



GABRIEL LISSONI DE SOUZA

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA E CRÔNICA DE
NITRATO NO DESEMPENHO DE MEMBROS SUPERIORES
EM MULHERES PRATICANTES DE EXERCÍCIO RESISTIDO**

**LAVRAS-MG
2026**

GABRIEL LISSONI DE SOUZA

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA E CRÔNICA DE NITRATO NO
DESEMPENHO DE MEMBROS SUPERIORES EM MULHERES PRATICANTES DE
EXERCÍCIO RESISTIDO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Nutrição e Saúde, área de concentração em Nutrição e Saúde, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Luiz Henrique Maciel
Orientador

Prof. Dr. Wilson César de Abreu
Coorientador

LAVRAS-MG
2026

**Ficha Catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração
de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com
dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Souza, Gabriel.

Efeitos da suplementação aguda e crônica de nitrato no desempenho de membros superiores em mulheres praticantes de exercício resistido / Gabriel Souza. - 2026.
89 p. : il.

Orientador: Luiz Henrique Rezende Maciel

Coorientador: Wilson César de Abreu

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2026.
Bibliografia.

1. Nitrato. 2. Mulheres. 3. Exercício resistido. 4. Óxido Nítrico. 5. Suplementos nutricionais. I. Rezende Maciel, Luiz Henrique. II. César de Abreu, Wilson. III. Universidade Federal de Lavras. IV. Título.

GABRIEL LISSONI DE SOUZA

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA E CRÔNICA DE NITRATO NO
DESEMPENHO DE MEMBROS SUPERIORES EM MULHERES PRATICANTES DE
EXERCÍCIO RESISTIDO**

**EFFECTS OF ACUTE AND CHRONIC NITRATE SUPPLEMENTATION ON UPPER
BODY PERFORMANCE IN RESISTANCE-TRAINED WOMEN**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Nutrição e Saúde, área de concentração em Nutrição e Saúde, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 27 de março de 2026
Dr. Luiz Henrique Rezende Maciel – UFLA
Dr. Wilson César de Abreu – UFLA
Dra. Elizandra Milagre Couto – UFLA
Dr. Sandro Fernandes Da Silva – UFLA

Prof. Dr. Luiz Henrique Maciel
Orientador

Prof. Dr. Wilson César de Abreu
Coorientador

LAVRAS-MG
2026

Dedico à minha família e amigos por todo amor incondicional, apoio e incentivo nessa jornada, estes que sempre me ensinaram o valor do esforço, da educação e da perseverança. Também dedico à todos que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a minha família por me fortalecer, me sustentar, e me conceder calma, sabedoria e amor em cada etapa desta caminhada.

Àqueles que eu chamo de amigo, os quais sei que posso contar sempre que precisar.

Agradeço também ao meu orientador (Dr. Luiz Henrique Rezende Maciel), pela orientação segura, pela confiança, pelo incentivo e por sempre me instruir a tomar as decisões corretas na vida acadêmica e no desenvolvimento pessoal.

Da mesma forma agradeço meu coorientador (Dr. Wilson César de Abreu) por todo o apoio, conselhos, e por todo o conhecimento que me guiaram para o caminho certo desde o início deste projeto, e estendo meu agradecimento ao professor Dr. Sandro Fernandes da Silva pelas oportunidades de aprendizado.

Agradeço ao professor Rodrigo Ferreira de Moura, professor do Departamento de Medicina na Universidade Federal de Lavras, que realizou as análises estatísticas presentes nesta pesquisa.

Aos demais professores da UFLA que de alguma forma contribuíram com o desenvolvimento desta pesquisa e aos colegas e amigos, do programa e da universidade, pela parceria, discussões produtivas, pelos momentos de descontração e pela amizade que foi construída ao longo desse processo acadêmico.

Agradeço à Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde (PPGNS) pelo apoio institucional e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro ao projeto e concessão de bolsa de estudos, que possibilitaram a concretização desta pesquisa.

O presente trabalho foi realizado com apoio do conselho nacional de desenvolvimento científico e tecnológico (CNPQ), o qual concedeu bolsa de estudos, e auxiliou a conclusão do Mestrado.

RESUMO

Introdução: O nitrato (NO_3^-) vem sendo investigado como potencial recurso ergogênico devido à sua conversão em óxido nítrico (NO), molécula relacionada à regulação do fluxo sanguíneo, oxigenação tecidual e eficiência contrátil muscular. Paralelamente, o crescente interesse pela melhora do desempenho em exercícios resistidos têm impulsionado a busca por estratégias capazes de otimizar a performance física. **Justificativa:** Entretanto, os efeitos do nitrato sobre o treinamento resistido ainda permanecem inconclusivos, especialmente em mulheres, população pouco investigada e que podem apresentar respostas fisiológicas distintas dos homens. **Objetivo:** Avaliar os efeitos da suplementação aguda e crônica de nitrato no desempenho físico de membros superiores em mulheres praticantes de exercício resistido. **Metodologia:** Estudo experimental, randomizado, duplo-cego e controlado por placebo, aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa. Participaram 26 mulheres treinadas (Nitrato: $n=13$; $21,2 \pm 2,12$ anos; Placebo: $n=13$; $22,8 \pm 2,97$ anos), com experiência mínima de 5 meses em treino resistido. Foram realizadas quatro visitas: uma familiarização, incluindo avaliações físicas e nutricionais, mensuração das cargas e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; e três sessões experimentais: controle (sem suplementação), aguda (dose única) e crônica (dose diária por 5 dias consecutivos). Em cada sessão, as participantes realizaram puxada alta supinada e remada curvada (4 séries de 12 repetições a 60% de 1RM), seguidas de 4 séries até a falha na puxada alta pronada a 75% de 1RM. Foram avaliados número total de repetições, contração voluntária isométrica (CVI), frequência cardíaca (FC), pressão arterial (PA), lactato sanguíneo, tempo sob tensão (TST) e percepção subjetiva de esforço (PSE). Os dados foram analisados no IBM SPSS Statistics por meio de Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMMs). **Resultados:** Houve aumento significativo no número total de repetições até a falha em ambos os grupos. Contudo, o grupo Nitrato apresentou maiores tamanhos de efeito (agudo: $d=1,31$; crônico: $d=1,63$) em comparação ao grupo Placebo ($d=0,59$; $d=1,15$ respectivamente). Esse maior desempenho ocorreu sem aumentos correspondentes na PSE, FC, PA ou lactato sanguíneo. Na CVI, na interação grupo $\times$ condição, observou-se tendência próxima da significância ($p=0,051$) de atenuação da perda de força no grupo nitrato, após 3 minutos do término da sessão. Para o TST, houve diferença significativa apenas entre as condições, com aumento progressivo em ambos os grupos. **Conclusão:** A suplementação de nitrato demonstrou potencial ergogênico em mulheres praticantes de exercício resistido, aumentando o volume total de treino e sem elevar o custo metabólico ou a percepção subjetiva de esforço.

Palavras-chave: nitrato; óxido nítrico; exercício resistido; mulheres; suplementos nutricionais.

ABSTRACT

Introduction: Nitrate (NO_3^-) has been investigated as a potential ergogenic aid due to its conversion into nitric oxide (NO), a molecule associated with blood flow regulation, tissue oxygenation, and muscular contractile efficiency. In parallel, the growing interest in improving performance during resistance exercise has increased the search for strategies capable of optimizing physical performance. **Rationale:** However, the effects of nitrate supplementation on resistance training remain inconclusive, especially in women, a population that has been understudied and may present physiological responses different from those observed in men. **Objective:** To evaluate the effects of acute and chronic nitrate supplementation on upper-limb physical performance in women engaged in resistance training. **Methodology:** This was an experimental, randomized, double-blind, placebo-controlled study approved by the Research Ethics Committee. Twenty-six trained women participated (Nitrate: $n=13$; 21.2 ± 2.12 years; Placebo: $n=13$; 22.8 ± 2.97 years), all with at least 5 months of resistance training experience. Four visits were conducted: one familiarization session, including physical and nutritional assessments, load determination, and signing of the informed consent form; and three experimental sessions: control (without supplementation), acute (single dose), and chronic (daily dose for 5 consecutive days). In each session, participants performed supinated lat pulldown and bent-over row exercises (4 sets of 12 repetitions at 60% of 1RM), followed by 4 sets to failure in the pronated lat pulldown exercise at 75% of 1RM. The total number of repetitions, maximal voluntary isometric contraction (MVIC), heart rate (HR), blood pressure (BP), blood lactate, time under tension (TUT), and rating of perceived exertion (RPE) were evaluated. Data were analyzed using IBM SPSS Statistics through Generalized Linear Mixed Models (GLMMs). **Results:** There was a significant increase in the total number of repetitions performed to failure in both groups. However, the Nitrate group showed greater effect sizes (acute: $d=1.31$; chronic: $d=1.63$) compared with the Placebo group ($d=0.59$ and $d=1.15$, respectively). This greater performance occurred without corresponding increases in RPE, HR, BP, or blood lactate concentrations. For MVIC, the group $\times$ condition interaction showed a near-significant trend ($p=0.051$) toward attenuation of strength loss in the nitrate group, 3 minutes after the end of the session. For TUT, significant differences were observed only between conditions, with a progressive increase in both groups. **Conclusion:** Nitrate supplementation demonstrated ergogenic potential in women engaged in resistance training, increasing total training volume without elevating metabolic cost or perceived exertion.

Keywords: nitrate; nitric oxide; resistance training; women; Nutritional supplements.

INDICADORES DE IMPACTO

A pesquisa tem como público-alvo pesquisadores e estudantes das áreas da educação física e nutrição, fazendo com que a mesma se estabeleça na área da saúde considerando as oito áreas temáticas da Política Nacional de Extensão. Para a realização do estudo foi necessária a participação de voluntárias de fora da universidade, que receberam acompanhamento nutricional e de profissionais da educação física para fazer as sessões de treinamento e avaliações antropométricas durante o período dos testes, sendo estes fatores que promovem alguma melhora na qualidade de vida das participantes, e o que traz um caráter extensionista para o trabalho. Sendo assim o grupo populacional impactado com o resultado da pesquisa são principalmente mulheres entre 18 e 40 anos praticantes de exercícios resistidos. O estudo envolveu muitos pesquisadores sendo eles três docentes da Universidade Federal de Lavras, dois mestrandos do programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde e nove graduandos dos cursos de Educação Física e Nutrição. E alinhando os objetivos do presente estudo aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), este projeto tem o potencial de contribuir de forma significativa em várias das áreas contempladas. Este projeto pode trazer contribuições para o setor industrial, ao fomentar inovações do setor. Especificamente, caso os resultados da pesquisa sobre a suplementação de nitrato atendam as hipóteses e sejam positivos, as empresas terão a oportunidade de utilizar os dados achados para aprimorar a dosagem, produção e a comercialização do suplemento ergogênico do nitrato. Junto disso, o trabalho principalmente pode impactar positivamente na melhoria da saúde e bem-estar geral, uma vez considerando os diversos benefícios comprovados da prática de exercícios resistidos atrelados aos possíveis efeitos positivos da suplementação de nitrato durante a prática de exercícios físicos.

IMPACT INDICATORS

This research is aimed at investigators and students in the fields of physical education and nutrition, situating it within the health sciences as defined by Brazil's National Extension Policy. The study's implementation relied on the participation of volunteers from the external community. These participants were provided with nutritional counseling and were guided by physical education professionals through training sessions and anthropometric assessments over the course of the trial. This methodology not only fosters improvements in the participants' quality of life but also imbues the work with a community outreach component. As such, the population most directly impacted by the study's outcomes are women aged 18 to 40 engaged in resistance training. The research team is composed of three faculty members from the Federal University of Lavras, two master's candidates from the Graduate Program in Nutrition and Health, and nine undergraduate students from the Physical Education and Nutrition programs. In alignment with the United Nations' (UN) Sustainable Development Goals (SDGs), this project is poised to make significant contributions across several domains. It holds the potential to drive innovation within the industrial sector; should the findings on nitrate supplementation confirm our hypotheses, corporations could leverage this data to optimize the dosage, manufacturing, and marketing of this ergogenic supplement. Above all, this work is expected to positively impact public health and well-being by combining the established benefits of resistance training with the prospective advantages of nitrate supplementation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Processo de síntese do óxido nítrico (NO)	13
Figura 2 – Ciclo do nitrato alimentar.....	14
Figura 3 – Fases do ciclo menstrual e respectivas alterações hormonais	17
Figura 4 – Fluxograma dos encontros.....	22
Figura 5 – Fluxograma da Familiarização.....	23
Figura 6 – Delineamento Experimental.....	25
Figura 7 – Escala de Percepção de Esforço Adaptada para a musculação.....	29
Figura 8 – Gráfico PSE geral.....	37
Figura 9 – Gráfico PSE local.....	37
Figura 10 – Gráfico da FC grupo Nitrato.....	38
Figura 11 – Gráfico da FC grupo Placebo.....	39
Figura 12 – Pressão arterial sistólica.....	40
Figura 13 – Pressão arterial diastólica.....	41
ARTIGO	
Figura 1 – Escala de Percepção de Esforço Adaptada para a musculação.....	70
Figura 2 – PSE geral.....	75
Figura 3 – PSE local.....	75
Figura 4 – Gráfico FC Nitrato.....	76
Figura 5 – Gráfico FC Placebo.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação dos vegetais em função do teor de nitrato.....	15
Tabela 2 – Caracterização da amostra.....	32
Tabela 3 – Total de repetições realizadas no exercício puxada pronada.....	33
Tabela 4 – Interações grupo*condição para o total de repetições.....	33
Tabela 5 – Tempo sobre tensão total realizado.....	34
Tabela 6 – Valores delta 3 minutos da CVI.....	35
Tabela 7 – Valores delta 5 minutos da CVI.....	35
Tabela 8 – Valores para Lactato.....	36

ARTIGO

Tabela 1 – Caracterização da amostra.....	72
Tabela 2 – Interações grupo-condição para o total de repetições.....	73
Tabela 3 – Delta 3 minutos da CVI.....	73
Tabela 4 – Delta 5 minutos da CVI.....	74
Tabela 5 – Valores Lactato sanguíneo.....	74

LISTA DE SIGLAS

1RM	1 repetição máxima
CVI	Contração voluntária isométrica
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
FC	Frequência cardíaca
O2	Oxigênio
PA	Pressão arterial
PAD	Pressão arterial diastólica
PAS	Pressão arterial sistólica
PSE	Percepção subjetiva de esforço
R24h	Recordatório alimentar 24h
TAI	Termo de autorização de imagem
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
TST	Tempo sobre tensão
TR	Treinamento resistido
UFLA	Universidade Federal de Lavras

LISTA DE SÍMBOLOS

NO	Óxido nítrico
NO ₂ ⁻	Nitrito
NO ₃ ⁻	Nitrato

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
1.1. Hipóteses	17
1.2. Justificativa	17
1.3. Objetivos	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO	19
2.1. Óxido Nítrico	19
2.2. Nitrato	21
2.3. Exercício Resistido e Mulheres	22
2.4. Nitrato e Treinamento Resistido	25
3. MATERIAIS E MÉTODOS	27
3.1. Delineamento e Aspectos Éticos	27
3.2. Critérios de Inclusão e Exclusão	27
3.3. Procedimentos da coleta	28
3.4. Análise Estatística	36
4. RESULTADOS	38
4.1. Volume total (número total de repetições)	38
4.2. Tempo sobre tensão total	40
4.3. Contração Voluntária Isométrica (CVI)	40
4.4. Lactato	42
4.5. Percepção subjetiva de esforço geral e local	42
4.6. Frequência Cardíaca	44
5. DISCUSSÃO	48
6. CONCLUSÕES	55
REFERÊNCIAS	56
 ARTIGO - EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA E CRÔNICA DE NITRATO NO DESEMPENHO EM EXERCÍCIOS RESISTIDOS DE MEMBROS SUPERIORES EM MULHERES TREINADAS	 63
1. INTRODUÇÃO	65
2. METODOLOGIA	66
3. RESULTADOS	71
4. DISCUSSÃO	77
5. CONCLUSÃO	80
 ANEXOS	 85
APÊNDICES	86

1. INTRODUÇÃO

Na atualidade, a prática de atividade e exercício físico é reconhecida como uma ferramenta essencial, não somente para alcançar uma melhor aptidão física, mas também como meios determinantes para diminuição da mortalidade e manejo de doenças crônicas, conforme foi estabelecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) nas diretrizes globais recentes que enfatizam a importância de erradicar o comportamento sedentário (Bull *et al.*, 2020). Por sua vez, o exercício pode ser classificado em dois tipos: anaeróbicos e aeróbicos. Estes diferenciam-se principalmente pelo sistema energético predominante na produção de ATP. O exercício aeróbico ocorre quando há predominância do metabolismo que utiliza oxigênio, característica presente em atividades de menor intensidade e maior duração, nas quais o organismo consegue sustentar a produção de energia de forma contínua. Já o exercício anaeróbico é caracterizado por esforços de alta intensidade e curta duração, nos quais a produção de energia ocorre sem dependência direta do oxigênio, utilizando vias como o sistema ATP-PCr e a glicólise anaeróbica (William D. McArdle, 2024).

