ele é protonado, ou seja, recebe Íons de Hidrogênio, transformando-se em ácido nitroso (HNO2). Logo em seguida, ele se decompõe através de reações não enzimáticas em óxido nítrico e outros óxidos de nitrogênio bioativos. Os nitratos e nitritos remanescentes, são absorvidos no jejuno, onde irão para a circulação e , sob condições de ausência de oxigênio, poderão ser convertidos em óxido nítrico (ON) pelo

sangue e tecidos. No sangue, ele se juntará com o nitrato produzido endogenamente. Grande parte do nitrato é excretado pelos rins e apenas 25% é absorvido pelas glândulas salivares, concentrando-se na saliva, completando o ciclo entero-salivar. O pico plasmático de nitrato e nitrito acontece em 1h e 2-3h, respectivamente. Mantém-se em valores significativos até 5-6h após a ingestão (Lundberg;Weitzberg;Gladwin, 2008; Jones *et al.,* 2021; Baião; Silva; Paschoalin, 2023; Santos; Loureiro, 2017; JęDREJKO et al., 2024).

Figura 1 - Ciclo do Nitrato.



Fonte: Lundberg;Weitzberg;Gladwin, 2008.

3.5 Óxido nítrico

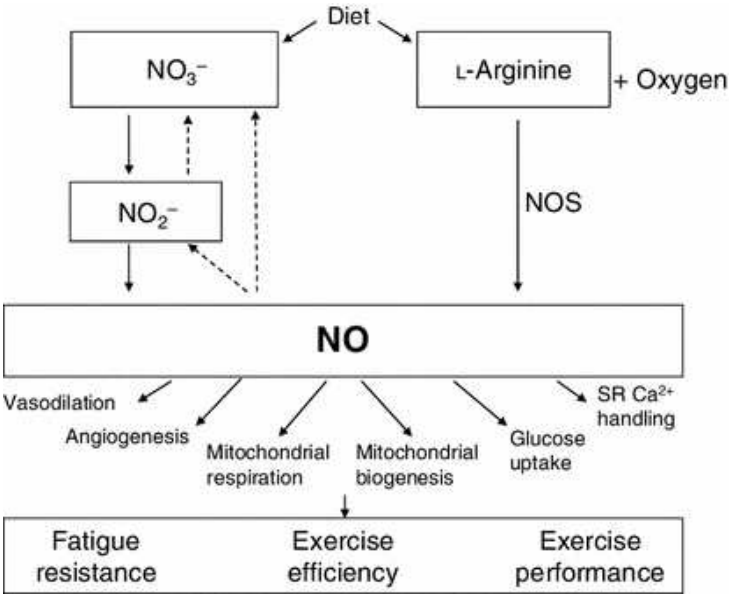
Segundo Dusse, Vieira e Carvalho (2003, p. 2) o óxido nítrico é "um radical livre, gasoso, inorgânico, incolor, que possui sete elétrons do nitrogênio e oito do oxigênio, tendo um elétron desemparelhado". Tal configuração permite alta reatividade, fazendo com que ele possa se oxidar para NO2 e NO3 (Baião; Silva; Paschoalin, 2023). Ele atua em vários processos fisiológicos, como controle do tônus vascular, neurotransmissão nos sistemas centrais e periféricos, respiração mitocondrial, contratilidade do músculo esquelético, defesa imunológica, captação de glicose, angiogênese e manuseio de cálcio do retículo sarcoplasmático (Jones *et al*., 2021; Wong; Sim; Queimaduras, 2021). Antes de 1980, não se tinha conhecimento das suas funções biológicas, sendo conhecido como um poluente ambiental e potencial causador de câncer. Pesquisadores, que tinham como objetivo apurar seus efeitos no endotélio vascular, descobriram que alguns vasodilatadores precisavam de um

fator fundamental para que pudessem promover o relaxamento vascular. Nomearam-no de fator de relaxamento derivado do endotélio (EDRF), e esse processo era facilitado pela guanosina monofosfato cíclica (GMPc). Subsequentemente, estudos mostraram que o óxido nítrico é idêntico à EDRF (Dusse; Vieira; Carvalho, 2003).

> No interior da célula muscular, o NO interage com o ferro do grupo heme da enzima guanilato ciclase, acarretando uma alteração da conformação desta enzima, tornando-a ativa (GCa). A GCa catalisa a saída de dois grupamentos fosfato da molécula de guanosina trifosfato (GTP), resultando na formação de guanosina monofosfato cíclica (GMPc). (Dusse; Vieira; Carvalho, 2003, p. 4).

Assim, a elevação de GMPc, promove o relaxamento da célula, pois provoca uma queda da concentração do cálcio intracelular (Palma, 2018). Essa dilatação, irá promover uma melhora do fluxo sanguíneo, oxigenação muscular, bem como redução da pressão arterial. Assim, promoverá uma menor utilização de O2, de fosfocreatina e custo pela produção de ATP, biogênese mitocondrial, maior captação de glicose pelas proteínas musculares e elevação da conversão de fibras tipo 2 (Santos; Loureiro, 2017).

Figura 2 - Produção de óxido nítrico e os possíveis impactos nos mecanismos fisiológicos.



Fonte: Jones, 2014.

Como representado na figura de Jones (2014), o nitrato atua aumentando os estoques de óxido nítrico, este que, por sua vez, desencadeia diversos mecanismos fisiológicos que podem contribuir na atenuação da fadiga, na melhora da eficiência do exercício e na performance esportiva.

Dessa forma, a suplementação de nitrato, advindo de suco de beterraba, pode ser um aliado de atletas profissionais e amadores, decorrente da sua alta disponibilidade no mercado e seu custo relativamente baixo (Tivelli et al., 2011), podendo ser facilmente incluído na rotina alimentar dos esportistas.

Sendo assim, essa revisão de literatura objetiva analisar os artigos mais recentes da literatura, a fim de obter respostas acerca do impacto do suco de beterraba na performance de atletas de diferentes modalidades

4. METODOLOGIA

O presente trata-se trata-se de um estudo de revisão bibliográfica com caráter descritivo e abordagem qualitativa no que diz respeito ao consumo de beterraba antes da prática de atividade física na melhora do desempenho físico de atletas, tanto profissionais quanto amadores.

Para a coleta de dados, realizou-se um levantamento bibliográfico utilizando as bases de dados: PubMed, Scopus (Elsevier), SciElo e Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), publicadas no período de 2019 a 2025. Portanto, foram selecionados artigos científicos com idioma em português e inglês, utilizando as seguintes palavras-chaves e descritores: “nitrato”, “suco da beterraba”, “exercício”, “resistido”, “aeróbio”, “anaeróbio”, “beterraba e suplementação”, como palavras chave em português; “*Beta vulgaris”*, “exercise”, “nitrates”, “Dietary Supplements”, “Athletic Performance”, “Endurance Training”, “Physiology” e “Resistance Training” como descritores em inglês; “beet”, “nitratos”, “nitric oxide”, “supplementation”, “ergogenic”, “bete juice”, como palavras chaves em inglês. Para encontrar os descritores, utilizou-se o DEsC/MeSH. Como auxílio de pesquisa: os operadores booleanos “AND”,“OR” e “NOT”.

4.1 Critérios de inclusão e exclusão

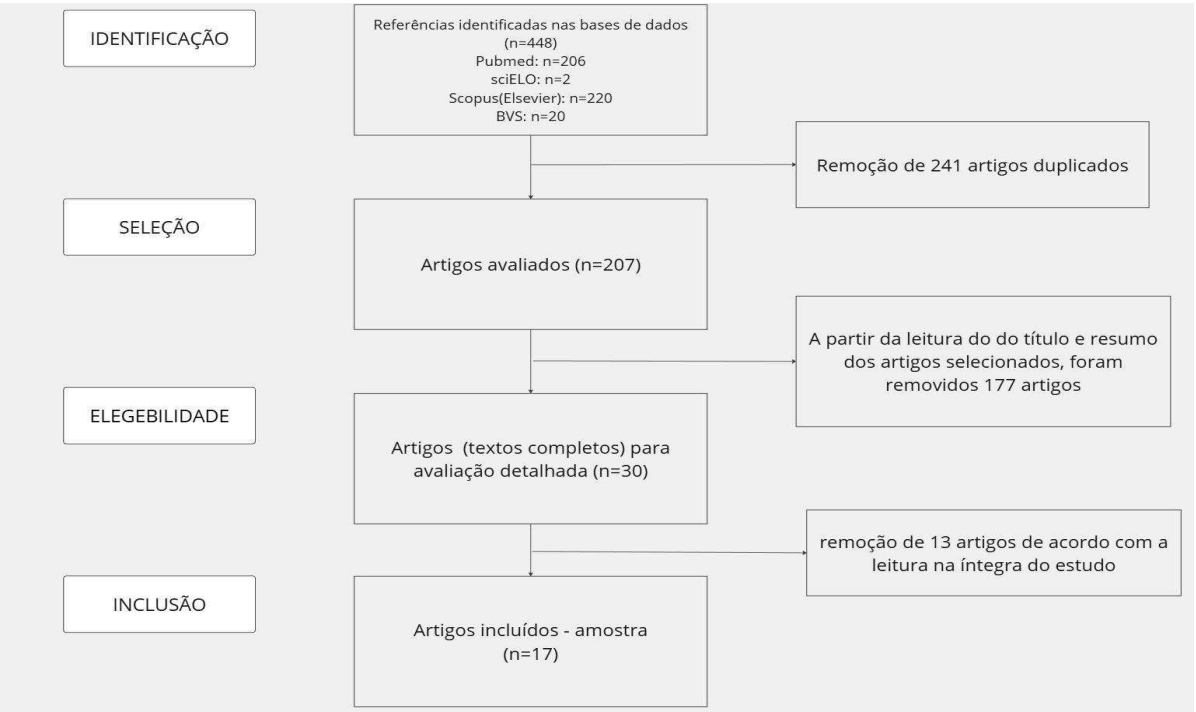
Critérios de Inclusão

Foram incluídos nesta revisão estudos que atenderam aos seguintes critérios: (1) realizados em modelos humanos; (2) Estudos clínicos com grupo controle; (3) Artigos com metodologia detalhada; (4) Descrição clara do protocolo de suplementação, incluindo dose, duração e forma de administração; (5) Presença de cegamento válido; (6) Estudos conduzidos com adultos saudáveis; (7) Artigos disponíveis na íntegra para leitura e análise completa.

Critérios de exclusão

Foram excluídos estudos que apresentaram as seguintes características: (1) Estudos realizados em modelos animais ou in vitro; (2) Artigos que não apresentavam grupo controle; (3) Metodologia insuficientemente escrita; (4) Estudos conduzidos em populações que não correspondiam ao objetivo da revisão, como idosos, crianças ou indivíduos com doenças crônicas não transmissíveis.

Figura 3: Fluxograma do processo de identificação, seleção e inclusão dos estudos (critérios prisma).



Fonte: autoria própria, 2026.

Inicialmente, foram identificados 448 artigos nas bases de dados consultadas. Em seguida, os artigos duplicados foram removidos com auxílio do software Endnote, restando 207 estudos para análise. Posteriormente, foi realizada a leitura dos títulos e resumos, resultando na seleção de 30 artigos para a leitura na íntegra. Por fim, após a avaliação detalhada e aplicação dos critérios de elegibilidade estabelecidos, 17 artigos foram incluídos na amostra final desta revisão.

5. RESULTADOS

A análise dos resultados da revisão foi realizada por meio do estudo de 30 artigos, lidos na íntegra, contudo, desses, um total de 17 artigos foram considerados elegíveis para compor a revisão, através de filtragem com base nos critérios já apresentados.

Durante a pesquisa, foram excluídos inúmeros artigos por não serem compatíveis com os critérios de inclusão proposto na metodologia. Artigos que continham a presença de outros suplementos conjuntamente ao suco de beterraba e falta de clareza no delineamento e protocolo de intervenção. Esses fatores poderiam comprometer a análise dos efeitos do nitrato na performance.

Uma análise crítica dos estudos selecionados, foi essencial a fim de obter resultados fidedignos, garantindo a validade e confiabilidade da pesquisa.

Na tabela abaixo apresentam-se os estudos selecionados, por meio das bases de dados: Scopus (elsevier) (1), PUBMED (2), SciELO (3) e Biblioteca Virtual em Saúde, os quais passaram por minuciosa triagem e, em seguida inclusão ou remoção da análise.

Tabela 2 - Quantitativo de estudos identificados, removidos e incluídos na revisão por base de dados bibliográfica.

BASE DE DADOS	NÚMERO DE ESTUDOS	ESTUDOS REMOVIDOS	ESTUDOS INCLUÍDOS NA REVISÃO
Scopus(Elsevier)	220	214	6
PUBMED	206	196	10
sciELO	2	2	0
BVS	20	19	1

Fonte: autoria própria, 2026.

A base de dados que apresentou maior número de estudos identificados foi a Scopus (Elsevier) (n=220), seguido pela PUBMED (n=206). Entretanto, após a aplicação dos critérios de elegibilidade, a PUBMED foi a que mais contribuiu com estudos na revisão (n=10), seguida da Scopus (n=6) e da BVS (n=1). A sciELO não apresentou estudos elegíveis para compor a amostra final da revisão.

A tabela a seguir, refere-se à distribuição dos estudos incluídos na revisão conforme o grau de atividade física dos participantes, classificados como atletas recreativos, profissionais, semiprofissionais e indivíduos inativos.

Tabela 3 - Nível de atividade dos participantes.

Nível de atividade	Estudos
Atletas profissionais	3
Atletas recreativos	9
Atletas semiprofissionais	4
Indivíduos Inativos	1

Fonte: autoria própria, 2026

Com vistas a realizar uma análise detalhada da literatura e as possíveis nuances características da individualidade de cada atleta, os participantes foram seleccionados de acordo com o nível de atividade física. Dentre os 17 artigos selecionados, (9) eram referentes à atletas que praticavam esportes de forma recreativa, (3) com atletas profissionais, (4) com atletas semiprofissionais e (1) com indivíduos considerados inativos. Entende-se, portanto, que a maioria dos estudos é composta por indivíduos atuantes em alguma modalidade de treinamento.

No Quadro 2 estão apresentados todos os artigos incluídos neste trabalho, com descrição resumida de público e modalidade esportiva estudada, protocolo de suplementação e principais achados da pesquisa em questão.. Em relação ao tipo de suplementação utilizada, todos os ensaios empregaram o pó de beterraba em diluição aquosa como fonte de nitrato. Para o grupo placebo, os sucos utilizados eram o próprio suco de beterraba, mas com baixo teor de nitrato ou suco de groselha preta. Observa-se que a maioria dos estudos foram conduzidos com participantes do sexo masculino (n=12). Em contrapartida, um número reduzido de pesquisas investigou apenas participantes do sexo feminino (n=3) ou incluiu ambos os sexos na amostra (n=3), evidenciando uma predominância de investigações realizadas em homens.