Paralelo a isso, a procura por suplementos nutricionais que tem como objetivo um melhor desempenho em exercícios físicos é cada vez maior tanto entre praticantes amadores, quanto atletas, de ambos os sexos, o que faz com que recursos ergogênicos como creatina, cafeína, beta-alanina, nitrato, e outros, progressivamente sejam mais estudados e comercializados (Yu; Ding, 2025).

Por sua vez, o nitrato (NO_3^-), que é um composto que pode ser obtido através da alimentação, é classificado como um subproduto inerte do metabolismo do óxido nítrico (NO). E a sua suplementação pode trazer melhorias no desempenho físico, uma vez que a ingestão de nitrato eleva a concentração de NO no sangue, o qual atua principalmente como uma molécula sinalizadora, regulando diversas funções corporais, como por exemplo a contração do músculo esquelético, o metabolismo energético, a respiração celular, a biogênese mitocondrial e o controle vascular, resultando em efeitos terapêuticos e ergogênicos (Cooper; Giulivi, 2007; Lundberg *et al.*, 2011).

Diversas pesquisas têm demonstrado que uma dieta rica em vegetais folhosos verdes (ex. espinafre e rúcula) e raízes como beterraba, que são ricas em nitrato, pode oferecer também proteção contra o desenvolvimento de doenças cardiovasculares (Pragani *et al.*, 2017). Esse efeito é atribuído à redução da pressão arterial tanto em indivíduos normotensos quanto hipertensos, além da diminuição do estresse oxidativo (Webb *et al.*, 2008).

Adicionalmente, o nitrato tem atraído atenção crescente de pesquisadores nos últimos anos como um potencial recurso ergogênico para aprimorar o desempenho em diversos tipos de treinamento e exercício, nos quais os possíveis efeitos ergogênicos provenientes do consumo de nitrato se associam a melhora da eficiência cardiovascular, da perfusão sanguínea, principalmente em fibras tipo II, ao aumento da eficiência contrátil, mitocondrial e da resistência muscular (Fry *et al.*, 2026; Senefeld *et al.*, 2020).

Ademais, embora o treinamento físico possa trazer fortes benefícios para ambos os sexos, homens e mulheres podem responder de maneira diferente a determinado estímulo no exercício, principalmente devido ao ciclo menstrual, que gera grandes alterações hormonais no organismo feminino (Pedersen *et al.*, 2019).

Devido a essas flutuações hormonais, que podem influenciar até mesmo na suplementação do nitrato, pesquisas com mulheres acabam sendo escassas e acabam sendo realizadas quase sempre com homens (Wickham; Spriet, 2019). Um estudo que utilizou somente mulheres como amostras e suplementação de nitrato de forma aguda, é o de Jiaqi *et al.*, (2024), que teve em sua metodologia exercícios intervalados de alta intensidade, e no qual foram encontradas s melhoras significativas no desempenho para o grupo que utilizou o nitrato. Outro exemplo de estudo que utilizou somente mulheres como amostras suplementação de nitrato, e especificamente exercício resistido para os testes, é o estudo de Jurado-Castro *et al.*, (2022), o qual também avaliou o número total de repetições e foram encontradas diferenças significativas para o grupo nitrato. Porém o protocolo utilizado neste estudo continha apenas exercícios para membros inferiores.

Vale ressaltar que existem pesquisas que indicam que a suplementação de nitrato melhora o desempenho físico para exercícios aeróbicos, como ciclismo ao melhorar a oxigenação muscular, diminuir a pressão arterial, aumentar a tolerância ao exercício e até a potência (Wong; Lau; Burns, 2025; Meng *et al.*, 2025). Porém quando se trata de exercícios intermitentes de alta intensidade ou exercícios resistidos, embora as pesquisas sejam crescentes, os resultados ainda não são conclusivos para que se possa afirmar os reais efeitos do nitrato para essas práticas (Dominguez *et al.*, 2018; Mosher *et al.*, 2016).

Considerando o aumento da busca do público feminino pela prática de exercícios resistidos e um melhor desempenho físico, e também que as diferenças na fisiologia feminina podem influenciar os efeitos do nitrato no corpo, é importante investigar a suplementação desse composto em mulheres que praticam esse tipo de exercício.

1.1. Hipóteses

Espera-se que o nitrato aumente a biodisponibilidade de óxido nítrico (NO), melhorando a eficiência contrátil e o fluxo sanguíneo para os músculos esqueléticos (particularmente fibras tipo II, fortemente recrutadas no exercício resistido). Com isso, nossa hipótese foi que a suplementação dietética de nitrato, tanto de forma aguda (dose única) quanto crônica (5 dias) iria melhorar o desempenho de membros superiores das mulheres nos testes de exercício resistido, quando comparado com o grupo controle. Assim, esperamos observar um aumento significativo do número de repetições no exercício puxada alta pronada, e consequentemente um aumento do volume total de treino. Adicionalmente também é esperado uma diminuição ou manutenção da pressão arterial (PA), frequência cardíaca (FC), do lactato sanguíneo e menor perda da potência muscular.

Também se espera que ocorra uma diminuição ou manutenção da PSE, que, junto do aumento do volume de treino, seria outra melhoria relacionada ao desempenho geral da participante, concluindo então que o nitrato pode sim ser um bom suplemento para mulheres praticantes de exercícios resistidos.

1.2. Justificativa

A maioria dos estudos com a suplementação de nitrato relacionados ao desempenho físico foram realizados com homens, permanecendo as mulheres sub-representadas (Ortiz de Zevallos *et al.*, 2023). Considerando as diferenças fisiológicas e metabólicas que podem existir quanto ao nitrato no organismo das mulheres (Wickham; Spriet, 2019), torna-se necessário mais estudos com a população feminina e o nitrato.

Além disso grande parte dessas pesquisas utilizam como forma de avaliação exercícios aeróbicos (Menezes *et al.*, 2019), e embora existam estudos com exercícios resistidos anaeróbicos, estes normalmente são realizados apenas com um único exercício e a suplementação é ministrada de forma aguda (Dominguez *et al.*, 2018; Mosher *et al.*, 2016). Isto é pouco realista e aplicável, considerando o cenário real de um treinamento resistido dentro de uma academia de musculação, onde são realizados múltiplos exercícios em uma sessão de treino.

Portanto, foi avaliado neste estudo uma sessão completa de treinamento resistido com mulheres, com suplementação aguda e crônica, o que se aplica mais a realidade de indivíduos que frequentam academias rotineiramente.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo geral

Avaliar os efeitos do nitrato, de forma aguda e crônica, no desempenho físico de mulheres praticantes de exercício resistido.

1.3.2. Objetivos específicos

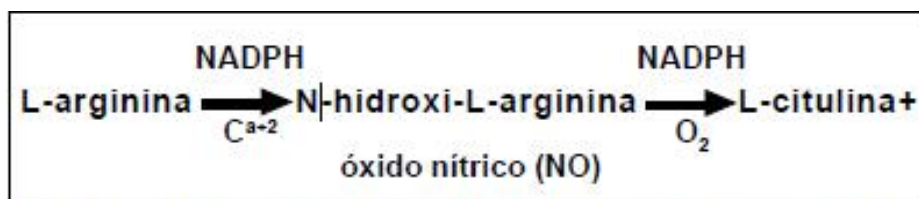
- Investigar se existem diferenças entre a suplementação aguda e crônica de nitrato.
- Averiguar os efeitos da suplementação de nitrato sobre o volume total em uma sessão de treinamento.
- Verificar os efeitos da suplementação de nitrato sobre o número de repetições no exercício puxada alta pronada, realizado até a falha muscular concêntrica.
- Verificar os efeitos da suplementação de NO_3^- na percepção subjetiva de esforço (PSE) geral e específica.
- Compreender os efeitos da suplementação de nitrato quanto a pressão arterial e frequência cardíaca durante a sessão de treinamento.
- Analisar os efeitos do NO_3^- na contração voluntária isométrica (CVI).
- Verificar os efeitos da suplementação de NO_3^- sobre o lactato sanguíneo.
- Averiguar os efeitos da suplementação de nitrato sobre o tempo sobre tensão.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Óxido Nítrico

O óxido nítrico (NO) é uma molécula sinalizadora e regulatória de diversos processos fisiológicos no organismo humano, dentre as quais destacam-se a vasodilatação, o controle da respiração mitocondrial e a regulação da contratilidade do músculo esquelético (Jiaqi *et al.*, 2024). Além disso, atua como neurotransmissor com capacidade potencializadora, atuando na memória e no aprendizado, e também possui funções importantes na proteção do sistema cardiovascular e em doenças metabólicas (Ma *et al.*, 2018; Modin *et al.* 2001). A produção endógena de NO pode acontecer por duas principais vias, sendo a primeira a partir do aminoácido L-arginina na presença de NADPH, cálcio e oxigênio (Figura 1) (Kapil *et al.*, 2020).

Figura 1 - Processo de síntese do óxido nítrico (NO)



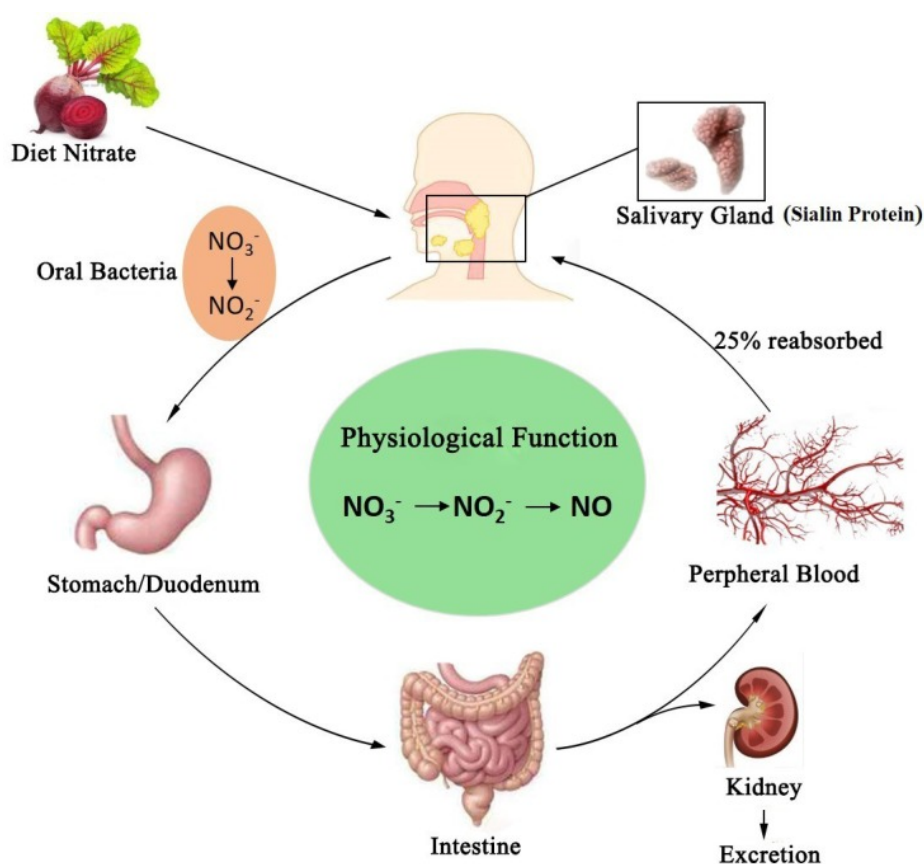
Fonte: (Flora Filho; Zilberstein, 2000)

A segunda, é a via nitrato–nitrito–óxido nítrico, e é caracterizada por uma série de reações integradas (Jiaqi *et al.*, 2024). O nitrato, por sua vez desempenha papel fundamental como precursor do NO, e pode ser obtido principalmente através de alimentos ricos neste composto, sendo assim a sua ingestão muito importante para obter-se maiores níveis de NO (Jiaqi *et al.*, 2024; Lundberg; Weitzberg, 2013).

Em seu ciclo metabólico, inicialmente o nitrato (NO_3^-) é ingerido por meio da dieta, e ainda na cavidade oral inicia sua redução para nitrito (NO_2^-), um processo que ocorre principalmente devido à ação de bactérias anaeróbicas facultativas e glândulas salivares, que ficam localizadas na superfície da língua (Qin *et al.*, 2012). Aproximadamente 5 a 7% deste nitrato dietético é reduzido em nitrito por essas bactérias e após isso, junto da saliva, o nitrito chega ao estômago onde será metabolizado e parte será convertida em óxido nítrico (NO). Parte do nitrito não será metabolizado no estômago e poderá ser absorvido para a circulação sanguínea, podendo ser utilizado em situações de baixa oxigenação e acidez muscular durante o exercício para síntese de NO, mantendo o ciclo.

Caso haja excesso do nitrato, ele será excretado pelos rins, através da urina (Figura 2) (Bryan; Ivy, 2015). Toda essa via de conversão pode ser vista como uma estratégia de reserva, que garante a produção de óxido nítrico quando a entrega de oxigênio aos tecidos está limitada, especialmente em situações de isquemia e acidose, ou seja, quando a síntese endógena de NO é prejudicada (Ma *et al.*, 2018).

Figura 2 - Ciclo do nitrato alimentar



Fonte: (Ma *et al.*, 2018)

Durante o contexto de exercício físico, o NO tem função principalmente na regulação do fluxo sanguíneo e na entrega de oxigênio aos tecidos ativos, através da promoção da vasodilatação e melhora da perfusão muscular durante o esforço, sendo este um dos mecanismos essenciais para maior disponibilidade de oxigênio e nutrientes para o músculo esquelético, e consequentemente mais energia (Poon *et al.*, 2025). Em condições de hipóxia e isquemia, a produção endógena de NO pode ser reduzida, tornando-se, nessas situações, ainda mais importante a ingestão dietética de alimentos ricos em nitrato (Larsen *et al.*, 2007).

Além disso, estudos também mostram que o NO pode aumentar a eficiência mitocondrial, reduzindo assim o custo de oxigênio necessário para a produção de ATP, e melhorando a economia do exercício, especialmente em atividades de endurance (Tian *et al.*, 2025; Poon *et al.*, 2025).

Em relação à utilização de oxigênio para a produção energética ao longo do treinamento, o estudo de Larsen *et al.*, (2014) mostrou que a presença de NO em níveis altos no organismo pode reduzir em até 4% o consumo de oxigênio. Ademais, Baranauskas *et al.*, (2020) também mostra em seu estudo que o NO aumenta a função contrátil do músculo esquelético, o que indica o músculo pode realizar mais trabalho em determinado tempo pelo mesmo custo metabólico, além de melhorar a função mitocondrial e muscular no exercício.

2.2. Nitrato

O nitrato (NO_3^-) é um ânion que pode ser encontrado no corpo humano, e é obtido principalmente através da dieta alimentar (Weitzberg; Lundberg, 2013). Dentre as fontes alimentares mais comuns de NO_3^- , podem-se destacar alimentos como rúcula, espinafre, agrião, alface e beterraba que possuem teor de nitrato maior de 250 mg/100g de alimento fresco (Tabela 1). Esses vegetais são os responsáveis por uma grande parte da parcela do nitrato consumido na dieta, nos quais estudos indicam que aproximadamente 80% do NO_3^- ingerido provém de tais alimentos (Hord; Tang; Bryan, 2009; Lundberg; Weitzberg, 2013).

Tabela 1 – Classificação dos vegetais em função do teor de nitrato

Teor de Nitrato (mg/100g)	Muito baixo (<20mg)	Baixo (20 – 50mg)	Médio (50 a 100mg)	Alto (100 a 250mg)	Muito alto (>250mg)
Tipos de vegetais	Alcachofra, aspargos, favas, berinjela, alho, cebola, cogumelo, ervilha, pimenta, abobrinha, batata doce, tomate	Brócolis, cenoura, couve-flor, pepino, abóbora, chicória	Repolho, nabo, couve lombarda	Aipo-rábano, couve chinesa, endívia, erva-doce, couve, alho-poró, salsa	Aipo, agrião, alface, espinafre, rúcula, beterraba

Fonte: (Hord; Tang; Bryan, 2009)

É importante salientar então, que após a ingestão, o nitrato é rapidamente absorvido no trato gastrointestinal e passa para a circulação sistêmica como visto anteriormente. Junto

disso, estudos indicam que a concentração plasmática de nitrato aumenta rapidamente após a ingestão, normalmente atingindo seu pico aproximadamente entre 1 e 2 horas (Poon *et al.*, 2025). Parte deste nitrato circulante é então captado pelas glândulas salivares e secretado novamente na cavidade oral, sendo este processo fundamental para o funcionamento do ciclo entero-salivar (Tian *et al.*, 2025; Poon *et al.*, 2025). Neste ciclo, o nitrato presente na saliva é reduzido a nitrito (NO_2^-) por bactérias presentes na microbiota oral. Após essa redução, o nitrito é deglutido e pode sofrer conversão química no ambiente ácido do estômago ou retornar à circulação sistêmica, onde depois pode ser reduzido a óxido nítrico em diferentes tecidos (Tian *et al.*, 2025). Devido a essa etapa adicional que depende da microbiota oral, estudos indicam que o pico plasmático de nitrito ocorre aproximadamente entre 2 e 3 horas após a ingestão de nitrato (Tian *et al.*, 2025; Poon *et al.*, 2025).

Considerando isto pode-se explicar por que diversos protocolos de pesquisa recomendam a ingestão da suplementação de nitrato cerca de 2 a 3 horas antes do exercício, momento em que os níveis de nitrito (principal precursor do óxido nítrico) tendem a atingir sua maior concentração plasmática (Tian *et al.*, 2025; Poon *et al.*, 2025).

Desta forma, outro aspecto relevante para a eficiência da suplementação de nitrato é a composição da microbiota oral, que pode afetar seus efeitos, considerando que a redução do NO_3^- se inicia na boca e depende destas bactérias específicas para o processo, como citado anteriormente. Estudos que instruíram os participantes a não utilizarem enxaguante bucal, e também a não escovarem os dentes após a ingestão do suplemento, encontraram maiores níveis de NO_3^- e NO_2^- no plasma, indicando maior disponibilidade de óxido nítrico no organismo (Jones *et al.*, 2021; Koch *et al.*, 2017).

2.3. Exercício Resistido e Mulheres

Historicamente, as mulheres foram e ainda são sub-representadas no meio das pesquisas que envolvem ciência do exercício, devido principalmente à preocupação com as flutuações hormonais do ciclo menstrual e a possibilidade disso vir a interferir nos resultados experimentais (Ortiz de Zevallos *et al.*, 2023; Colenso-Semple *et al.*, 2023). Consequentemente há uma limitação na compreensão das respostas fisiológicas femininas ao exercício e às intervenções nutricionais (Colenso-Semple *et al.*, 2023).

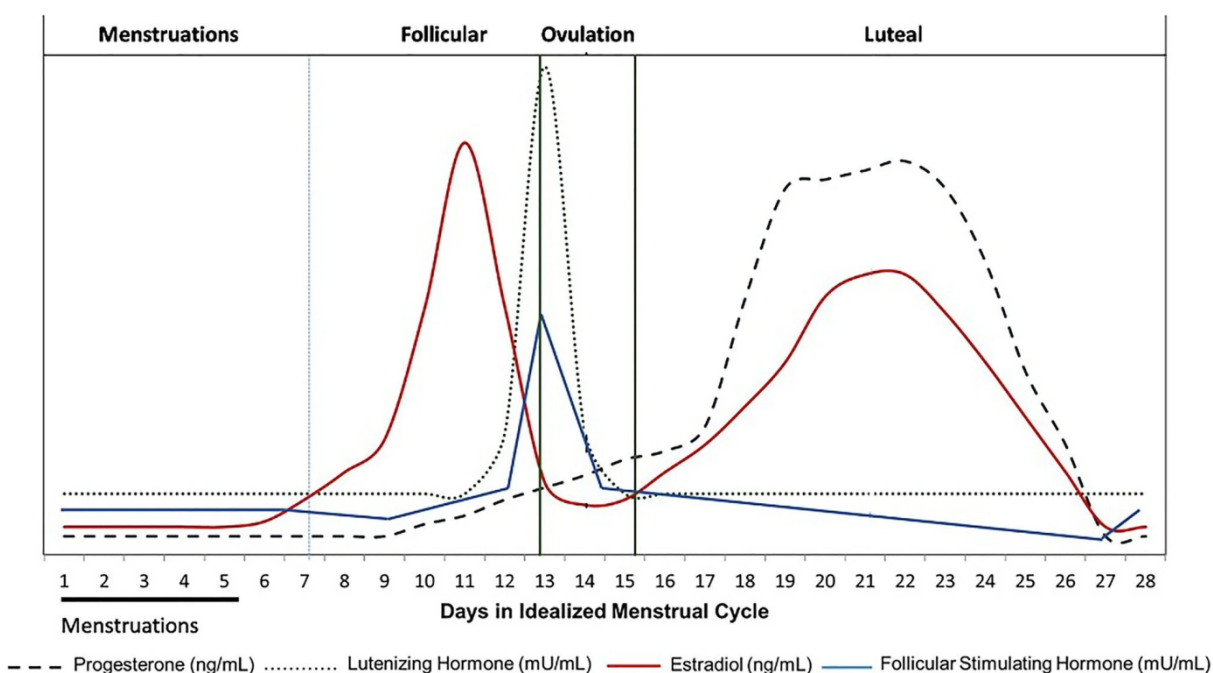
O ciclo menstrual começa no primeiro dia de menstruação, e possui uma média de duração de 28 dias. O ciclo é dividido em quatro fases principais: menstruação, fase folicular ,

fase ovulatória e fase lútea (Figura 3), todas reguladas por mudanças hormonais (Meignié *et al.*, 2021).

Na fase da menstruação, os níveis de progesterona e estrogênio reduzem significativamente, e essa queda hormonal provoca a descamação do endométrio, resultando na menstruação. Após isso, a fase folicular, caracteriza-se por um aumento gradual do estrogênio (principalmente o estradiol), atingindo seu pico antes da ovulação (Meignié *et al.*, 2021; Najmabadi *et al.*, 2020). Depois, na fase ovulatória, o pico de estradiol desencadeia um aumento abrupto de hormônio luteinizante (LH) que provoca a liberação do óvulo e por fim, na fase lútea ocorre um aumento do nível de progesterona que torna-se o hormônio dominante, embora o estradiol também permanece relativamente elevado (Meignié *et al.*, 2021; Najmabadi *et al.*, 2020).

Durante muito tempo, assumiu-se que tais variações hormonais, principalmente nas concentrações de estrogênio e progesterona poderiam influenciar significativamente a produção de força e o desempenho atlético de mulheres, sugerindo a necessidade de certas periodizações específicas para o treinamento (Meignié *et al.*, 2021). Entretanto, revisões sistemáticas recentes e mais abrangentes refutam essa premissa, mostrando que as fases do ciclo menstrual não influenciam de maneira estatística e clinicamente relevante o desempenho agudo de força máxima, tampouco prejudicam as adaptações crônicas, como a hipertrofia, induzidas pelo exercício resistido (Colenso-Semple *et al.*, 2023).

Figura 3 - Fases do ciclo menstrual e respectivas alterações hormonais



Fonte: (Meignié *et al.*, 2021)

Junto disso outros estudos recentes mostram que exercícios onde se utiliza a força máxima, esta permanece estável ao longo do ciclo menstrual e também ao longo das diferentes fases do uso de anticoncepcionais, o que indica que habilidades de pura força não sofrem influência pelas flutuações hormonais (Thompson *et al.*, 2021; Colenso-Semple *et al.*, 2023). Já para exercícios de alta velocidade e potência, como saltos, este mesmo estudo mostrou variações claras dependendo da fase hormonal (Thompson *et al.*, 2021).

Vale lembrar que o ciclo menstrual pode impactar o estado psicológico das mulheres, influenciando fatores como motivação (Crewther; Cook, 2018), disposição para o exercício e até mesmo a percepção de esforço durante a prática física (Sthatam, 2020), assim como parâmetros de impulsividade que podem ser significativamente maiores durante a fase da menstruação.

Em relação à diferença dos efeitos da suplementação de NO_3^- entre os sexos, alguns estudos sugerem que as variações hormonais ao longo do ciclo menstrual podem influenciar a resposta feminina à suplementação de nitrato, principalmente durante períodos de maior concentração de estradiol. Evidências discutidas por Ortiz de Zevallos *et al.* (2023) indicam que, na fase folicular tardia (quando o estradiol atinge níveis mais elevados) há aumento da biodisponibilidade de nitrato (NO_3^-) e nitrito (NO_2^-), possivelmente devido à maior atividade da óxido nítrico sintase endotelial estimulada pelo estrogênio. Contudo, essa relação parece envolver principalmente a metabolização e a disponibilidade sistêmica da via nitrato–nitrito–óxido nítrico, e não necessariamente uma maior absorção intestinal de NO_3^- (Jiaqi *et al.*, 2024; Ortiz de Zevallos *et al.*, 2023). Desta forma, o pico estrogênico poderia tanto potencializar a ação do nitrato por efeito sinérgico quanto atenuar seus efeitos ergogênicos adicionais, uma vez que a via do óxido nítrico já se encontra parcialmente ativada endogenamente (Wickham; Spriet, 2019), reforçando a importância de algum tipo de controle da fase do ciclo menstrual em intervenções com suplementação de nitrato em mulheres.

Embora estas variações hormonais ao longo do ciclo sejam muito estudadas e bem documentadas, uma revisão sistemática recente (Silva *et al.*, 2022) mostrou que, 123 estudos examinaram os efeitos da suplementação de nitrato, porém apenas sete estudos recrutaram especificamente mulheres. Observa-se que essa forte sub-representação feminina na pesquisa limita a compreensão completa dos efeitos dessas flutuações hormonais nas mulheres, e principalmente sobre a eficácia da suplementação de NO_3^- como um potencial auxílio ergogênico sobre o exercício físico para as mulheres (Silva *et al.*, 2022; Wickham; Spriet, 2019).

2.4. Nitrato e Treinamento Resistido

A prática de treinamento resistido é reconhecida cientificamente por ter fortes relações com melhorias funcionais e fisiológicas, melhorando consequentemente o desempenho físico, através de adaptações crônicas relevantes para tal, como a hipertrofia muscular, além de melhores adaptações de fatores hemodinâmicos, como a frequência cardíaca (FC) e a pressão arterial (PA) (Lin *et al.*, 2025). Além desses fatores, a prática sistematizada do treinamento resistido também pode melhorar fatores biomecânicos, como a produção de força máxima e aumento da resistência muscular (Currier *et al.*, 2023).

O treinamento resistido pode ser manipulado por meio de diversas variáveis, incluindo intensidade, volume, número de séries, repetições e intervalo de recuperação entre séries. A adequada manipulação dessas variáveis determina o estímulo imposto ao sistema neuromuscular e influencia diretamente as adaptações ao treinamento, como ganhos de força, hipertrofia e função física (DE Camargo *et al.*, 2022; Mcleod *et al.*, 2024). Dessa forma, a organização dessas variáveis deve considerar os objetivos do treinamento e as características do praticante, uma vez que diferentes combinações podem resultar em respostas fisiológicas distintas (Radaelli *et al.*, 2025).

Por sua vez, o nitrato ingerido através da dieta possui certos benefícios terapêuticos e percebeu-se que alguns deles podem ser vantajosos para um melhor desempenho durante a prática de exercícios físicos, como por exemplo a forte capacidade vasodilatadora e o controle da PA (Kapil *et al.*, 2015). Sendo assim, o nitrato como um potencial recurso ergogênico passou a ser investigado e estudado.

O nitrato quando administrado na forma de suplemento pode ser ingerido por diferentes meios. Parte das pesquisas oferecem a suplementação em forma de nitrato de sódio, gel de beterraba, ou simplesmente uma dieta rica em nitrato. No entanto, a maior parte dos estudos utilizam o suco de beterraba como fonte de NO_3^- , devido à sua maior praticidade e facilidade de ingestão (Silva *et al.*, 2022).

Nesse contexto, o processo de redução do nitrato se torna um dos mecanismos cruciais durante exercícios físicos de alta intensidade, nos quais o fornecimento de oxigênio para as células musculares pode diminuir, aumentando a necessidade de reposição de oxigênio e, consequentemente, de óxido nítrico (Casey; Joyner, 2011), junto de seus outros benefícios já citados como o controle da pressão arterial e da sua capacidade vasodilatadora (Souza Junior *et al.*, 2023; Kapil *et al.*, 2015).