Quadro 2 - Caracterização dos estudos incluídos na revisão de literatura

Autor/ano	Participantes	Protocolo de exercício	Protocolo de suplementação	Principais resultados e conclusões
Williams *et al*. 2020	11 individuos do sexo masculino treinados em exercícios de resistência.	Teste de potência e velocidade (2 repetições a 70% de 1RM) e repetições máximas a 70% de 1RM.	**SB:** 70 mL (400 mg NO_3^-) **PLA:** groselha preta, 70 ml Ambos 2 horas antes	↑ velocidade e na potência ↑ número total de repetições realizadas até a falha concêntrica.
Ahmadpour; Fashi; Hemmatinafar. 2024	10 esquiadores alpinos, com experiencia maior ou igual a 5 anos, do sexo masculino	Testes de saltos de caixa de 90s(BJ90), salto de obstáculo hexagonal de agilidade (Hex Jump) e teste de sentar na parede. Posteriormente, 2 corridas de desempenho Slalom (SL).	**SB:** 220 mL/dia, 2,5–3 h pré-testes **PLA:** 220 mL/dia (Geernosense, Shiraz, Irã), 2,5–3 h pré-testes.	↑ resistência muscular da perna ↑ número de saltos ↓ redução de tempo para mudar de direção no Hex Jump. ↓ Tempo para completar a corrida, RPE e dor muscular.
. Casado *et al.* 2021	24 corredores amadores de longa distância (14 do sexo masculisno e 10 do sexo feminino).	Testes de desempenho de corrida em contra relógio (TT).	**SB**: 140 mL (rico em NO_3^-), 150 min pré-corrida **PLA**: pobre em NO_3^-, 150 min pré-corrida.	Homens mulheres melhoraram os seus desempenhos, 1% e 0,9%, respectivamente. ↓ Tempo mais evidente na segunda metade do teste. ↓ RPE geral.
Souza *et al.* 2022.	20 homens saudáveis não fumantes com no mínimo 12 meses de experiência em treinamento resistido e aeróbico(pelo menos 3 vezes por semana).	Aeróbico (corrida 4 km em esteira) + resistido ou ordem inversa (5 min). Resistidos: supino, puxada alta e desenvolvimento de ombros (75% 1RM, 3 séries até exaustão).	**SB:** 500 mL (16 mmol NO_3^-), 60 min pré-exercício **PLA:** maltodextrina + 20 mL SB (<1 mmol NO_3^-), 60 min pré-exercício.	↑ Desempenho na corrida de 4 km nas 2 sequências de sessões de treinamento Sem alteração no total de repetições realizadas A RPE manteve-se estável
Esen; Karayigit; Peart. 2023.	Doze jogadores de Rúgbi union treinados, com 9 ± 3 anos de experiência.	**Yo-Yo IR1:** corridas vai-e-vem com 10 s de recuperação ativa (5 m + mudança de direção 180° + caminhada). **CMJ:** agachamento a 90° seguido de salto máximo. 3 repetições, 30 s de repouso.	**SB:** 140 mL (~12,8 mmol NO_3^-), 3 h pré-teste **PLA:** 140 mL (~0,08 mmol NO_3^-), 3 h pré-teste	Teste de desempenho de corrida intermitente (Yo Yo IR1), altura do salto, através do CMJ e as concentrações de lactato, não foram alteradas.

Esen *et al*. 2022 .	O estudo contou com 16 jovens (6 mulheres) saudáveis e fisicamente ativos, com idade (25 ± 6 anos).	**Força:** CVM dos extensores de joelho (4 contrações, 30 s intervalo, ~4 s cada). **Isométricas:** 6 contrações de 20 s a 25% da CVM (30 s intervalo). **RFS**: manguito na perna + contração isquêmica 3 min a 25% da CVM.	**SB:** 140 mL/dia (~12,8 mmol NO_3^-) por 5 dias; dias 1–4: 70 mL manhã + 70 mL noite. Dia do teste: 140 mL, 2,5 h pré-teste. **PLA:** pobre em NO_3^- (~0,08 mmol/dia).	Sem melhora na CVM, RPE e força máxima Melhora sutil nas respostas neuromusculares. Não preveniu os efeitos da fadiga. Melhora na condução neuromuscular.
Esen; Dominguez; Karayigit, 2022	12 homens fisicamente ativos (27 ± 10 anos; 78,1 ± 11,8 kg; 180,5 ± 5,3 cm), praticantes de exercício moderado 3x/semana + 2 sessões de fortalecimento muscular.	Teste de Yo-Yo IR1 - corrida repetitiva de 2 x 20m, intercaladas por um período de descanso de 10 seg. A velocidade da corrida é aumentada conforme o decorrer do teste e é controlada por bipes de áudio.	**SB:** 140 mL (~12,8 mmol NO_3^-), 2 doses, 3 h pré-teste **PLA:** SB pobre em NO_3^- (~0,04 mmol), 3 h pré-teste.	↑ Distância percorrida pelos participantes, 14% superior. Não houve melhora na eficiência do metabolismo oxidativo(VO2, VE, VCO2).
. Samanes *et al*, 2020	12 jovens jogadores de basquete (15,6 ± 0,5 anos; 76,3 ± 9,0 kg; 184,3 ± 7,5 cm; IMC 22,5 ± 2,9), 2–3 treinos/semana (1–2 h).	Testes: força de preensão manual isométrica; salto com contramovimento(CJ M); teste T de agilidade e testes de velocidade de 10 e 20m; e por fim, uma partida de basquete monitorada por um gps portátil e unidades de acelerômetro, de 40 minutos.	**SB:** 140 mL (12,8 mmol NO_3^-), 3 h pré-teste **PLA:** 140 mL (0,08 mmol NO_3^-).	Melhora trivial no desempenho dos participantes, mas sem relevância estatística.
Garnacho-Castaño *et al*., 2022.	Os participantes da pesquisa foram 11 praticantes masculinos de CrossFit altamente treinados (média ± DP: idade = 29,2 ± 3,7 anos, massa corporal = 78,9 ± 5,4 kg, altura = 175,1 ± 6,3 cm) com no mínimo 2 anos de experiência.	**Wall ball:** arremessos com medicine ball 10 kg. **Agachamento:** livre com barra olímpica (50% 1RM). **Rotina 1**: 90 s wall ball + 3 min descanso + 60 s agachamento. **Rotina 2:** mesmos exercícios, sem intervalo (contínuo).	**SB**: 140 mL (~12,8 mmol; ~808 mg NO_3^-), 3 h pré-teste **PLA**: 140 mL (~0,01 mmol; ~0,620 mg NO_3^-).	↑ Níveis plasmáticos´de NOx ↓ Níveis de VO2 e VE, na primeira rotina. ↑ Repetições no agachamento livre. Rotina 2 (sem descanso) não houve melhora ↑ Mioglobina (marcador de dano muscular).

Garnacho-Castaño *et al, 2024.*	Dez remadores masculinos bem treinados (idade = 36,60 ± 4,97 anos; massa corporal = 81,18 ± 10,69 kg; altura = 1,80 ± 0,04 metros; índice de massa corporal = 24,97 ± 2,43 kg·m −2).	Teste de ergômetro de remo de 2000 metros. consiste em um exercício que simula o movimento realizado no remo convencional.	**SB:** 140 mL (~12,8 mmol; ~808 mg NO_3^-), 3 h pré-teste **PLA:** 140 mL (~0,01 mmol; ~0,620 mg NO_3^-), 3 h pré-teste.	↓ Tempo de execução do teste ergométrico de 2000 metros em 1,1% . Sem melhora em outras variáveis de desempenho, ↑VO2 max. Porém, sem melhora na eficiência cardiorrespiratória e na PSE.
Hemmatinafar *et* , 2023 .	O estudo teve como participantes quatorze jogadoras semiprofissionais de vôlei, com aproximadamente 5 anos de experiência (idade = 26,00 ± 3,00 anos; altura 174,08 ± 3,94 cm; massa corporal 67,75 ± 5,14 Kg; IMC 22,3 ± 2,5 kg/m²).	**2 sessões:** EIMD e testes funcionais (48 h depois). **Sessão 1 (EIMD):** 200 saltos verticais com colete (10×20; 2 min intervalo) + RPE. **Sessão 2:** sentar na parede, flexibilidade (VSFT) e altura do salto vertical (VJH).	**SB:** 50 mL nas 2, 6, 10, 14, 26, 30, 34 e 38 h pós-EIMD. **PLA:** 50 mL nos mesmos horários (sabores não combinados).	↓ Percepção de dor muscular e o inchaço ao redor da coxa (Sw-T. Sem alteração no limiar de dor à pressão (PPT) . Já ↑ Teste de sentar na parede. Não houve mudança nos outros parâmetros de desempenho.
Zhang, Jiaqi et al.et al. 2024.	Treze participantes do sexo feminino com ciclo mestrual regular e atividades recreativas (idade = 22,9 ± 1,8 anos, massa corporal = 56,4 ± 6,4 kg, IMC = 21,1 ± 1,9 kg/m 2) praticam, no mínimo, 150 minutos de atividedes de intensidade moderada por semana.	**PPO:** teste de potência mecânica máxima em bicicleta ergométrica. **Protocolo intervalado:** aquecimento 5 min; 8×1 min a 85% PPO, com recuperação ativa a 20% PPO; desaquecimento 5 min a 40 W.	**Dose dupla:** 2 × 70 mL SB (12,9 mmol NO_3^-). **Dose única:** 70 mL SB + 70 mL PLA (6,45 mmol NO_3^-). **Placebo:** 2 × 70 mL PLA (0,0068 mmol NO_3^-).	↓ FC e na PSE no decorrer de todo o protocolo. Contudo, não foi observado melhora quando a quantidade de suco de beterraba foi duplicada. Outros parâmetros avaliados como PAS, PAD, glicemia, lactato e SpO2 não apresentaram diferenças significativas em todos os grupos da pesquisa.