Concomitantemente a isto, é importante ressaltar outro fator em relação a suplementação de NO_3^- , que são as quantidades ideais a serem ingeridas para que se alcance um melhor desempenho do suplemento, Silva *et al.*, (2022), concluiu que doses menores que 4,9mmol ou maiores que 15mmol não são eficazes. Entretanto, evidências encontradas em revisões mais recentes sugerem que efeitos ergogênicos mais consistentes tendem a ocorrer com ingestões iguais ou superiores a 6 mmol de nitrato aproximadamente, e esta seria a quantidade apontada como dose mínima efetiva em intervenções voltadas ao desempenho esportivo (Poon *et al.*, 2025). Artigos recentes ainda destacam que inúmeros estudos utilizam quantidades aproximadas entre 6 e 12 mmol de nitrato, sendo esta faixa a mais comum para protocolos de suplementação, e além disso, tais doses podem ser administradas de forma aguda, geralmente cerca de 2 a 3 horas antes do exercício, ou também de forma crônica, por períodos que variam de 3 dias a até uma semana (Tian *et al.*, 2025; Poon *et al.*, 2025).

No entanto, os efeitos da suplementação de nitrato no exercício resistido ainda não estão bem elucidados na literatura. Ainda há um menor número de estudos sobre os efeitos ergogênicos do nitrato sobre o exercício resistido, quando comparado com o exercício aeróbico e a maioria destes são realizados com amostras compostas por indivíduos do sexo masculino.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Delineamento e Aspectos Éticos

O presente estudo possui um caráter experimental, exploratório, randomizado, duplo-cego e foi controlado por placebo. O projeto de pesquisa foi submetido, avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Lavras, com protocolo de número CAAE: 67603023.0.0000.5148. As coletas foram realizadas na academia de musculação do Departamento de Educação Física, localizada na Universidade Federal de Lavras, no estado de Minas Gerais, na cidade de Lavras. As mulheres participantes do projeto foram informadas sobre os objetivos, protocolos e procedimentos necessários para a realização da pesquisa, e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice 1) e também o Termo de Autorização de Imagem (Apêndice 2).

3.2. Critérios de Inclusão e Exclusão

Na pesquisa foram incluídos indivíduos do sexo feminino, com idade entre 18 e 40 anos, que praticassem exercícios resistidos a pelo menos 5 meses e realizassem no mínimo 3 sessões de treinamento por semana.

Poderiam ser excluídas da pesquisa as participantes que de alguma forma se lesionassem durante as coletas e/ou as que fizessem o uso de algum recurso ergogênicos como creatina, cafeína, beta alanina ou anabolizantes durante o período de testes. Além disso, poderiam ser excluídas as participantes que não completassem os testes.

3.2.1. Desenho experimental

O recrutamento das participantes foi realizado através de anúncios em redes sociais, principalmente Instagram e WhatsApp e também de forma presencial em academias, se necessário. Após o recrutamento, foram realizados quatro encontros com cada participante para a realização das coletas de dados (Figura 4).

No primeiro encontro (familiarização) as voluntárias assinaram os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A) e de Autorização de Imagem (TAI) (Apêndice B), preencheram o Recordatório 24h (R24) e foram submetidas a uma avaliação física para coleta de dados antropométricos para caracterização da amostra. Além disso, foram feitos testes para quantificar as cargas que foram usadas posteriormente nos dias experimentais.

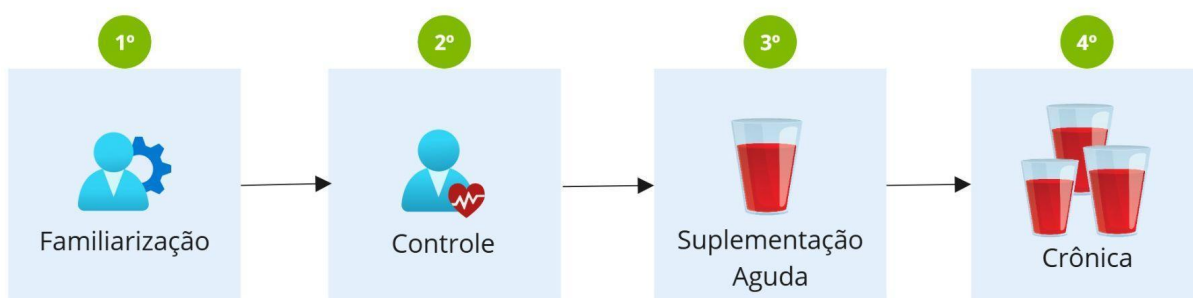
No segundo encontro, foi feito o primeiro protocolo de testes na sessão de treinamento, o qual foi realizado sem administração de nitrato (teste controle).

Após 3 dias de intervalo, no terceiro encontro, foi realizado o mesmo protocolo de testes, porém agora com suplementação de nitrato ou placebo de forma aguda (uma dose).

Depois de 5 dias de suplementação crônica, nos quais foram administradas uma dose por dia do suplemento de nitrato ou placebo (5 doses totais acumuladas), foi feito o último teste no quarto e último encontro, que também seguiu o mesmo protocolo dos anteriores.

Ambos os terceiro e quarto teste (suplementação aguda e crônica), obedeceram às características do estudo randomizado, duplo-cego e controlado por placebo.

Figura 4 - Fluxograma dos encontros



Fonte: Do autor (2026)

3.3. Procedimentos da coleta

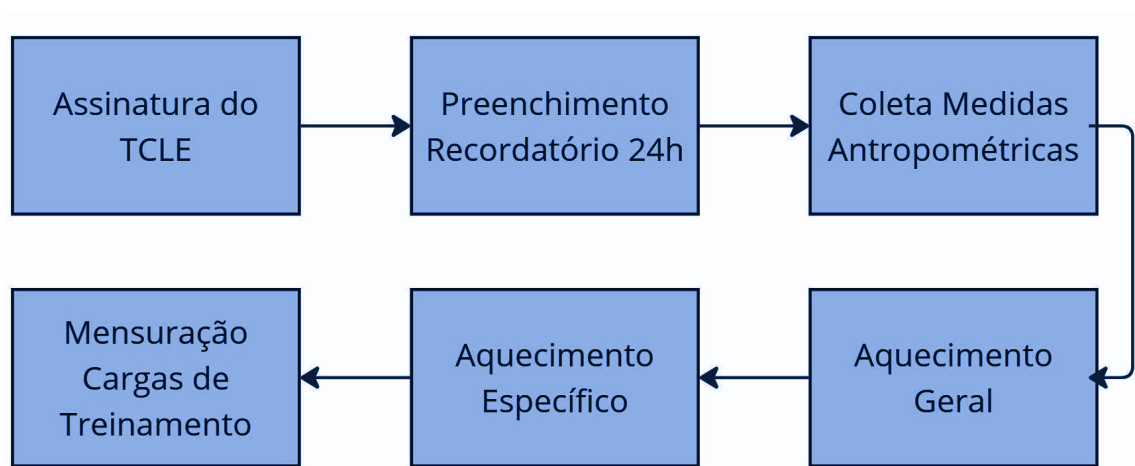
3.3.1. Familiarização

Durante o primeiro encontro aconteceu a familiarização, no qual as participantes primeiramente assinaram os termos e responderam o R24 aplicado por estudantes de Nutrição supervisionados por um professor, além de serem informadas sobre todos os protocolos e objetivos do estudo. Também foi feita uma avaliação física e foi mensurado o percentual de gordura a partir do protocolo de 7 dobras de Pollock (Jackson; Pollock; Ward, 1980) para caracterização das amostras.

Ainda no primeiro encontro foi realizada a mensuração da carga de treinamento para todos os exercícios que seriam realizados nos encontros futuros (puxada alta supinada, remada curvada e puxada alta pronada), através do teste de repetições máximas, seguindo o protocolo da equação de Brzycki (2007). Este também possuía o objetivo de familiarizar as participantes com as máquinas e equipamentos utilizados nos testes, assim como com o espaço da academia e os profissionais que a acompanhariam. Para isso, primeiramente as participantes realizaram um aquecimento geral, que foi feito em uma bicicleta ergométrica (Ergo fit, plus

167, cycle) numa velocidade de 60 rotações por minuto (rpm) em 50 watts de potência, por 5 minutos. Posterior ao aquecimento geral, foi feito um aquecimento específico, no qual foram feitas 2 séries de 10 movimentos no exercício puxada alta pronada, com intervalo de 1 minuto entre as séries e carga de 15kg. Após o aquecimento prosseguiu-se com o teste de repetições máximas, e posteriormente foi calculado o valor de 1RM estimado, com base na carga levantada para determinado número de repetições, aplicados na equação de Brzycki (2007). A partir do valor de 1RM, foram calculadas as cargas que seriam utilizadas nos testes.

Figura 5 – Fluxograma da Familiarização



Fonte: Do autor (2026)

3.3.2. Teste experimental

No segundo encontro, foi realizada a primeira sessão de testes, sem administração de suplementação, ou seja, o teste controle. Após chegarem ao laboratório, as participantes ficaram 5 minutos em repouso para realizarem a aferição da pressão arterial através de um monitor de pressão arterial automático (Omron®, Kyoto, Japão) e também para a mensuração da frequência cardíaca.

Posteriormente foi realizado um aquecimento geral, em uma bicicleta ergonômica, o qual seguiu o mesmo protocolo da familiarização. Depois, as participantes também realizaram um aquecimento específico para o teste, que consistiu em duas séries de dez repetições (2x10), sendo uma com 30% de uma repetição máxima (1RM), e a outra com 50%, ambas no exercício puxada alta pronada.

Após os aquecimentos e antes dos exercícios principais, foi realizado o teste de contração voluntária isométrica (CVI) no exercício puxada alta pronada.

Por fim a parte principal da sessão do treinamento foi realizada da seguinte forma:

- 4 séries de 12 repetições (4x12) com 60% de 1RM no exercício puxada alta supinada com intervalo de 1:30 minutos entre as séries.
- 4 séries de 12 repetições (4x12) com 60% de 1RM no exercício remada curvada com intervalo de 1:30 minutos entre as séries.
- 4 séries até a falha muscular concêntrica com 75% de 1RM no exercício puxada alta pronada com intervalo de 1:30 minutos entre as séries.

Entre os exercícios, o intervalo entre cada um foi de dois minutos.

Imediatamente após o final da última série de cada exercício da sessão, ou seja, entre os exercícios do teste foi mensurada novamente a frequência cardíaca e a pressão arterial.

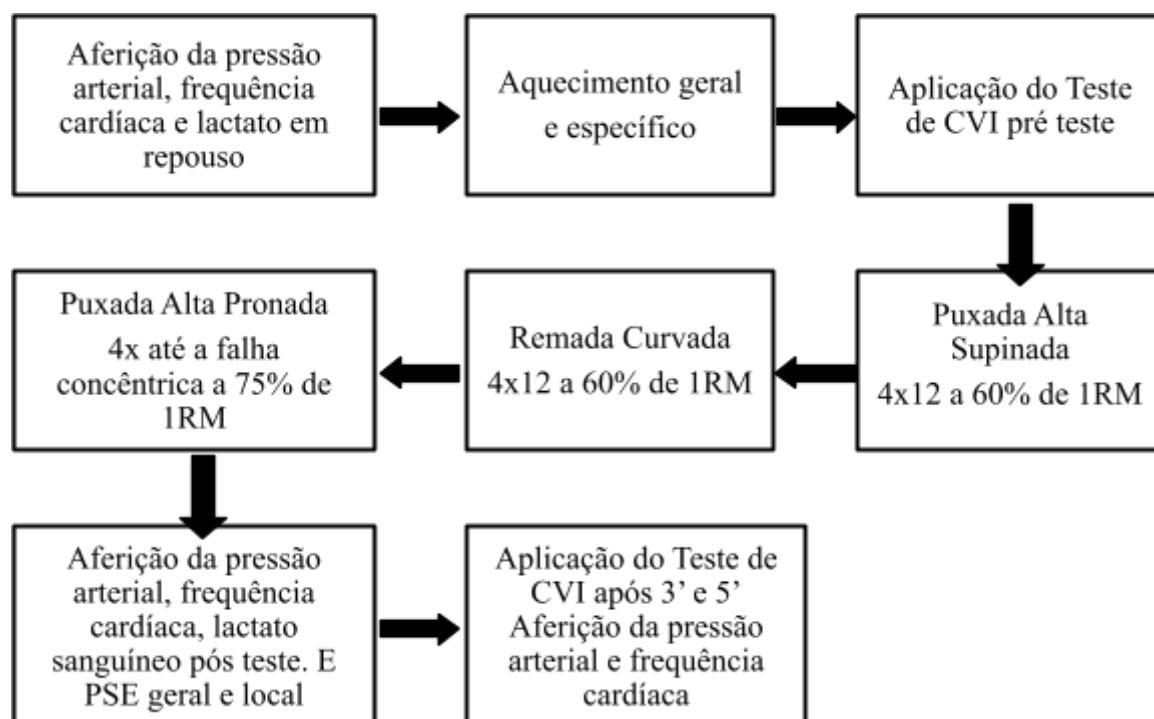
Após a última série do exercício puxada alta pronada (último exercício do teste) realizado até a falha, além da frequência cardíaca e pressão arterial, foram coletados também o PSE geral e específico, e foi mensurada a concentração do lactato sanguíneo.

Após 3 e 5 minutos do término desta mesma última série foram feitos novamente mais dois testes da CVI respectivamente, novamente no exercício puxada alta pronada para verificar qual foi o nível da perda de força após o treinamento de membros superiores.

Todas as séries até a falha do último exercício foram gravadas para auxiliar na contagem das repetições, e para a verificação do tempo sob tensão durante a realização das séries.

No terceiro encontro, foi realizado o mesmo protocolo, porém agora com a intervenção aguda de 1 dose de suplementação de nitrato ou placebo ingeridos 2:30h antes da realização do teste.

E no quarto encontro por fim, o mesmo procedimento foi realizado, porém com a intervenção crônica de 5 doses de suplementação de nitrato ou placebo, sendo consumida 1 dose por dia. Os procedimentos utilizados nos encontros podem ser observados na figura 6.

Figura 6 – Delineamento Experimental

Fonte: Do autor (2026)

3.3.3. Recomendações pré-teste

Foi orientado às participantes que no período dos testes, não deveriam praticar exercícios físicos extenuantes 24 horas antes dos testes e deveriam manter a mesma dieta em todos os dias de coleta. Além disso não deveriam consumir alimentos com alto teor de nitrato durante todo o período de intervenção, não ingerir bebidas alcoólicas 24 horas antes dos testes, não utilizar enxaguantes bucais e não escovar a língua ou mascar chicletes após a ingestão do suco nos dias de teste.

3.3.4. Teste de repetições máximas

Para iniciar o protocolo de repetições máximas, as participantes realizaram um aquecimento geral de 5 minutos em uma bicicleta ergométrica (Ergo fit, plus 167, cycle) numa velocidade de 60 rpm em 50 watts de potência. Após o aquecimento geral foi feito um aquecimento específico no exercício puxada alta pronada, no qual foram realizadas 2 séries de 10 movimentos com intervalo de 1 minuto e carga de 15kg. Após o aquecimento, foi

respeitado um intervalo de 2 minutos para então se iniciar o teste de repetições máximas para a predição de 1RM.

O teste se baseia na equação de Brzycki (2007), a qual consiste em um teste de repetições múltiplas, onde as participantes utilizaram uma carga habitual ou maior de treinamento para realização de 7 a 10 repetições máximas. Caso a participante realizasse menos do que 7 ou acima de 10 repetições, era dado um intervalo de 3 minutos e era feita uma alteração na carga (aumentando ou diminuindo), para então realizar novamente o teste.