Tan et al. 2022	14 homens saudáveis e fisicamente ativos (≥2 sessões/sem de exercícios de resistência). Triagem por questionário. Exclusão: suplementação, doenças cardiometabólicas, tabagismo, contraindicação ao exercício e sexo feminino.	**6 visitas:** **V1:** teste de 1RM. **V2:** familiarização. **V3–V6:** experimento. **Protocolo:** supino e agachamento; 2× a 70% 1RM (2 min intervalo) + 1× a 60% 1RM até a falha (5 min após). Barra com medidor de velocidade e potência. **V4–V5:** apenas suplementação (sem exercício).	**Protocolo (4 dias):** 2×70 mL SB (5,9 mmol NO_3^-) ou PLA (0,05 mmol NO_3^-). **Dias 1 e 4:** ingestão 2,5 h pré-atividade. **Dias 3 e 4:** dose dividida (manhã/noite).	↑ Número de repetições no supino, 5% mas não no agachamento. Essa melhora foi observada no dia 1 do experimento A concentração de ↑ NOX dia 1 e 4, com maiores níveis no dia 4 , o que denota efeito cumulativo. Sem alteração relevante no humor,oxigenação muscular, potência e velocidade.
Payá et al. 2021.	11 atletas do sexo masculino, com no mínimo 2 anos de experiencia em exercícios de resistência. Ademais, conseguir realizar uma repetição máxima(RM)com 120 Kg. Carga que demonstra a capacidade competitiva do atleta	**Sessões:** **S1:** familiarização. **S2:** teste de 1RM. **S3–S4:** testes com SB e PLA **Exercícios:** wall ball (WBS) e agachamento (FS). **Rotina 1:** 90 s WBS + 3 min descanso + 60 s FS. **Rotina 2:** 90 s WBS + 60 s FS (sem descanso).	**SB:** 140 mL (12,8 mmol; ~808 mg NO_3^-), 3 h pré-sessão. **PLA:** pó de beterraba (2 g) + suco de limão (0,01 mmol; 0,620 mg NO_3^-), 3 h pré-sessão.	↑ Peso total levantado no FS, na primeira rotina. Não houve mudança no peso levantado na segunda rotina ↑ Eficiência ventilatória, através do índice $VE•VCO_2^{-1}$, $PetCO_2$, OUES. Não houve mudança de lactato nos grupos avaliados.
. Sanchez et al. 2020	12 homens adultos, praticantes recreativos de treinamento de resistência, adaptados a agachamento e supino; fisicamente ativos nos últimos 6 meses (3x/sem).	**3 visitas** (72 h intervalo)**.** **V1:** altura, composição corporal, preensão manual, familiarização e 1RM. **V2–V3:** experimento: aquecimento + agachamento → 3 min descanso → supino reto; 3 séries a 60, 70 e 80% de 1RM.	**SB:** 70 mL (6,4 $mmol·L^{-1}$; ~400 mg NO_3^-) **PLA:** suco de groselha preta, 70 mL (depleto em NO_3^-).	↑ Número total de repetições realizadas no agachamento nas séries de 60 e 70% de 1 RM, mas não em 80%. Sem melhora no Supino. Não houve mudança na velocidade e potência nos dois exercícios.

Zevallos et al. 2023	O estudo contou com a participação de 26 jovens, sendo 12 do sexo feminino e 14 do sexo masculino. Ambos os participantes não praticavam atividades físicas frequentemente, < 3x por semana, inativos.	**Avaliação inicial:** AOP, PAS, PAD e VOP. **Protocolo (cicloergômetro):** 2 min a 20 W + 2×4 min a 75% GET (5 min repouso). **Intensidade severa:** 70% ΔGET–$\dot{V}O_2$pico até a exaustão; interrupção quando cadência <10 RPM.	**SB:** 2×70 mL (6,5 mmol NO_3^-) por 3 dias; dia do teste: doses 2 h pré-procedimento. **PLA:** bebida semelhante ao SB, pobre em NO_3^-. **Washout:** homens 7 dias; mulheres ~2 meses (considerando ciclo menstrual).	↓ VO2 a 20W no grupo composto por homens, entretanto não houve mudança significativa no grupo de mulheres. ↓ VO2 apenas nos homens, em **intensidade moderada** (75% do GET). A FC e a PSE mantiveram-se estáveis . **Domínio de intensidade severa**: ↑ tempo até a exaustão em homens, mas não nas mulheres. A FC, PSE e VO2 não foram alteradas em nenhum dos sexos. ↑ potência no grupo masculino.
Castro et al. 2022.	Mulheres com idade entre 18 e 30 anos, com no mínimo 6 meses de experiência em treinamento resistido e que apresentassem familiaridade com os exercícios que seriam executados no decorrer do experimento.	**3 visitas (1 semana intervalo).** **V1:** composição corporal, familiarização (agachamento, leg press, extensão de pernas) e teste de 1RM. **V2–V3:** experimento: 5 rep a 50% 1RM; 3 rep a 75% 1RM; até 5 tentativas para 1RM (3 min intervalo).	**SB:**, rico em nitrato (400 mg NO 3 –) 120 minutos antes do teste **PLA:** suco de groselha preta, pobre em nitrato, 120 minutos antes do teste.	↑ CMJ, 6% a altura do salto. potência e velocidade do agachamento a 50% e 75% de 1 RM, apenas a primeira foi observada melhora em todas as variáveis avaliadas. **Resistência:** exercícios a 75% 1RM até a falha; aumento de repetições em todos os exercícios. PSE inalterada.

Fonte: autoria própria, 2026.

SB: Suco de beterraba; PLA: Placebo; RM: Repetição máxima; RPE: Escala de percepção subjetiva de esforço; PSE: Percepção subjetiva de esforço; CMJ: Salto com contramovimento; CVM: Contração voluntária máxima; PAS: Pressão arterial sistólica; PAD: Pressão arterial diastólica; RFS: Restrição de fluxo sanguíneo; VE: Ventilação pulmonar; VO2: Consumo de oxigênio; NOX: nitrato (NO_3^-) + nitrito (NO_2^-); GET: Limiar de troca gasosa; VCO_2^{-1}:Taxa de produção de dióxido de carbono pelo organismo; $PetCO_2$: Pressão parcial de dióxido de carbono no final da expiração;OUES: Inclinação da eficiência de captação de oxigênio; EIMD: Dano muscular induzido pelo exercício; VSFT: Teste de sentar e alcançar em "V"; VJH: Altura do salto vertical; PPO: Potência de pico; FS: Agachamento frontal; AOP: Análise de onda de pulso; VOP: Velocidade da onda de pulso; WBS: Arremesso de bola na parede; RPM: Rotações por minuto.

Quanto ao tipo de exercício avaliado, 2 estudos avaliaram protocolos aeróbicos, enquanto 6 estudos investigaram exercícios anaeróbicos ou de alta intensidade, o restante,(9 estudos), como protocolos de categoria mista. No que se refere às características das amostras, (12 estudos) foram realizados apenas com homens, 3 somente com participantes femininas e 3 contemplaram ambos os sexos. Observa-se predominância conduzidadas com participações do sexo masculino.

A tabela 5 representa uma síntese das características principais dos estudos incluídos na revisão, trazendo de forma mais clara e sintetizada o nível de condicionamento dos atletas, o tipo de metabolismo utilizado em cada protocolo, o sexo e o tipo de modalidade de exercício praticada.

Quadro 3 - Síntese das características dos estudos incluídos: contexto, protocolos de exercício, perfil dos participantes e resultados principais.