Os dados de números de repetições e carga utilizada obtidos, foram aplicados na seguinte fórmula:

- $1\text{-RM} = 100 * \text{carga rep} / (102,78 - 2,78 * \text{rep})$
 - Carga rep: valor da carga de execução das repetições, expressa em quilogramas
 - Rep: número de repetições executadas

A partir deste cálculo foi obtido o valor da carga máxima da voluntária em cada um dos exercícios dos testes, sendo eles: puxada alta supinada, remada curvada e puxada alta pronada.

3.3.5. Medidas Antropométricas

Foi coletada a massa corporal utilizando-se uma balança digital (G-tech, Glass-10; CARMY ELETRONIC LTD, Zhongshan) com precisão de 100g e capacidade máxima de 200 quilos (kg), devidamente calibrada. O procedimento para a mensuração da massa corporal é realizado com a participante descalça em posição anatômica, com os calcanhares juntos, olhando para frente e com a cabeça no plano de Frankfurt, paralela ao solo.

A mensuração da estatura da participante, foi realizada com um estadiômetro acoplado na mesma balança acima citada, com precisão de 1 milímetro (mm). Posicionou-se a participante da mesma forma que a da mensuração da massa corporal, citada acima, e além disso, a participante manteve as costas eretas, de modo que o occipital, o dorso, as nádegas e os calcanhares tocassem o antropômetro.

O percentual de gordura foi mensurado a partir do protocolo de 7 dobras de Pollock (Jackson; Pollock; Ward, 1980), utilizando o Adipômetro Digital Científico Dgi Prime Vision Prime Med©, o qual foi realizado por Profissionais de Educação Física com experiência na área.

3.3.6. Protocolo de Suplementação

O estudo empregou dois protocolos de suplementação: agudo e crônico. O protocolo agudo consistiu na ingestão de uma dose única 2h30min antes da realização dos testes. O protocolo crônico envolveu a ingestão de uma dose diária durante 5 dias consecutivos.

As participantes foram alocadas de maneira aleatória para receber ou o suplemento ou o placebo. O suplemento consistiu em suco de beterraba rico em nitrato artificialmente saborizado com laranja (Beet IT 400; FourLab Nutrition, Brasil). A dose única fornecida para o teste agudo continha 600mg (9,6 mmol) de NO_3^- (15g do produto dissolvido em 180 ml de água potável), e cada dose das 5 fornecidas para o teste crônico continha 400mg (6,4 mmol) de NO_3^- . O suco foi homogeneizado em um liquidificador Eletrolux® mod. EBS30 700w por 2 minutos em menor velocidade. Posteriormente foi transferido para frasco de polipropileno com tampa lacre e capacidade para 200 ml (Apêndice C). O suco foi mantido sob refrigeração até o momento do consumo. O placebo consistiu em um suco de beterraba com baixa concentração de NO_3^- (~ 7,4 mg ou 0,12 mmol de NO_3^- dissolvido em 180 mL – pó de Beterraba, Soldiers Nutrition, Brasil). Para igualar o sabor, o placebo foi saborizado com o mesmo aromatizante sabor laranja utilizado no suco rico em nitrato. Este saborizando foi fornecido pela fabricante do suco rico em nitrato. A preparação do suco foi realizada por um pesquisador que não participou das coletas de dados.

3.3.7. Recordatório alimentar de 24h

No primeiro encontro, foi aplicado o recordatório alimentar de 24h (Anexo A) por estudantes de Nutrição supervisionados por um professor. Posteriormente, foi realizada a análise da composição nutricional do R24h no software WebDiet®.

Para minimizar os potenciais efeitos de confusão da dieta sobre o desempenho físico, as participantes receberam uma dieta individualizada, prescrita por um nutricionista. As dietas foram padronizadas quanto à proporção de macronutrientes, estabelecida em 4,0g/kg de carboidratos, 1,8 g/kg de proteínas e 1,0g/kg de gorduras (Iraki *et al.*, 2019). A prescrição foi realizada com base nos hábitos alimentares das participantes, excluindo o consumo de alimentos ricos em nitrato. As participantes foram rigorosamente orientadas a manter essa composição dietética em todos os dias de teste.

3.3.8. Pressão arterial

A pressão arterial foi aferida utilizando-se um monitor de pressão arterial automático (Omron®, Kyoto, Japão) seguindo os procedimentos descritos por Malachias *et al.* (2016). As

coletas foram feitas no início de cada sessão de testes principais, com as participantes em repouso, imediatamente após a última série do exercício “puxada alta pronada” e após 5 minutos do término da sessão de teste.

3.3.9. Frequência cardíaca

Para medir a frequência foi utilizado um dispositivo de monitoramento de frequência cardíaca (cinta para monitoramento cardíaco Garmin HRM dual®), o qual foi acoplado abaixo do osso esterno da participante, junto de um relógio cardiofrequencímetro, que fica no pulso do avaliador que controla e coleta a frequência cardíaca.

A frequência cardíaca foi coletada em três momentos diferentes: primeiramente após a chegada da participante no local do teste com 5 minutos de repouso, imediatamente após o término da última série do exercício “puxada alta pronada” e após 5 minutos do término deste mesmo último exercício.

3.3.10. Teste de contração voluntária isométrica

A Contração Voluntária Isométrica (CVI) é um método que determina a quantificação da força muscular durante um momento de isometria, fornecendo os dados em unidades de quilograma-força (Kgf) ou Newtons de força (N) (Meldrum et al., 2007). Na presente pesquisa, a CVI foi realizada no exercício puxada alta pronada, a fim de determinar a força isométrica máxima pré teste e após 3 e 5 minutos do final da sessão com o objetivo de verificar se a suplementação de nitrato tem um efeito protetor na perda de força após um protocolo extenuante de treinamento resistido.

Para a realização deste teste, foi instruído às voluntárias que se sentassem no aparelho (pulley) devidamente ajustado, para que ao segurarem na barra que seria puxada, a articulação dos cotovelos apresentassem um ângulo de 100°. A barra por sua vez, que normalmente é segura por um cabo de aço móvel, estava fixada por uma corrente presa na haste de metal superior do equipamento através de mosquetões, sendo que entre a barra a haste, no meio da corrente, estava fixada uma célula de carga. Esta célula de carga Miograph (Miotec®, Equipamentos Biomédicos Ltda, Porto Alegre, Brasil) com capacidade de 500 Kgf (Quilogramas-Força), quando tracionada e conectada a um eletromiógrafo de mesma marca, e a um notebook, envia os dados da força aplicada para o software MiotecSuite® que fez a leitura e apresentou os dados. É instruído que a participante realize o máximo de força

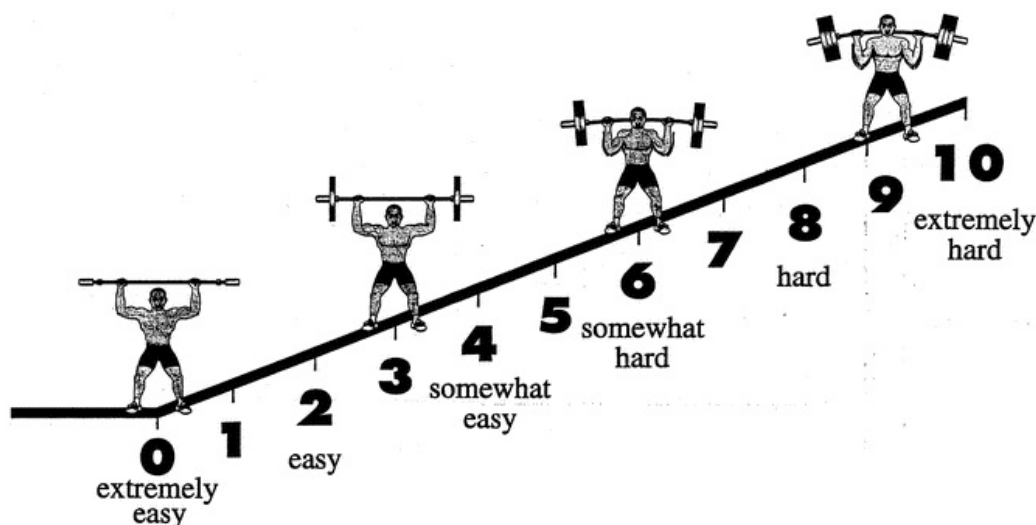
possível durante um período de 10 segundos. Quanto maior a força produzida na célula, maior será o valor numérico em Kgf observado.

3.3.11. Percepção Subjetiva de Esforço

A percepção subjetiva de esforço (PSE) foi obtida utilizando uma escala adaptada de 0 a 10 (Figura 7) na qual as participantes relataram o nível de esforço geral durante a sessão de treinamento, onde 0 significa esforço mínimo, e 10 esforço máximo (Robertson *et al.*, 2003). A PSE foi questionada às participantes logo após a última série do último exercício.

De uma maneira adaptada a PSE específica também foi analisada, após o término do último exercício. Esta se relaciona com o nível de esforço específico na musculatura trabalhada no exercício, no caso as dorsais, também em uma escala de 0 a 10, onde 0 indica esforço mínimo, e 10 esforço máximo.

Figura 7 - Escala de Percepção de Esforço Adaptada para a musculação



Fonte: Robertson *et al.*, (2003)

3.3.12. Lactato sanguíneo

Para mensuração da concentração do lactato sanguíneo, foram coletados 25 microlitros (μ L) de sangue em uma das falanges distais dos dedos da mão, com a utilização de lanceta descartável. As coletas ocorreram uma vez em um momento de repouso e também após o término do último exercício em cada um dos testes (controle, agudo e crônico). O sangue foi coletado em uma tira reagente de lactato (Accusport BM – lactate, Roche®, Hawthorne, USA) e para sua análise, foi utilizado analisador portátil (Accusport Boehringer Mannheim –

Roche®, Hawthorne, USA), que realiza a leitura por meio de fotometria, e emprega um algoritmo específico convertendo-a em uma concentração quantitativa de lactato. Os procedimentos citados seguiram normas de segurança e higiene, com higienização prévia do local de coleta com álcool. Além disso, os pesquisadores utilizaram luvas, as quais foram descartadas em lixos específicos para descarte de materiais biológicos.

3.4. Análise Estatística

Primeiramente os dados da pesquisa foram tabulados em planilhas no software Excel®. Posteriormente, todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software IBM SPSS Statistics (V.26). Para avaliar os efeitos da intervenção, os dados foram submetidos à análise estatística utilizando Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMMs - Generalized Linear Mixed Models).

A escolha por esse método de análise justifica-se por sua maior robustez e flexibilidade em relação à dados que normalmente desviam da normalidade, uma ocorrência comum na biologia e nas ciências do esporte. Os GLMMs permitem adequar distribuições não normais através de funções de ligação, além de incorporar efeitos aleatórios (como as medidas repetidas intra sujeito ao longo das sessões), superando as restrições de testes não paramétricos ou de abordagens baseadas na transformação de dados (Bolker et al., 2009).

O modelo estatístico foi delineado utilizando como efeitos fixos o "Grupo" (Nitrato e Placebo) e a "Condição" (Controle, Aguda e Crônica). Para as variáveis dependentes que incluíram medidas sequenciais, "Tempo" (Pré, Pós 3º, 5 min pós) foi incluído no modelo principal. Ademais, covariáveis contínuas foram inseridas para ajustar o modelo: Carga Relativa e Tempo de Treinamento.

Na análise para as concentrações de lactato especificamente, os valores de Lactato de repouso também foram utilizados como covariável para controle de base, para a comparação dos valores de lactato pós teste.

As distribuições de probabilidade e as funções de ligação foram determinadas individualmente, de acordo com a natureza de cada variável dependente, logo:

- Distribuição de Poisson com função de ligação Log: foi aplicada para dados de contagem, sendo utilizada para analisar as Repetições Totais, Frequência Cardíaca, Pressão Arterial Sistólica (PAS) e Pressão Arterial Diastólica (PAD).
- Distribuição Gama com função de ligação Log: aplicada nas variáveis contínuas que não assumem valores negativos e que podem apresentar assimetria positiva. Foi

empregada na análise do Lactato Total, na Percepção Subjetiva de Esforço (PSE Geral e Específica) e nas métricas de Tempo Sob Tensão Total.

- Distribuição Normal com função de ligação Identidade: utilizada somente para a análise dos deltas de variação absoluta para CVI (Delta 3 min e Delta 5 min), onde os pressupostos de normalidade foram atendidos.

Nas análises onde os efeitos principais significativos ou interações significativas entre os fatores foram encontradas, as diferenças específicas foram investigadas utilizando comparações múltiplas pareadas (pairwise contrasts). Para assegurar o controle da taxa de falso-positivos (Erro do Tipo I) resultante das comparações simultâneas, os valores de p foram corrigidos utilizando o método de ajuste sequencial de Bonferroni.

Em todas as análises, o nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. Para quantificar a relevância clínica ou prática das diferenças estatísticas encontradas em algumas das análises, o tamanho de efeito foi calculado utilizando a métrica Cohen's d .

Com objetivo de verificar a homogeneidade dos diferentes grupos, foi realizado um teste t para amostras independentes para as variáveis de caracterização da amostra, no qual também foi adotado um valor para $p < 0,05$.

4. RESULTADOS

Participaram do estudo 26 mulheres, sendo 13 do grupo Nitrato e 13 do grupo Placebo. As características demográficas, antropométricas e de força das participantes são apresentadas na tabela 2, assim como as média de 1RM estimado (calculado a partir dos testes de repetições máximas), e a carga de 75% (calculada a partir de 1RM) utilizada na Puxada Pronada para a realização do treinamento experimental.

Tabela 2 – Caracterização da amostra

Variáveis	Nitrato (n=13)	Placebo (n=13)	Valor p
Idade (anos)	21.2 ± 2.12	22.8 ± 2.97	0.107
Massa Corporal (kg)	60.1 ± 8.73	61.4 ± 7.22	0.677
Estatura (m)	1.61 ± 0.0543	1.64 ± 0.0345	0.055
Gordura corporal (%)	23.4 ± 4.45	23.0 ± 3.95	0.775
Tempo de treinamento (meses)	17.5 ± 11.9	16.8 ± 14.6	0.896
1RM Puxada Pronada (kg)	51.2 ± 7.42	52.7 ± 6.93	0.592
75% de 1RM Puxada Pronada (kg)	38.4 ± 5.57	39.5 ± 5.21	0.591

4.1. Volume total (número total de repetições)

O desempenho das voluntárias foi avaliado por meio do volume total atingido, através do número total de repetições realizadas nas quatro séries até a falha concêntrica do exercício puxada alta pronada.

Foram encontradas alterações significativas para as condições (controle, agudo e crônico) em ambos os grupos (nitrato e placebo) (Tabela 4) e houve um efeito de ordem com o aumento do total de repetições (controle<agudo<crônico) também em ambos os grupos como é possível ver na tabela 3, na qual temos as médias encontradas para cada condição em cada grupo. Porém é de grande importância destacar que embora o aumento de repetições tenha sido significativo em ambos os grupos, a magnitude foi muito maior no grupo nitrato,

como vemos apresentado na tabela 4, na qual temos as comparações pareadas entre condições experimentais dentro de cada grupo para o total de repetições, com os valores de p , assim como o tamanho de efeito (Cohen's d) para cada interação.

Tabela 3 - Total de repetições realizadas no exercício puxada pronada

Grupo	Condição	Média	Erro padrão
Nitrato	Controle	26,8	1,929
	Agudo	33,2	2,349
	Crônico	35,8	2,521
Placebo	Controle	30,8	2,194
	Agudo	33,5	2,367
	Crônico	36,5	2,569

Tabela 4 - Interações grupo*condição para o total de repetições

Grupo	Comparação	Dif. Média	Erro Padrão	Valor t	Valor p (Adj)	Tamanho de Efeito (Cohen's d)
Nitrato	AG vs. CT	6,39	1,27	5,04	< 0,001	1,31
	CR vs. CT	9,02	1,36	6,65	< 0,001	1,63
	CR vs. AG	2,63	1,29	2,03	0,047	0,57
Placebo	AG vs. CT	2,64	1,25	2,11	0,045	0,59
	CR vs. CT	5,72	1,32	4,33	< 0,001	1,15
	CR vs. AG	3,09	1,31	2,36	0,045	0,66

Nota: Dif. Média = Diferença absoluta entre as médias estimadas. Valor p ajustado por Bonferroni. CT = controle, AG = agudo, CR = crônico

Pode-se observar através dos tamanhos de efeito (Cohen's d) que a magnitude da melhora no número de repetições para o grupo nitrato superior.

4.2. Tempo sobre tensão total

Nas análises do tempo sobre tensão não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos nitrato e placebo ($p=0,524$), e nem entre a interação grupo * condição ($p=0,168$). Porém foi encontrado um valor significativo para a variável de condição ($p<0,001$) intra grupos. Ou seja, vemos através desta estatística que o padrão de mudança, neste caso o aumento no tempo total sob tensão foi semelhante para ambos os grupos, nitrato ou placebo, no qual vemos um aumento progressivo ao longo das condições (controle<agudo<crônico), e principalmente entre as condições controle e crônico ($p<0,001$ para nitrato e placebo). Na tabela a seguir vemos as médias para as condições de cada grupo.

Tabela 5 - Tempo sobre tensão total realizado

Grupo	Condição	Média em segundos	Erro padrão
Nitrato	CT	93,2	5,213
	AG	105,1	5,880
	CR	109,7	6,137
Placebo	CT	93,3	5,221
	AG	96,7	5,409
	CR	103,0	5,763

CT = controle, AG = agudo, CR = crônico

Embora a interação grupo e condição não seja significativa, é possível observar que o aumento do tempo sobre tensão para o grupo nitrato é um pouco mais expressivo do que para o grupo placebo entre as diferentes condições.

4.3. Contração Voluntária Isométrica (CVI)

Para a análise da CVI, foi considerado o valor da média de cada tentativa. Durante cada teste a CVI foi avaliada em três momentos: pré-teste, 3 e 5 minutos pós teste. Então para a estatística, foram feitas duas análises, uma para o delta do momento de 3 minutos após e uma para 5 minutos após. Tais variáveis representam a diferença (o *delta*) entre a força isométrica medida após o último exercício (3 e 5 minutos pós teste) e a força medida antes de se iniciar a sessão de treino (pré-teste). Como a sessão de treino gera fadiga muscular, já é

esperado que os valores da força diminuam, e portanto as médias dessas estimativas são negativas (pois representam o quanto de força a participante "perdeu" ou o déficit de força causado pelo treino.

Para o Delta de 3 minutos a diferença entre os grupos ($p=0,358$), entre as condições ($p=0,631$) e a interação de grupo e condições ($p=0,051$) não foi significativa. Observa-se na tabela 5 as médias para as condições dentro de cada grupo. Vale ressaltar que este valor da interação com $p=0,051$ nos mostra uma tendência significativa, na qual vemos que o grupo diminuiu progressivamente os valores da perda de força ao longo das condições, ainda que minimamente.

Tabela 6 - Valores delta 3 minutos da CVI

Grupo	Condição	Média	Erro padrão
Nitrato	CT	-6,90	0,909
	AG	-5,78	0,881
	CR	-4,52	0,881
Placebo	CT	-4,42	0,881
	AG	-4,57	0,881
	CR	-5,49	0,881

CT = controle, AG = agudo, CR = crônico

Para o Delta de 5 minutos também não foram encontradas diferenças entre os grupos ($p=0,350$), e nem entre as condições ($p=0,314$) ou entre a interação de grupo e condições ($p=0,142$). A tabela 6 contém as médias para as condições dentro de cada grupo.

Tabela 7 - Valores delta 5 minutos da CVI

Grupo	Condição	Média	Erro padrão
Nitrato	CT	-7,31	1,024
	AG	-5,96	1,000
	CR	-5,19	1,000
Placebo	CT	-5,02	1,000
	AG	-4,49	1,000
	CR	-5,50	1,000

CT = controle, AG = agudo, CR = crônico

4.4. Lactato

Nas análises do lactato não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos ($p=0,464$) e nem entre as condições ($p=0,223$), assim como para a interação entre grupo e condição ($p=0,456$), ou seja os valores do lactato permaneceram semelhantes ao longo das condições para ambos os grupos. Na tabela 5 encontram-se as médias para as condições em cada grupo.

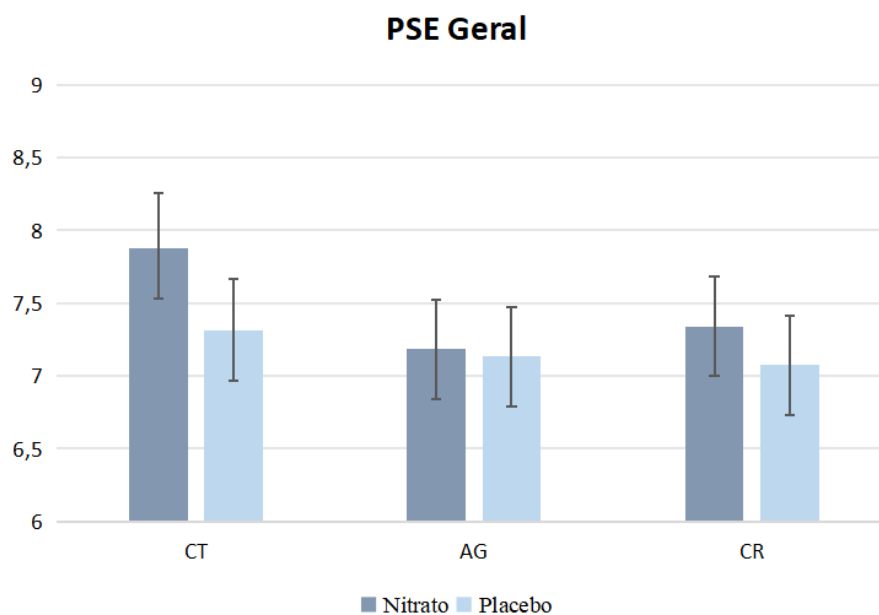
Tabela 8 - Valores para Lactato

Grupo	Condição	Média em mmol/L	Erro Padrão
Nitrato	CT	7,656	0,562
	AG	7,750	0,543
	CR	7,516	0,526
Placebo	CT	7,755	0,553
	AG	8,841	0,616
	CR	7,846	0,546

CT = controle, AG = agudo, CR = crônico

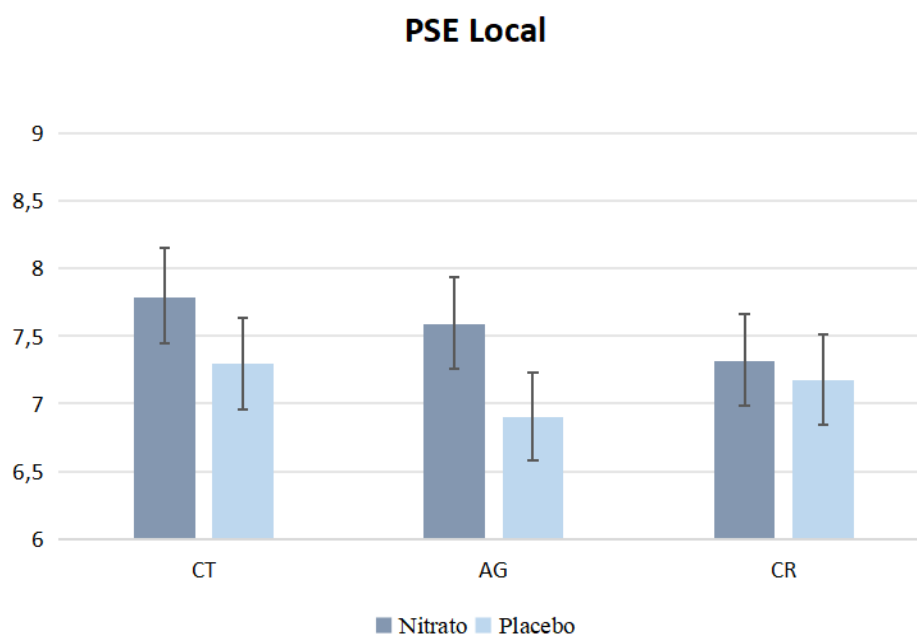
4.5. Percepção subjetiva de esforço geral e local

Para a PSE geral não foram encontradas diferenças significativas, tanto para as análises entre grupos ($p = 0,409$), condição ($p=0,324$) ou interação grupo*condição ($p=0,727$) (Figura 8).

Figura 8 - Gráfico PSE geral

CT = controle, AG = agudo, CR = crônico

Para a PSE local também não foram encontradas diferenças significativas para as análises entre grupos ($p=0,254$), condição ($p=0,453$) ou interação grupo*condição ($p=0,593$) (Figura 9).

Figura 9 - Gráfico PSE local

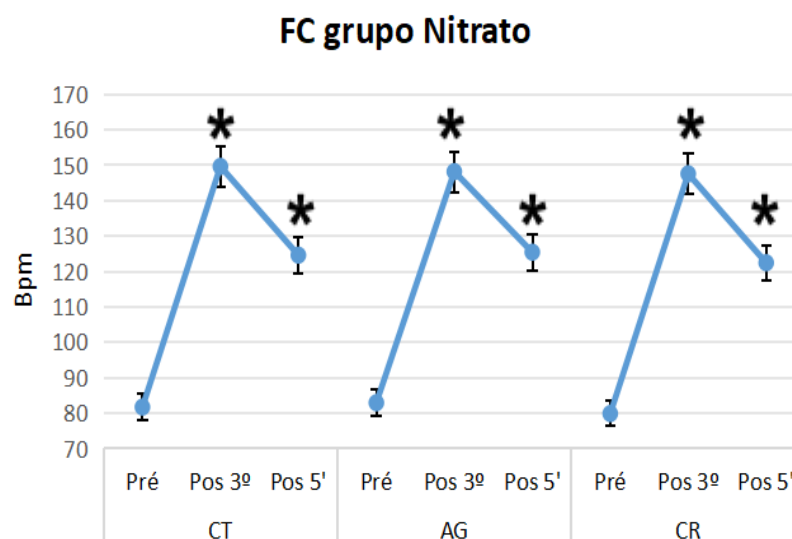
CT = controle, AG = agudo, CR = crônico

4.6. Frequência Cardíaca

A frequência cardíaca (FC) foi medida no repouso (pré-teste), imediatamente após os testes e 5 minutos após o fim dos testes. Não houve diferença significativa da FC entre grupos ($p=0,495$) ou condição (controle, agudo ou crônico) ($p=0,239$). Porém observou-se diferença significativa para a variável tempo (pré teste, pós 3º exercício e após 5 min) ($p<0,001$), assim como para interação grupo*tempo ($p=0,016$), o que já era esperado.

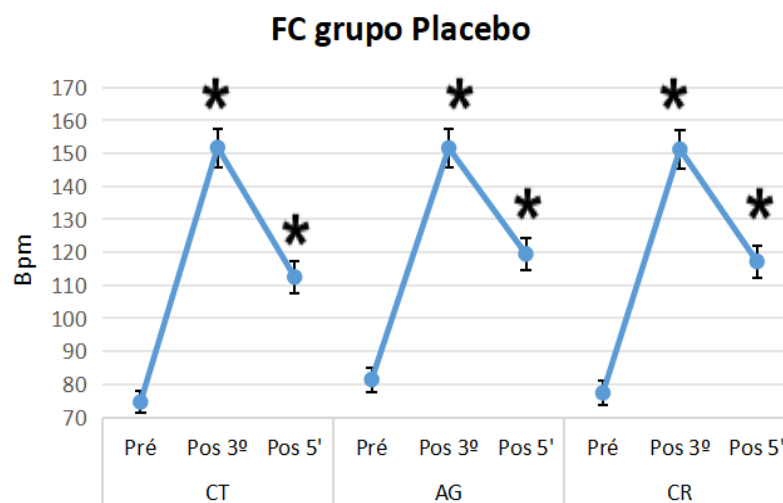
Nas figuras abaixo vemos valores das médias para cada tempo de aferição de cada condição e grupo.

Figura 10 - Gráfico da FC grupo Nitrato



* Diferenças significativas entre os momentos, em ambas as condições: $p<0,001$

CT = controle, AG = agudo, CR = crônico

Figura 11 - Gráfico da FC grupo Placebo

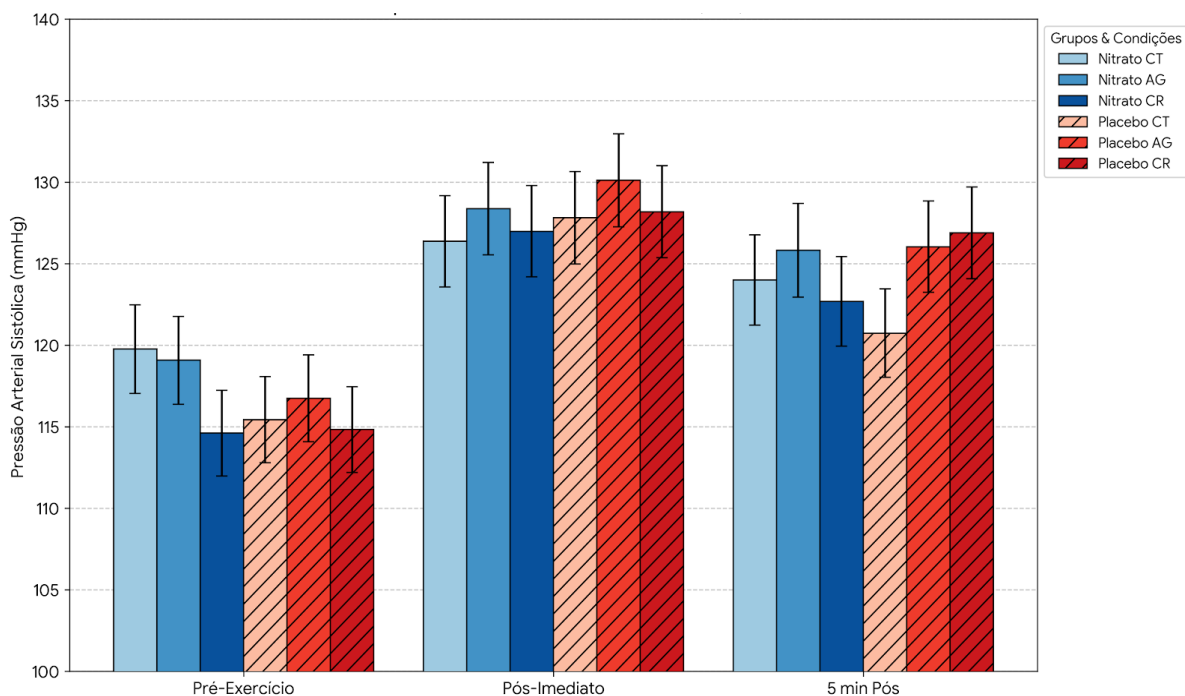
* Diferenças significativas entre os momentos, em ambas as condições: $p < 0,001$

CT = controle, AG = agudo, CR = crônico

4.7. Pressão arterial sistólica (PAS)

A pressão arterial (PA) foi medida no repouso (pré-teste), imediatamente após a finalização do teste e 5 minutos após a finalização. As análises para a PAS revelaram um efeito significativo apenas para variável Tempo (pré-teste, imediatamente pós-teste e 5 min pós-teste) ($p < 0,001$). Não foram observadas diferenças significativas para Grupo ($p = 0,950$) ou Condição ($p = 0,206$), assim como para a interação Grupo * Condição * Tempo também não ($p = 0,818$).