Modalidade esportiva	Sexo	Metabolismo	Nível dos participantes	Resultados
Treinamento resistido	Homens	Anaeróbico	Indivíduos em nível recreacional	↑ velocidade e no número de repetições até a falha.
Esqui alpino(slalom)	Homens	Misto	Atletas experientes (≥ 5 anos)	↑ Resistência muscular e agilidade; ↓ tempo de prova, RPE e dor muscular.
Corrida de rua	Ambos	Aeróbico	Indivíduos em nível recreacional	↓ Tempo da prova (1% homens e 0,9% mulheres) e diminuição na RPE geral.
Treinamento concorrente	Homens	Misto	Indivíduos em nível recreacional	↑ Desempenho na corrida, mas não houve alteração no número de repetições e na RPE
Rúgbi union	Homens	Misto	Profissionais (9 anos de experiência)	Não foi observado nenhum efeito no salto e na corrida
Exercício isométrico	Ambos	Anaeróbico	Indivíduos fisicamente ativos em nível recreacional	↑ sutil neuromuscular, sem alterações na força máxima ou na prevenção de fadiga por restrição de fluxo.
Corrida intermitente	Homens	Misto	Indivíduos em nível recreacional	↑ Distância percorrida pelos participantes; Sem melhora na eficiência do metabolismo oxidativo
Basquete	Homens	Misto	Atletas profissionais (+ de 8 anos de experiência)	Não houve melhora com relevância estatística em nenhum do dos exercícios

CrossFit	Homens	Misto	Atletas altamente treinados (+ 2 de dois anos de experiência)	↑ Número de repetições e; ↓ VO2 e VE apenas na rotina com descanso.
Remo master	Homens	Aeróbico	Remadores master profissionais	↓ Tempo (1,1%); sem alteração em outras variáveis de desempenho, na eficiência cardiorrespiratória e RPE.
Vôlei	Mulheres	Misto	semiprofissionais (quase 5 anos de experiência)	↑ Teste de sentar na parede. Atenuação da dor tardia e; ↓ de edema tecidual.
Ciclismo estacionário	Mulheres	Anaeróbico	Indivíduos em nível recreacional	↓ Frequência cardíaca e PSE.
Treinamento resistido	Homens	Anaeróbico	Indivíduos em nível recreacional	↑ Número de repetições no supino (5%). No agachamento, não houve alteração.
Atletas de resistência	Homens	Misto	Atletas treinados(+ de 2 anos de experiência)	peso total levantado na primeira rotina(com descanso) no agachamento; melhora na eficiência ventilatória.
Treinamento resistido	Homens	Anaeróbico	Indivíduos fisicamente ativos em nível recreacional	↑ Aumento no número total de repetições no agachamento (60 e 70% de 1 RM) Não houve alteração na velocidade e potência
Ciclismo estacionário	Ambos	Misto	Jovens saudáveis inativos	↓ do VO2 em homens (int. moderada) ↑ Tempo até a exaustão em homens(int. severa). Sem alteração nas mulheres
Treinamento resistido	Mulheres	Anaeróbico	Indivíduos fisicamente ativos em nível recreacional (6 meses de experiência)	↑ Aumento na altura do salto (6%); potência e velocidade do ↑ Agachamento a 50% de 1RM; número de repetições em todos os exercícios a 75% de 1RM. A PSE não foi alterada.

Fonte: autoria própria, 2026.
RPE: Escala de percepção subjetiva de esforço; VO2: Volume de oxigênio; RM: Repetição máxima; PSE: Percepção subjetiva de esforço.

Percebe-se uma predominância maior de estudos realizados em modalidades classificadas como mistas (9) artigos, seguida pelas modalidades anaeróbicas com (6) estudos e por último, a modalidade aeróbica (2) estudos.

6. DISCUSSÃO

6.1 Implicações e responsividade conforme nível de condicionamento

Quanto ao nível de condicionamento dos participantes, o efeito da suplementação variou. De maneira geral, quanto maior o condicionamento, menor foi o impacto da suplementação no desempenho. Atletas profissionais apresentaram pouco ou nenhum efeito em sua performance. Por outro lado, grupos que praticavam atividade física de forma recreacional ou eram inativos apresentaram maior responsividade à suplementação. Esse achado, reforça o que a literatura já demonstra: a responsividade de indivíduos quando submetidos a um suplemento ou alimento potencialmente ergogênico, é condicionada pela aptidão física. Essa diferença pode ser explicada pelas adaptações crônicas que ocorrem em atletas, reduzindo o impacto adicional do nitrato (Shannon et al., 2022; Jones, 2014). Possivelmente, isso se deve à maior atividade da enzima óxido nítrico sintase (NOS), ao consumo aumentado de fontes de nitrato, à maior capilarização muscular, à maior densidade de mitocôndrias e à maior concentração basal de nitrito e nitrato (Jonvik et al., 2018; Jones, 2014).

Em um estudo conduzido por Porcelli et al. (2015), que avaliou a suplementação de suco de beterraba em atletas de acordo com o grau de aptidão aeróbica, classificados em nível baixo, moderado e alto, a partir de um teste de corrida. Constaram-se melhoras apenas nos dois primeiros grupos, enquanto o mesmo não foi observado em esportistas com alto nível de condicionamento aeróbico. Alguns indivíduos altamente treinados podem responder ao nitrato; contudo, poucos estudos abordam essa temática, o que dificulta esclarecimentos mais consistentes sobre o assunto (Shannon et al., 2022).

Além disso, o nitrato parece ter mais impacto em atletas que apresentam maior proporção de fibras de contração rápida. Dessa forma, especula-se que modalidades de exercício que utilizam predominantemente essas fibras, possam manifestar maior responsividade à suplementação. Todavia, são necessários mais estudos para elucidar essa questão (Jones, 2014). Vale destacar, que apenas um estudo foi realizado com individuos inativos, composto por mulheres e homens). Nesse estudo, enquanto homens demonstraram boa responsividade, nas mulheres não foi observada diferenças significativas. Em atletas semiprofissionais, constataram-se incrementos na performance; no entanto, com menor magnitude quando comparadas ao grupo que treinava de forma recreativa. Nesses indivíduos, os estudos indicaram avanços em aspectos mais específicos, com resultados menos abrangentes, porém ainda relevantes.

6.2 Implicações e responsividade conforme o sexo dos atletas

Acerca da análise dos estudos de acordo com sexo, percebe-se um padrão semelhante: mulheres que possuem melhor aptidão física, apresentam efeitos modestos à suplementação. Entretanto, um estudo realizado com mulheres inativas demonstrou que, em nenhum dos parâmetros analisados, houve diferença em relação ao grupo controle. Em mulheres treinadas e profissionais, os resultados foram inconsistentes, sendo evidenciados alguns efeitos benéficos concernentes à recuperação, edema, e outros parâmetros. Assim como observado no grupo composto por homens, as mulheres classificadas em praticantes de forma recreacional, foram as mais beneficiadas pela suplementação.

No que se refere à resposta das mulheres em comparação ao grupo composto por homens, observou-se prevalência de efeitos da ingestão do suco de beterraba nestes últimos, podendo estar relacionado às especificidades inerentes ao sexo. Enquanto os homens possuem níveis basais mais elevados de testosterona, as mulheres apresentam maiores concentrações de estrogênio. Tal fato contribui para uma composição corporal distinta, na qual os homens apresentam maior massa muscular e menor percentual de gordura quando comparados às mulheres, além de, maior proporção de fibras do tipo 1 (vermelhas) e do tipo 2 (brancas), melhor capacidade pulmonar, maior tamanho do coração e dos pulmões, bem como maior quantidade de mitocôndrias e vasos sanguíneos, tais variáveis podem impactar direta ou indiretamente na resposta à suplementação e à prática de atividade física (Fortes; Marson; Martinez, 2015; Hunter et al., 2023)

Cabe mencionar que, apesar de os homens aparentemente terem melhores respostas ao efeitos do nitrato, as mulheres conseguem converter de forma mais eficiente o nitrato em nitrito, apresentando quantidades mais elevadas na corrente sanguínea mesmo quando administradas a mesma dose para ambos os sexos (Kapil et al, 2018). Em se tratando do suco de beterraba e das suas possíveis implicações no desempenho esportivo, diversas variáveis podem ser consideradas. Uma delas, sobretudo em exercícios de resistência e de força, é o perfil de fibras musculares, haja vista que individuos do sexo masculino possuem maior proporção de fibras do tipo 2, as quais parecem ser mais influenciadas após a suplementação de nitrato (Fergunson, 2012; Hunter, 2023).

Outra possível explicação, refere-se à sub-representação das mulheres nos estudos, sob alegação, muitas vezes, por dificuldades metodológicas, tais como: concentração de hormônios, uso de contraceptivos, disfunção menstrual e possíveis deficiências nutricionais como o ferro (Shannon et al., 2022). Deste modo, entende-se que mais estudos são

necessários para concluir que mulheres possivelmente podem responder de maneira distinta à suplementação de nitrato.

6.3 Implicações e responsividade conforme metabolismos aeróbicos, anaeróbicos e mistos

Os estudos foram classificados conforme o metabolismo prioritário em cada protocolo. Os ensaios, cujo os exercícios realizados possuíam menor utilização de oxigênio, considerados anaeróbicos, incluíram treinamento resistido, testes de força, exercícios isométricos e de potência. Nesse grupo, de modo geral, observaram-se melhorias perceptíveis na performance dos participantes, havendo aumento no número de repetições até a falha, na potência e velocidade de execução, na altura de saltos verticais e na agilidade. De modo geral, tanto mulheres como homens, obtiveram melhora em treinamentos resistidos, entendendo assim, que apesar do sexo feminino ter menos fibras de contração rápida, isso não impede a melhora da performance (Poole; Jones, 2012).

Presume-se, que esse resultado possa ser decorrente do ambiente metabólico no qual as fibras de contração rápida se encontram, visto que, possuem menor densidade de capilares e mitocôndrias, ocasionando, no momento do exercício, maior acidez e menor disponibilidade de oxigênio. Modalidades esportivas que se valem predominantemente, ou em parte, dessas fibras, como treinamentos resistidos, basquete, corridas intermitentes, voleibol, esqui e crossfit, podem apresentar benefícios com a ingestão de suco de beterraba, tendo em vista que o nitrito converte-se preferencialmente em condições de baixa disponibilidade de oxigênio e alta acidose (Poole; Jones, 2012; Lundberg; Weitzberg; Gladwin, 2008; Mcardle; Katch; Katch, 2016).

Um estudo com ratos submetidos à suplementação de suco de beterraba demonstrou que o nitrato aumentou o fornecimento de oxigênio e o controle vascular em fibras anaeróbicas, o que ocorre por meio da conversão de nitrito em óxido nítrico, catalisada pelas proteínas/enzimas desoxihemoglobina, desoximioglobina e xantina oxiredutase (Fergunson et al., 2012).

Ademais, nos treinamentos resistidos, sobretudo com cargas submáximas, observou-se aumento no número de repetições nas intensidades de 50%, 65% e 75% de 1 RM, mas não foram observados ganhos máximos de força (intensidade de 1 RM). Conjuntamente, a percepção subjetiva de esforço (PSE) manteve-se estável ou até mesmo diminuiu em alguns ensaios. Esta, apesar do aumento de trabalho nos protocolos, não foi alterada, podendo estar relacionado a uma possível melhora da perfusão para o lobo frontal do

cérebro, bem como a um menor acúmulo de metabólitos (Bailey et al., 2010; Presley et al., 2011; Fernandes et al., 2018).

Com relação aos exercícios aeróbicos ou àqueles que possuem uma maior participação desse metabolismo, observaram-se melhoras no tempo de prova, no aumento da distância percorrida, no maior tempo até a exaustão, na maior agilidade, na redução de dor tardia e PSE e melhora em alguns parâmetros cardiorrespiratórios. Tais resultados podem estar relacionados ao aumento da biodisponibilidade de óxido nítrico, promovendo vasodilatação e melhora da perfusão muscular, o que aumenta a entrega de oxigênio e nutrientes. Além disso, pode favorecer maior eficiência mitocondrial, contribuindo para redução do custo de oxigênio durante o exercício (Meirelles; Spaolonse, 2023; Jones, 2014).

Ainda, no que tange aos exercícios de intensidade intervaladas, observou-se, em praticantes de crossfit um aumento de performance, entretanto, esse efeito só foi observado quando houve intervalo entre os exercícios. Esse resultado incorpora a hipótese de que períodos de descanso entre os exercícios podem favorecer os efeitos do nitrato, haja vista que, naturalmente, períodos curtos de repouso entre os protocolos, promovem uma recuperação insuficiente de fosfocreatina nos músculos (Jonvik et al., 2018).

A fosfocreatina faz parte do principal sistema energético utilizado em exercícios de alta intensidade, uma vez que constitui uma reserva rápida de energia, fornecendo fosfato para regenerar o ATP (Mcardle, 2016). Assim, a ingestão do suco de beterraba parece proporcionar a redução do custo de fosfocreatina na produção de força, preservando este composto e, consequentemente, contribuindo para uma menor fadiga (Jonvik, 2018).

Deste modo, entende-se que exercícios de intensidade intervalada, de caráter misto, podem se beneficiar deste mecanismo, apresentando respostas ergogênicas. Contudo, boa parte dos estudos nessa modalidade foi realizada com atletas profissionais e semiprofissionais, o que pode ter atenuado os efeitos, visto que muitos dos ensaios apresentaram alterações apenas na frequência cardíaca e na percepção subjetiva de esforço, entretanto sem impacto em parâmetros de desempenho

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos estudos analisados nesta revisão de literatura, sugere-se que a ingestão de suco de beterraba pode contribuir para a melhora do desempenho de praticantes de atividade física. No entanto, esses efeitos parecem ocorrer com menor magnitude em atletas profissionais, uma vez que a resposta ao nitrato dietético está condicionada ao nível de aptidão física dos indivíduos, apresentando resultados mais evidentes em atletas recreativos e semiprofissionais.

Em relação às mulheres, o consumo de suco de beterraba também demonstrou impacto no desempenho físico; entretanto, os resultados mostraram-se mais inconsistentes quando comparados aos estudos realizados com homens. Essa inconsistência pode estar relacionada tanto à sub-representação feminina nas amostras quanto às particularidades fisiológicas inerentes ao sexo, que podem influenciar a resposta à suplementação e, consequentemente, limitar a generalização dos resultados.

Por fim, conclui-se que o consumo de beterraba antes da prática de exercício físico, seja ele anaeróbico, aeróbico ou misto, pode contribuir para a melhora do desempenho esportivo, da PSE, bem como alguns parâmetros cardiorrespiratórios. Entretanto, considerando a variabilidade dos estudos quanto ao perfil dos participantes e às modalidades de exercício analisadas, são necessários mais estudos para melhor compreender os efeitos desta suplementação em diferentes contextos de exercício.

8 REFERÊNCIAS

AHMADPOUR, Alireza et al. Consuming Beetroot Juice Improves Slalom Performance and Reduces Muscle Soreness in Alpine Skiers under Hypoxic Conditions. **Current Developments In Nutrition**, [S.L.], v. 8, n. 8, p. 104408, ago. 2024. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.cdnut.2024.104408.

ALVES, Adriana U. et al. Desenvolvimento e estado nutricional da beterraba em função da omissão de nutrientes. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 292-295, 2008.

AUSTRALIAN INSTITUTE OF SPORT. Supplements: Group A. Disponível em: https://www.ais.gov.au/nutrition/supplements/group_a#sodium_bicarbonate. Acesso em: 27 set. 2024.

BAILEY, Stephen J. et al. Dietary nitrate supplementation enhances muscle contractile efficiency during knee-extensor exercise in humans. **Journal Of Applied Physiology**, [S.L.], v. 109, n. 1, p. 135-148, jul. 2010. American Physiological Society. http://dx.doi.org/10.1152/japplphysiol.00046.2010.

BARBOSA, Luis F. et al. O efeito da suplementação com suco de beterraba na performance durante o exercício aeróbio: uma breve revisão. **Revista Brasileira de Nutriçao Esportiva**, v. 16, n. 98, p. 229-238, 2022.

BARRETO, Ricardo de L.; CORREIA, Carlos Roque D.; MUSCARÁ, Marcelo N. Óxido nítrico: propriedades e potenciais usos terapêuticos. **Química nova**, v. 28, n. 6, p. 1046-1054, 2005.