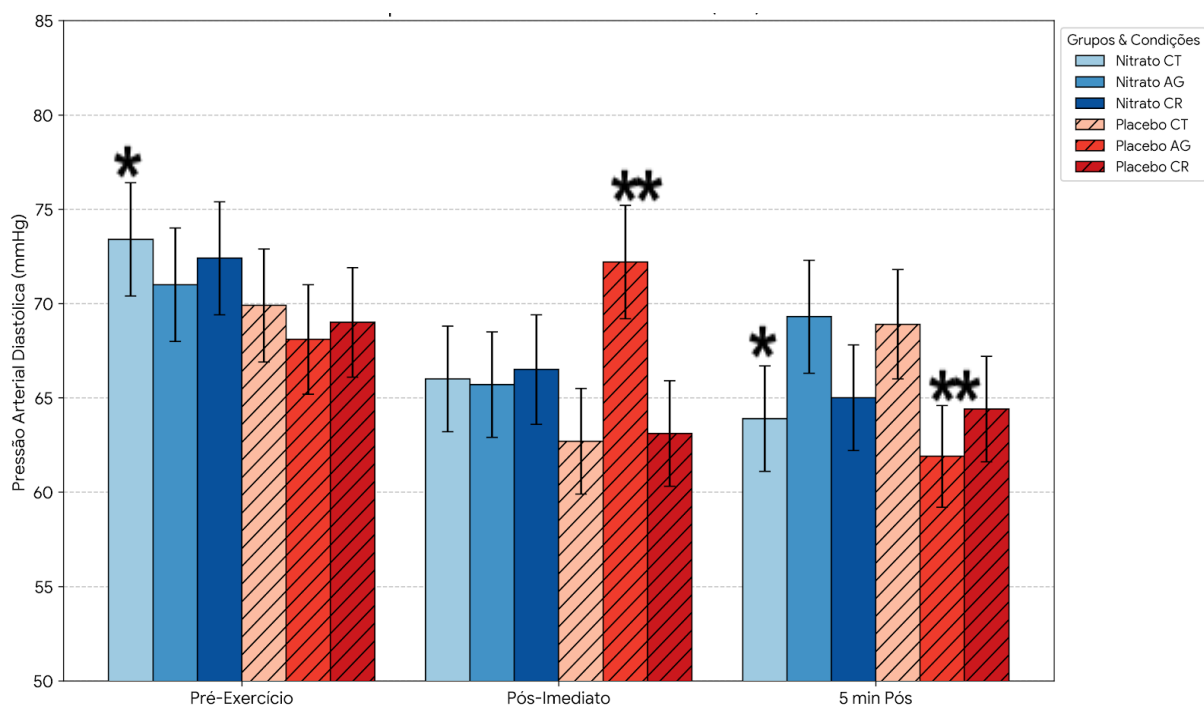
As comparações para o fator Tempo demonstraram que a PAS aumentou significativamente do momento pré-teste para o momento imediatamente pós-teste para ambos os grupos ($p < 0,001$). Da mesma forma do momento imediato pós-teste para o momento 5 minutos pós-testes houve uma redução significativa da PAS ($p = 0,006$). Comparando o momento 5 minutos com o pré-teste, a PAS ainda manteve significativamente elevada ($p < 0,001$) (Figura 12).

Figura 12 - Pressão arterial sistólica

4.8. Pressão arterial diastólica (PAD)

A pressão arterial (PA) foi medida no repouso (pré-teste), imediatamente e 5 minutos após os testes. Nas análises para a PAD, foi observado diferença significativa para o Tempo ($p = 0,001$) e uma interação tripla significativa entre Grupo * Condição * Tempo ($p = 0,032$). Não houve efeitos principais significativos isolados para Grupo ($p = 0,557$) ou Condição ($p = 0,684$).

Analizando a interação tripla através de comparações pareadas do Tempo dentro de cada Condição e Grupo, observou-se que no grupo Placebo, dentro da condição Aguda, houve uma redução significativa da PAD do momento imediato pós-teste para os 5 minutos pós-teste ($p = 0,012$). Além disso, no grupo Nitrato, na condição controle, também foi observada uma redução significativa da PAD entre o momento pré-teste e 5 minutos pós-teste ($p = 0,027$).

Figura 13 - Pressão arterial diastólica

* Diferenças significativa entre os momentos pré-teste e 5 minutos pós-teste, na condição Controle do grupo Nitrato ($p = 0,027$)

** Diferenças significativa entre os momentos pós-teste imediato e 5 minutos pós-teste, na condição Aguda do grupo Placebo ($p = 0,012$)

5. DISCUSSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo principal avaliar os efeitos da suplementação aguda e crônica de nitrato no desempenho físico de mulheres praticantes de exercício resistido. Os resultados do presente estudo demonstraram que, embora ambos os grupos tenham apresentado aumento no número total de repetições ao longo das condições, o grupo suplementado com nitrato apresentou tamanhos de efeito substancialmente superiores. Esse achado indica que a suplementação potencializou a capacidade de realização de trabalho, indo além de um possível efeito de familiarização ou adaptação ao protocolo experimental. Para o grupo Nitrato, temos os valores de tamanho de efeito para as condições controle vs. agudo $d = 1,31$ e controle vs. crônico $d = 1,63$, enquanto para o grupo Placebo, na condição controle vs. agudo temos uma magnitude, com um tamanho de efeito moderado $d = 0,59$, e para controle vs. crônico $d = 1,15$.

Dessa forma, pode-se inferir que o nitrato exerceu um efeito ergogênico relevante, aumentando a tolerância ao esforço e a capacidade de manutenção do desempenho até a falha muscular.

Os mecanismos fisiológicos que sustentam esse resultado estão relacionados ao aumento da biodisponibilidade de óxido nítrico (NO), que promove vasodilatação, melhora da perfusão muscular e maior eficiência na entrega de oxigênio e nutrientes (Lundberg *et al.*, 2011; Ma *et al.*, 2018). Considerando que o protocolo envolveu exercícios realizados até a falha muscular, com elevada demanda metabólica e recrutamento de fibras tipo II, é plausível que esses efeitos tenham contribuído diretamente para a maior capacidade de sustentar o esforço observado no grupo nitrato.

Na literatura os resultados são divergentes em relação a suplementação de NO_3^- para treinamento resistido. Uma revisão guarda-chuva recente de Poon *et al.*, (2025) concluiu que a suplementação de nitrato pode apresentar efeitos diferentes dependendo do tipo de desempenho muscular avaliado, e diz que o NO_3^- pode ser mais eficaz na melhora da resistência muscular comparado à força máxima. Outras pesquisas recentes mostram que fibras musculares do tipo II podem ser mais afetadas pela suplementação de NO_3^- (Tan *et al.*, 2025), possibilitando um melhor desempenho físico em treinos resistidos, e junto disso, vale ressaltar, que o NO_3^- pode reduzir o custo de ATP para produzir força, preservar a fosfocreatina durante contrações submáximas, melhorar o fluxo sanguíneo, a entrega de oxigênio e a eficiência mitocondrial, tornando o músculo mais eficiente durante esforços

prolongados (Poon *et al.*, 2025). Tudo isso justificaria o desempenho de maior relevância do grupo Nitrato.

Estes achados quanto ao volume de treino alinham-se aos achados de Jurado-Castro *et al.* (2022), o qual também foi realizado apenas com mulheres e utilizou exercício resistido como método de avaliação. Os autores demonstraram um aumento no número total de repetições realizadas até a falha nas condições com suplementação de nitrato, e também discutem que esse efeito pode estar associado ao aumento da biodisponibilidade de óxido nítrico, o qual pode favorecer a eficiência contrátil do músculo esquelético, além de melhorar a perfusão e a entrega de oxigênio ao tecido muscular ativo, sendo que tais mecanismos podem contribuir para retardar o aparecimento da fadiga e permitir a manutenção da produção de força ao longo das séries, favorecendo a realização de um maior número de repetições até a falha (Jurado-Castro *et al.*, 2022). Assim, os achados do presente estudo não apenas confirmam evidências anteriores, mas também ampliam a aplicabilidade dos efeitos ergogênicos do nitrato para exercícios de membros superiores em mulheres treinadas.

Certos estudos também encontraram melhora no desempenho físico em relação ao número de repetições realizadas até a falha muscular com a suplementação de nitrato para protocolos de exercício resistido (Mosher *et al.*, 2016; Ranchal-Sánchez *et al.*, 2020), mas é preciso ressaltar que estes estudos citados foram realizados exclusivamente com homens, o que impede uma comparação direta dos resultados (Ortiz de Zevallos *et al.*, 2023).

Essas diferenças advêm devido principalmente às variações dos hormônios endógenos no decorrer do ciclo menstrual, como estrogênio e progesterona (Jiaqi *et al.*, 2024), e de forma geral, a literatura descreve o estrogênio (principalmente o estradiol) como um hormônio com efeitos potencialmente favoráveis ao desempenho físico (Oosthuyse; Strauss; Hackney, 2023), uma vez que este pode melhorar a função mitocondrial, a eficiência no uso de lipídios como substrato energético, a ação antioxidante, além de favorecer a função vascular por aumento da biodisponibilidade de óxido nítrico. Já com níveis elevados de progesterona (predominantes na fase lútea) podem ser observados possíveis efeitos menos favoráveis ao desempenho, uma vez que este hormônio pode aumentar a temperatura corporal basal e o custo metabólico do exercício (Oosthuyse; Strauss; Hackney, 2023). Entretanto, vale mencionar que embora essa interação hormonal seja discutida na literatura os efeitos sobre desempenho não são uniformes nem universalmente observados, como em revisões sistemáticas recentes (McNulty *et al.*, 2020; Elliott-Sale *et al.*, 2021) que mostram que as variações de desempenho ao longo do

ciclo menstrual são pequenas e significativamente individuais, dependendo do nível de treinamento, do tipo de exercício, e da sensibilidade hormonal de cada mulher.

As análises do tempo sob tensão (TST), demonstraram que não houve diferenças significativas para a interação grupo * condição ($p = 0,168$), porém, observou-se um efeito significativo para a variável condição ($p < 0,001$). Isto nos indica que, independentemente da substância ingerida, as voluntárias de ambos os grupos aumentaram o tempo total sobre tensão durante as séries nas condições aguda e crônica em comparação a condição de controle. Esse comportamento sugere que o aumento do TST pode estar mais relacionado à progressão do desempenho ao longo das sessões experimentais do que propriamente a um efeito da suplementação. Revisões recentes indicam que aumentos no TST podem ocorrer em função de melhorias na resistência muscular e na tolerância à fadiga ao longo de sessões repetidas de treinamento ou de testes de desempenho (Currier *et al.*, 2023). Entretanto, mesmo que não tenham sido observadas diferenças significativas entre os grupos, o grupo nitrato apresentou tendência a um aumento ligeiramente mais expressivo do TST, principalmente entre as condições de controle e crônico, quando comparado ao grupo Placebo. Quando analisado em conjunto com o aumento expressivo no número de repetições, esse resultado sugere que o grupo nitrato apresentou uma melhora na eficiência contrátil, sendo capaz de sustentar maior volume de trabalho sem prejuízo na qualidade do movimento. (Tan *et al.*, 2025; Poon *et al.*, 2025).

Em relação aos dados da CVI, são encontrados poucos estudos na literatura que o relacionem com a suplementação de NO_3^- , e que também avaliem a força isométrica da forma que foi feita na presente estudo. Para a análise dos *deltas* tanto dos valores entre pré e 3 minutos ou pré e 5 minutos após final do teste, não foram encontrados resultados significativos, para ambos os grupos, nem entre condições intragrupos ou interação grupo e condição. Por outro lado a interação grupo*condição para os valores de delta 3 minutos mostraram uma tendência significativa ($p=0,051$). Pode-se dizer que a suplementação de nitrato atenuou progressivamente a perda de força muscular entre a condição aguda (-5,78 N) e, principalmente, na crônica (-4,52 N) em comparação ao controle (-6,90 N), sugerindo um efeito protetor contra a fadiga aguda. Mesmo na ausência de significância estatística, a magnitude dessa resposta e a proximidade do nível de significância indicam relevância fisiológica, reforçando a possibilidade de que o nitrato contribua para a manutenção da função muscular após esforços extenuantes. Para o grupo placebo essas tendências não foram observadas.

Em concordância com esses resultados, o estudo de (Wang *et al.*, 2025) também não encontrou alterações significativas na CVI, em atletas masculinos de fisiculturismo, e concluiu que a suplementação aguda de suco de beterraba não eleva a força isométrica máxima de forma isolada, mas melhora a resistência muscular durante contrações isométricas repetidas, sugerindo que o nitrato pode exercer maior influência sobre a capacidade de sustentar esforço ao longo do tempo do que sobre a força máxima propriamente dita. Junto disso de acordo com Tan *et al.* (2025), o aumento da biodisponibilidade de óxido nítrico melhora a liberação e recaptção de cálcio e a eficiência mitocondrial, permitindo que o músculo recupere sua funcionalidade mais rapidamente após um protocolo extenuante até a falha, o que poderia explicar a tendência significativa para o grupo Nitrato.

Para o lactato sanguíneo, também não foram encontrados resultados significativos, tanto entre grupos, condição ou interação grupo * condição. Estes resultados reforçam de forma consistente a hipótese de melhora da eficiência metabólica com a suplementação de nitrato. Mesmo com a realização de maior volume de trabalho, o grupo nitrato não apresentou aumentos proporcionais nas concentrações de lactato quando comparado ao placebo. Tais resultados indicam uma melhor eficiência metabólica, provavelmente devido à maior oxigenação tecidual e a redução glicolítica anaeróbica (Esen *et al.*, 2024; Domínguez *et al.*, 2018). De forma semelhante, Tan *et al.* (2022) analisaram os efeitos da suplementação de nitrato durante exercícios resistidos, avaliando variáveis neuromusculares e fisiológicas, incluindo oxigenação muscular e desempenho. Embora tenham sido observadas alterações em parâmetros relacionados à função muscular e à disponibilidade de nitrato e nitrito plasmáticos, as respostas metabólicas associadas ao lactato não mostraram diferenças relevantes entre as condições experimentais. Evidências recentes sugerem que o nitrato ocasiona um aumento na eficiência mitocondrial, resultando em uma menor demanda de oxigênio para a mesma intensidade de esforço e reduzindo a produção de lactato (Tian *et al.*, 2025). Em conjunto, esses mecanismos fisiológicos não apenas melhoram a entrega e a eficiência na utilização do oxigênio, mas também aprimoram a tolerância metabólica, retardando o início da fadiga neuromuscular e permitindo a sustentação de um volume de treinamento significativamente maior (Tian *et al.*, 2025). De forma distinta aos estudos citados anteriormente, o estudo de Kavci *et al.*, (2025) testou o desempenho anaeróbico de mulheres praticantes de taekwondo com a suplementação de nitrato, e encontraram diferenças significativas nas concentrações de lactato em comparação com o grupo sem suplementação. Por possuir protocolos experimentais diferentes do presente estudo, não é possível fazer uma comparação precisa,

porém os resultados são opostos, mostrando a necessidade de investigações mais profundas sob o lactato e nitrato em pesquisas futuras.