Barros Neto, T.L. A Controvérsia dos Agentes Ergogênicos: Estamos Subestimando os Efeitos Naturais da Atividade Física? **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabologia**. São Paulo. Vol. 45.Num. 2. 2001. P. 121-22

BIESEK, Simone; ALVES, Letícia Azen; GUERRA, Isabela (org.). **Estratégias de nutrição e suplementação no esporte**. 3. ed. Barueri: Manole, 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Suplementos alimentares: perguntas e respostas. Disponível em: https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/alimentos/perguntas-e-respostas-arquivos/suplementos-alimentares.pdf. Acesso em: 27 set. 2024.

BRITO, Leandro C. Médias de Grupos e Análise Interindividual na Hipotensão Pós-exercício: Efeitos da Suplementação Oral com Citrulina Malato. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 113, p. 229-230, 2019.

CASADO, Arturo et al. Influence of Sex and Acute Beetroot Juice Supplementation on 2 KM Running Performance. **Applied Sciences**, [S.L.], v. 11, n. 3, p. 977, 22 jan. 2021. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/app11030977.

CHEN, L.; ZHU, Y.; HU, Z.; WU, S.; JIN, C. Beetroot as a functional food with huge health benefits: antioxidant, antitumor, physical function, and chronic metabolomics activity. **Food Science & Nutrition**, v. 9, n. 11, p. 6406-6420, 2021.

COLLINS, S. M.; KEARNS, D. The effect of beetroot supplementation on high-intensity functional training performance. International **Journal of Exercise Science**, v. 13, n. 2, p. 667-676, 2020.

CUENCA, E.; JODRA, P.; PÉREZ-LÓPEZ, A.; GONZÁLEZ-RODRÍGUEZ, L. G.; FERNANDES DA SILVA, S.; VEIGA-HERREROS, P.; DOMÍNGUEZ, R. Effects of beetroot juice supplementation on performance and fatigue in a 30-s all-out sprint exercise: a randomized, double-blind cross-over study. **Nutrients**, v. 10, n. 9, p. 1222, 2018.

DE MACEDO, Mikaelen Goes; DE SALES FERREIRA, Jose Carlos. Os riscos para a saúde associados ao consumo de suplemento alimentar sem orientação nutricional. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. e45610313593-e45610313593, 2021.

DE OLIVEIRA, G. T. et al. Use of ergogenic aids among Brazilian athletes: a cross-sectional study exploring competitive level, sex and sports. **Frontiers in Sports and Active Living**, v. 5, p. 1257007, 22 set. 2023. doi: 10.3389/fspor.2023.1257007.

DOMÍNGUEZ, R. et al. Effects of beetroot juice supplementation on intermittent high-intensity exercise efforts. J**ournal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 15, p. 2, 2018. DOI: 10.1186/s12970-017-0204-9.

DUSSE, Luci Maria Sant'Ana; VIEIRA, Lauro Mello; CARVALHO, Maria das Graças. Revisão sobre óxido nítrico. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 39, p. 343-350, 2003.

ESEN, Ozcan *et al*. Acute beetroot juice supplementation did not enhance intermittent running performance in trained rugby players. **European Journal Of Sport Science**, [S.L.], v. 23, n. 12, p. 2321-2328, 13 jul. 2023. Wiley. http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2023.2230942.

ESEN, Ozcan *et al*. Acute Beetroot Juice Supplementation Enhances Intermittent Running Performance but Does Not Reduce Oxygen Cost of Exercise among Recreational Adults. **Nutrients**, [S.L.], v. 14, n. 14, p. 2839, 11 jul. 2022. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/nu14142839.

ESEN, Ozcan *et al*. Effect of nitrate supplementation on skeletal muscle motor unit activity during isometric blood flow restriction exercise. **European Journal Of Applied Physiology**, [S.L.], v. 122, n. 7, p. 1683-1693, 23 abr. 2022. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s00421-022-04946-y.

FERGUSON, Scott K. et al. Impact of dietary nitrate supplementation via beetroot juice on exercising muscle vascular control in rats. **The Journal of Physiology**, v. 591, n. 20, p. 547–557, 2012. DOI: https://doi.org/10.1113/jphysiol.2012.243121

FERNÁNDEZ, Carlos et al. The effects of beetroot juice supplementation on exercise economy, rating of perceived exertion and running mechanics in elite distance runners: a double-blinded, randomized study. **Plos One**, [S.L.], v. 13, n. 7, p. 0200517, 11 jul. 2018. Public Library of Science (PLoS). http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0200517.

FERREIRA, Susana América et al. Atuações do óxido nítrico e da suplementação de l-arginina nas repostas hemodinâmicas e metabólicas do organismo diante da prática do exercício físico. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 2, n. 11, p. 6, 2008.

FORTES, Marcos de Sá Rego; MARSON, Runer Augusto; MARTINEZ, Eduardo Camillo. Comparação de desempenho físico entre homens e mulheres: revisão de literatura. **Revista Mineira de Educação Física,** v. 23, n. 2, p. 54-69, 2015.

GARNACHO-CASTAÑO, Manuel V. et al. Effects of acute beetroot juice intake on performance, maximal oxygen uptake, and ventilatory efficiency in well-trained master rowers: a randomized, double-blinded crossover study. Journal of the **International Society of Sports Nutrition**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 2373170, 2024. DOI: 10.1080/15502783.2024.2373170.

GARNACHO-CASTAÑO, Manuel Vicente et al. Circulating nitrate–nitrite reduces oxygen uptake for improving resistance exercise performance after rest time in well-trained CrossFit athletes. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, p. 9671, 2022. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-022-13786-x

GRIFFITHS, A. et al. Explorando as vantagens e desvantagens de uma abordagem de alimentos integrais para elevar a ingestão de nitrato na dieta: os pesquisadores se concentraram muito no suco de beterraba? **Applied Sciences**, v. 13, n. 12, p. 7319, 2023. DOI: 10.3390/app13127319.

HEMMATINAFAR, Mohammad *et al*. Effect of Beetroot Juice Supplementation on Muscle Soreness and Performance Recovery after Exercise-Induced Muscle Damage in Female Volleyball Players. **Nutrients**, [S.L.], v. 15, n. 17, p. 3763, 28 ago. 2023. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/nu15173763.

HUNTER, Sandra K. et al. The Biological Basis of Sex Differences in Athletic Performance: consensus statement for the american college of sports medicine. **Translational Journal Of The American College Of Sports Medicine**, [S.L.], v. 8, n. 4, p. 1-33, 29 set. 2023. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). http://dx.doi.org/10.1249/tjx.0000000000000236.

International Agency for Research on Cancer. Ingested nitrate and nitrite, and cyanobacterial peptide toxins. Lyon: **International Agency for Research on Cancer**, 2010. (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, v. 94).

JONES, A. M. et al. Dietary nitrate and nitric oxide metabolism: mouth, circulation, skeletal muscle, and exercise performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 53, n. 2, p. 280-294, 2021. DOI: 10.1249/MSS.0000000000002470
JONES, Andrew M.. Dietary Nitrate Supplementation and Exercise Performance. **Sports Medicine**, [S.L.], v. 44, n. 1, p. 35-45, maio 2014. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s40279-014-0149-y.

JONVIK, K.L. et al. Repeated‐sprint performance and plasma responses following beetroot juice supplementation do not differ between recreational, competitive and elite sprint athletes. **European Journal Of Sport Science**, [S.L.], v. 18, n. 4, p. 524-533, 7 fev. 2018. Wiley. http://dx.doi.org/10.1080/17461391.2018.1433722.

JURADO-CASTRO, Jose Manuel *et al*. Acute Effects of Beetroot Juice Supplements on Lower-Body Strength in Female Athletes: double-blind crossover randomized trial.

Sports Health: A Multidisciplinary Approach, [S.L.], v. 14, n. 6, p. 812-821, 21 maio 2022. SAGE Publications. http://dx.doi.org/10.1177/19417381221083590

JęDREJKO, Maciej et al. Exploring the Impact of Alternative Sources of Dietary Nitrate Supplementation on Exercise Performance. **International Journal Of Molecular Sciences**, [S.L.], v. 25, n. 7, p. 3650, 25 mar. 2024. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/ijms25073650.

KAPIL, Vikas et al. Sex differences in the nitrate-nitrite-NO• pathway: role of oral nitrate-reducing bacteria. **Free Radical Biology And Medicine**, [S.L.], v. 126, p. 113-121, out. 2018. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2018.07.010.

KARWOWSKA, M.; KONONIUK, A. Nitrates/nitrites in food—risk for nitrosative stress and benefits. **Antioxidants** (Basel), v. 9, n. 3, p. 241, 2020. DOI: 10.3390/antiox9030241.

KNEZ, E. et al. Root vegetables—composition, health effects, and contaminants. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 23, p. 15531, 2022. DOI: 10.3390/ijerph192315531.

LOPES, Nuno Miguel Fernando. Potencial terapêutico da suplementação com L-arginina e L-citrulina na doença cardiovascular. 2021. Tese (Doutorado) – **Universidade de Lisboa**, Lisboa, 2021

.

LÓPEZ-SAMANES, Álvaro *et al*. Does Acute Beetroot Juice Supplementation Improve Neuromuscular Performance and Match Activity in Young Basketball Players? A Randomized, Placebo-Controlled Study. **Nutrients**, [S.L.], v. 12, n. 1, p. 188, 9 jan. 2020. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/nu12010188.

LOUREIRO, L. L.; SANTOS, G. B. Nitrato: suplementação, fontes dietéticas e efeitos na performance. **Revista Brasileira de Nutrição Funcional**, v. 36, n. 71, p. 7-16, 2017.
LUETIC, S. et al. Leafy vegetable nitrite and nitrate content: potential health effects. **Foods**, v. 12, n. 8, p. 1655, 2023. DOI: 10.3390/foods12081655

LUNDBERG, J. O.; WEITZBERG, E.; GLADWIN, M. T. The nitrate-nitrite-nitric oxide pathway in physiology and therapeutics. **Nature Reviews Drug Discovery**, v. 7, n. 2, p. 156-167, 2008. DOI: 10.1038/nrd2466.

MAUGHAN, R. J. et al. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. **British Journal of Sports Medicine**, v. 52, n. 7, p. 439-455, abr. 2018. doi: 10.1136/bjsports-2018-099027. PMID: 29540367; PMCID: PMC5867441.

MCARDLE, William D.; KATCH, Frank I.; KATCH, Victor L. Fisiologia do exercício: nutrição, energia e desempenho humano. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

MEIRELLES, Claudia Mello; SPAOLONSE, Kauã Faria. Efeitos da suplementação de nitrato sobre o desempenho em corridas: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Nutriçao Esportiva**, v. 17, n. 102, p. 11-21, 2023.

MINUZZI, Luciele GUERRA. Recursos ergogênicos no esporte. São paulo: **Editora Senac São Paulo**, 2021

PALMA, Guilherme Henrique Dantas. Suplementação de nitrato dietético e desempenho físico: uma revisão sistemática e meta-análise. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) – **Universidade Estadual de Londrina**, Londrina, 2024.

PASCHOAL, Valéria; NAVES, Andréia. **Tratado de nutrição esportiva funcional**. 1. ed. São Paulo: Roca, 2014.

POOLE, David C.; JONES, Andrew M.. Oxygen Uptake Kinetics. **Comprehensive Physiology**, [S.L.], p. 933-996, abr. 2012. Wiley. http://dx.doi.org/10.1002/cphy.c100072.

PORCELLI, Simone et al. Aerobic Fitness Affects the Exercise Performance Responses to Nitrate Supplementation. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, [S.L.], v. 47, n. 8, p. 1643-1651, ago. 2015. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). http://dx.doi.org/10.1249/mss.0000000000000577.

PRESLEY, Tennille D. et al. Acute effect of a high nitrate diet on brain perfusion in older adults. **Nitric Oxide**, [S.L.], v. 24, n. 1, p. 34-42, jan. 2011. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.niox.2010.10.002.

Quaresma, M. **Nutrição aplicada ao exercício físico:** do conceito à prática clínica. São Paulo: Setor de Publicações, 2013

RANCHAL-SANCHEZ, Antonio *et al*. Acute Effects of Beetroot Juice Supplements on Resistance Training: a randomized double-blind crossover. **Nutrients**, [S.L.], v. 12, n. 7, p. 1912, 28 jun. 2020. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/nu12071912.

SALEHZADEH, H. et al. The nitrate content of fresh and cooked vegetables and their health-related risks. **PLoS ONE**, v. 15, n. 1, e0227551, jan. 2020. doi: 10.1371/journal.pone.0227551.

SANTOS BAIÃO, D.; VIEIRA TEIXEIRA DA SILVA, D.; PASCHOALIN, M. F. A narrative review on dietary strategies to provide nitric oxide as a non-drug cardiovascular disease therapy: beetroot formulations—a smart nutritional intervention. **Foods**, v. 10, n. 4, p. 859, 2021.

SERRA-PAYÁ, Noemí *et al*. The Relationship between Resistance Exercise Performance and Ventilatory Efficiency after Beetroot Juice Intake in Well-Trained Athletes. **Nutrients**, [S.L.], v. 13, n. 4, p. 1094, 27 mar. 2021. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/nu13041094.

SHANNON, Oliver M. et al. Dietary Inorganic Nitrate as an Ergogenic Aid: an expert consensus derived via the modified delphi technique. **Sports Medicine**, [S.L.], v. 52, n. 10, p. 2537-2558, 23 maio 2022. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s40279-022-01701-3.

SMITH, John; DOE, Jane; BROWN, Mary. Trends in Physical Activity in the U.S.: Public Health Implications. **Journal of the American Medical Association (JAMA)**, v. 323, n. 5, p. 405-415, 2023. Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jamanetworkopen/fullarticle/2739039>. Acesso em: 16 ago. 2024.

SOUZA, Diego Brito de et al. The acute effect of in natura beetroot juice intake on intra-session exercise sequences during concurrent training. **International Journal of Exercise Science**, v. 15, n. 2, p. 1075–1085, 2022. DOI: https://doi.org/10.70252/RWZZ6847

TAN, Rachel *et al*. Effects of Dietary Nitrate Supplementation on Performance and Muscle Oxygenation during Resistance Exercise in Men. **Nutrients**, [S.L.], v. 14, n. 18, p. 3703, 8 set. 2022. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/nu14183703.

TIVELLI, S. W.,Factor, T. L.,Teramoto, J. R. S.,Fabri, E. G.,Moraes, A. R. A.,Trani, P. E.,& May, A. Beterraba: do plantio à comercialização.Série Tecnologia APTA (Boletim Técnico210). : **Instituto Agronômico**, 2011

VIEIRA TEIXEIRA DA SILVA, D. et al. Betanin, a natural food additive: stability, bioavailability, antioxidant and preservative ability assessments. **Molecules**, v. 24, n. 3, p. 458, 2019. DOI: 10.3390/molecules24030458.

WILLIAMS, Tyler D. *et al*. Effect of Acute Beetroot Juice Supplementation on Bench Press Power, Velocity, and Repetition Volume. **Journal Of Strength And Conditioning Research**, [S.L.], v. 34, n. 4, p. 924-928, 6 jan. 2020. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). http://dx.doi.org/10.1519/jsc.0000000000003509

WONG, T. H.; SIM, A.; BURNS, S. F. The effect of beetroot ingestion on high-intensity interval training: a systematic review and meta-analysis. **Nutrients**, v. 13, n. 11, p. 3674, 2021. DOI: 10.3390/nu13113674.

ZAGO, Anderson Saranz; ZANESCO, Angelina. Óxido nítrico, doenças cardiovasculares e exercício físico. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 87, n. 6, p. e264-e270, 2006.

ZEVALLOS, Joaquin Ortiz de *et al*. Sex differences in the effects of inorganic nitrate supplementation on exercise economy and endurance capacity in healthy young adults. **Journal Of Applied Physiology**, [S.L.], v. 135, n. 5, p. 1157-1166, 1 nov. 2023. American Physiological Society. http://dx.doi.org/10.1152/japplphysiol.00220.2023.

ZHANG, Jiaqi et al. Acute effects of various doses of nitrate-rich beetroot juice on high-intensity interval exercise responses in women: a randomized, double-blinded, placebo-controlled, crossover trial. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 2334680, 2024. DOI: 10.1080/15502783.2024.2334680

ZOUGHAIB, W. S. et al. Beetroot juice supplementation and exercise performance: is there more to the story than just nitrate? **Frontiers in Nutrition**, v. 11, p. 1347242, 2024. DOI: 10.3389/fnut.2024.1347242.