A ausência de aumento na PSE, mesmo diante de um maior volume de treino no grupo nitrato, também representa um achado muito relevante para o presente estudo, caracterizando uma melhora na eficiência do exercício. Embora o grupo Placebo também tenha aumentado o volume de treino sem um aumento significativo da PSE. Um fator que explica o número maior de repetições observado no grupo Placebo nas condições aguda e crônica (embora tenha menor tamanho de efeito do que o grupo Nitrato) é o efeito de familiarização com o protocolo experimental ou com o exercício, no qual a repetição das sessões permite maior eficiência neuromuscular e melhor coordenação do movimento, resultando em melhorias no desempenho independentemente de intervenções ergogênicas (Parsowith *et al.*, 2023). Além disso, fatores motivacionais e o ambiente experimental também podem contribuir para esse melhor desempenho, uma vez que o feedback e o acompanhamento durante sessões de treinamento resistido podem gerar melhorias agudas no rendimento físico (Weakley *et al.*, 2023). Estudos como o de Mosher *et al.*, (2016) e Domínguez *et al.* (2018), nos mostram que houve melhora significativa no desempenho em exercícios intermitentes e de alta intensidade, mas também sem diferenças nos resultados em relação à PSE. Em contraponto o estudo de Amorim Sacramento; Gonzalez-Lombana; Scott, (2024) e o estudo de Jiaqi *et al.*, (2024), utilizaram a suplementação de nitrato para realização de exercícios de alta intensidade e encontraram um nível de PSE geral significativamente menor para o grupo suplementado com NO_3^- , mostrando um efeito positivo do nitrato. Portanto, neste estudo, o aumento do desempenho sem elevação da PSE no grupo nitrato caracteriza um efeito ergogênico positivo, no qual há melhora no desempenho sem aumento proporcional do esforço percebido.

A frequência cardíaca por sua vez também não mostrou diferença significativa entre grupos, nem para a condição (controle, agudo ou crônico), porém observou-se diferença significativa para a variável tempo, onde foi observado um aumento da FC nos momentos pós-teste. Porém, isso já era esperado considerando que esse aumento representa uma resposta fisiológica natural devido a maior demanda energética durante o esforço físico intenso (Zangirolami-Raimundo *et al.*, 2023). Embora as médias sejam semelhantes para os diferentes grupos e nos diferentes momentos (tempo) de aferição, considerando que o grupo nitrato realizou maior volume de trabalho sem aumento proporcional da frequência cardíaca, esse resultado reforça a hipótese de maior eficiência hemodinâmica durante o exercício, possivelmente decorrente dos efeitos vasodilatadores do óxido nítrico, que favorecem a

distribuição de fluxo sanguíneo para a musculatura ativa. Esses dados estão de acordo com estudos como o de Nyakayiru *et al.*, (2017), que também só observou um aumento da FC significativo durante o exercício, como esperado fisiologicamente, porém não encontrou diferenças significativas entre as condições nitrato e placebo em nenhum momento do protocolo. Embora a literatura atual nos mostre que o NO tem importantes funções como vasodilatador, o que na teoria poderia acarretar uma economia cardiovascular e uma diminuição na frequência cardíaca (De Almeida *et al.*, 2025), assim como foi observado no estudo de Woessner *et al.*, (2020), que encontrou melhorias no débito cardíaco com a suplementação de NO_3^- em exercícios submáximos. Em contrapartida a esse contexto, o estudo de Benjamim *et al.*, (2024) mostra que os efeitos hemodinâmicos da suplementação de NO_3^- são, predominantemente, vistos em exercícios aeróbicos.

Quanto aos resultados da PAS, temos uma resposta fisiológica normal ao exercício de força. Independentemente da suplementação, o esforço físico induziu um aumento agudo na pressão arterial sistólica imediatamente após a sessão, como reflexo pressor do exercício, caracterizado pelo aumento do débito cardíaco e oclusão mecânica momentânea dos vasos sanguíneos durante a contração muscular, e a subsequente redução significativa após 5 minutos de recuperação reflete o início do processo de hipotensão pós-exercício, carregado pela diminuição da atividade nervosa simpática e liberação de fatores vasodilatadores locais (Le Bourvellec *et al.*, 2024; Ramis *et al.*, 2022). A ausência de diferenças entre as condições (nitrato e placebo) e a falta de interação indicam que o suplemento não potencializou a queda da PAS. Esse achado está em alinhamento com a literatura atual. Morishima *et al.* (2025) investigaram a ingestão prévia de suco de beterraba (rico em nitrato) em um protocolo de força de alta intensidade e também não encontraram diferenças significativas nas respostas da pressão arterial sistólica em comparação ao placebo.

O comportamento da pressão arterial diastólica apresentou-se com certas variações, evidenciado pela interação significativa entre grupo, condição e tempo. Fisiologicamente, é comum que a PAD sofra pouca alteração de pico ou até mesmo apresente uma leve queda na recuperação do exercício resistido devido à intensa vasodilatação periférica (Le Bourvellec *et al.*, 2024). As reduções significativas da PAD encontradas na presente pesquisa (como na condição controle do grupo Nitrato pré-teste*após 5 min., e na condição aguda do grupo Placebo pós-teste*após 5 minutos) suportam a premissa de que o relaxamento vascular na recuperação inicial foi governado majoritariamente pela mecânica da contração muscular, volume de treino e taxa de fluxo sanguíneo individual (Morishima *et al.*, 2025), não havendo

uma otimização clara e sustentada na queda da PAD que possa ser atribuída unicamente à suplementação ergogênica de nitrato.

No presente estudo foram utilizados protocolos de suplementação aguda e crônica. Embora o número médio de repetições totais realizadas após suplementação crônica com nitrato tenha sido ligeiramente superior à aguda e possuam um valor significativo ($p=0,047$), o tamanho do efeito para essa comparação é moderado ($d=0,57$). Esse resultado indica que os efeitos ergogênicos significativos do nitrato podem ser obtidos de forma eficiente já com a suplementação aguda, o que possui grande aplicabilidade prática para estratégias pré-treino. Contudo, é importante ponderar que a literatura existente ainda se mostra inconsistente quanto à eventual superioridade do protocolo crônico sobre o agudo em exercícios de força. Ranchal-Sanchez *et al.* (2020) não observaram nenhum efeito benéfico adicional da suplementação crônica em comparação com a aguda sobre o desempenho no treinamento de força.

O presente estudo apresenta algumas limitações que devem ser consideradas. Primeiramente, não foram mensuradas as concentrações plasmáticas de nitrato e nitrito, o que poderia fornecer evidências mais diretas sobre o aumento da biodisponibilidade dessas moléculas após a ingestão da suplementação. A avaliação desses biomarcadores é frequentemente utilizada em estudos sobre nitrato dietético para confirmar a eficácia da intervenção e sua relação com as respostas fisiológicas observadas. Além disso, não foi realizado um monitoramento completamente objetivo das fases do ciclo menstrual, como por meio de dosagens hormonais.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A suplementação de nitrato demonstrou efeito ergogênico relevante em mulheres treinadas, promovendo aumento do volume de treino e da capacidade de realização de repetições até a falha em exercícios de membros superiores, com valores de tamanho de efeito maiores no grupo nitrato quando comparado ao grupo placebo. Notavelmente, esse aumento substancial no desempenho mecânico ocorreu sem elevações correspondentes na percepção subjetiva de esforço (local ou geral), na frequência cardíaca, pressão arterial, ou nas concentrações de lactato sanguíneo, o que indica uma melhor eficiência metabólica e maior tolerância à fadiga nas voluntárias suplementadas. Logo, esses achados sugerem que o nitrato permite maior produção de trabalho sem aumento proporcional do custo fisiológico, caracterizando um efeito ergogênico positivo e aplicável ao treinamento resistido.

Também não foram encontradas diferenças significativas entre grupos ou na interação grupo e condição para o tempo sobre tensão, porém há diferença entre as condições, com um aumento progressivo do TST ao longo destas, para ambos os grupos. Além disso, observou-se uma tendência de efeito protetor do nitrato sobre a perda de força isométrica, evidenciada por menor redução da CVI após 3 minutos do fim do exercício, com interação grupo e condição próxima da significância ($p = 0,051$).

Portanto, considerando a ainda limitada representatividade feminina na literatura sobre suplementação de nitrato, o presente estudo contribui para o avanço do conhecimento na área, indicando a necessidade de investigações futuras que explorem diferentes protocolos de treinamento, populações e meios de intervenção.

REFERÊNCIAS

- ALDERTON, W. K.; COOPER, C. E.; KNOWLES, R. G. Nitric oxide synthases: structure, function and inhibition. **The Biochemical journal**, v. 357, n. Pt 3, p. 593–615, 2001.
- AMORIM SACRAMENTO, Laís; GONZALEZ-LOMBANA, Claudia; SCOTT, Phillip. Malnutrition disrupts adaptive immunity during visceral leishmaniasis by enhancing IL-10 production. **PLoS Pathogens**, v. 20, n. 11, p. e1012716, 2024.
- BAILEY, Stephen J. *et al.* Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of low-intensity exercise and enhances tolerance to high-intensity exercise in humans. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 107, n. 4, p. 1144–1155, 2009.
- BARANAUSKAS, Marissa N. *et al.* Dietary nitrate supplementation and exercise related performance. **Nutrition today**, v. 55, n. 5, p. 211–217, 2020.
- BENJAMIM, Cicero Jonas R. *et al.* Effects of dietary inorganic nitrate on blood pressure during and post-exercise recovery: A systematic review and meta-analysis of randomized placebo-controlled trials. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 215, p. 25–36, 2024.
- BREESE, Brynmor C. *et al.* Beetroot juice supplementation speeds O₂ uptake kinetics and improves exercise tolerance during severe-intensity exercise initiated from an elevated metabolic rate. **American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology**, v. 305, n. 12, p. R1441–50, 2013.
- BRYAN, N. S.; IVY, J. L. Inorganic nitrite and nitrate: evidence to support consideration as dietary nutrients. **Nutrition research (New York, N.Y.)**, v. 35, n. 8, p. 643–654, 2015.
- BULL, F. C. *et al.* World health organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. **British Journal of Sports Medicine**, v. 54, n. 24, p. 1451–1462, 25 nov. 2020.
- CASEY, Darren P.; JOYNER, Michael J. Local control of skeletal muscle blood flow during exercise: influence of available oxygen. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 111, n. 6, p. 1527–1538, 2011.
- COLENZO-SEMPLE, Lauren M. *et al.* Current evidence shows no influence of women's menstrual cycle phase on acute strength performance or adaptations to resistance exercise training. **Frontiers in Sports and Active Living**, v. 5, p. 1054542, 2023.
- COOPER, C. E.; GIULIVI, C. Nitric oxide regulation of mitochondrial oxygen consumption II: Molecular mechanism and tissue physiology. **American journal of physiology. Cell physiology**, v. 292, n. 6, Jun. 2007.
- CREWETHER, Blair T.; COOK, Christian J. A longitudinal analysis of salivary testosterone concentrations and competitiveness in elite and non-elite women athletes. **Physiology & behavior**, v. 188, p. 157–161, 2018.

CURRIER, Brad S. et al. Resistance training prescription for muscle strength and hypertrophy in healthy adults: a systematic review and Bayesian network meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 57, n. 18, p. 1211–1220, 2023.

DE ALMEIDA, Lucivalda Viegas et al. Cholesterol, triglycerides, HDL, and nitric oxide as determinants of resting heart rate variability in non-hospitalized mild post-COVID individuals: a cross-sectional study. **BMC Cardiovascular Disorders**, v. 25, n. 1, p. 69, 2025.

DE CAMARGO, Júlio Benvenuti Bueno et al. Manipulating resistance training variables to induce muscle strength and hypertrophy: A brief narrative review. **International Journal of Exercise Science**, v. 15, n. 4, p. 910–933, 2022.

DOMÍNGUEZ, R. et al. Effects of beetroot juice supplementation on intermittent high-intensity exercise efforts. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 15, p. 2, 2018.

EKERHOVD, E. *et al.* Plasma concentrations of nitrate during the menstrual cycle, ovarian stimulation and ovarian hyperstimulation syndrome. **Human Reproduction (Oxford, England)**, v. 16, n. 7, p. 1334–1339, 2001.

ESEN, Ozcan *et al.* Influence of nitrate supplementation on motor unit activity during recovery following a sustained ischemic contraction in recreationally active young males. **European journal of nutrition**, v. 63, n. 6, p. 2379–2387, 2024.

FLORA FILHO, R.; ZILBERSTEIN, B. **Revista da Associação Médica Brasileira (1992)**, v. 46, n. 3, p. 265–271, 2000.

FRY, Madison J. *et al.* Dietary nitrate and muscle contractile function in women: effect of menstrual cycle phase. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 140, n. 1, p. 66–75, 2026.

GHIARONE, T. E. et al. Suplementação De Nitrato E Sua Relação Com A Formação De Óxido Nítrico E Exercício Físico. Artigo de revisão. **Rev. Acta Brasileira do Movimento Humano**. v. 4, p. 103–135, 2014.

GONZALEZ, A. M. et al. Supplementation with nitric oxide precursors for strength performance: A review of the current literature. **Nutrients**, v. 15, n. 3, p. 660, 2023.

HERNANDEZ, D. et al. Regulation of presynaptic neurotransmission by macroautophagy. **Neuron**, v. 74, n. 2, p. 277–284, 2012.

HORD, N. G.; TANG, Y.; BRYAN, N. S. Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. **The American journal of clinical nutrition**, v. 90, n. 1, p. 1–10, 2009.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L.; WARD, A. Generalized equations for predicting body density of women. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 12, n. 3, p. 175–181, 1980.

JIAQI, Zhang *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**, v. 21, n. 1, p. 2334680, 2024.

JONES, Andrew M. *et al.* Dietary nitrate and nitric oxide metabolism: Mouth, circulation, skeletal muscle, and exercise performance: Mouth, circulation, skeletal muscle, and exercise performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 53, n. 2, p. 280–294, 2021.

JURADO-CASTRO, J. M. *et al.* Acute effects of beetroot juice supplements on lower body strength in female athletes: Double-blind crossover randomized trial. **Sports health**, v. 14, n. 6, p. 812–821, 2022.

KAPIL, V. *et al.* The noncanonical pathway for in vivo nitric oxide generation: The nitrate-nitrite-nitric oxide pathway. **Pharmacological reviews**, v. 72, n. 3, p. 692–766, 2020.

KAPIL, Vikas *et al.* Dietary nitrate provides sustained blood pressure lowering in hypertensive patients: A randomized, phase 2, double-blind, placebo-controlled study. **Hypertension**, v. 65, n. 2, p. 320–327, 2015.

KOCH, Carl D. *et al.* Enterosalivary nitrate metabolism and the microbiome: Intersection of microbial metabolism, nitric oxide and diet in cardiac and pulmonary vascular health. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 105, p. 48–67, 2017.

LARSEN, Camilla Marie *et al.* Measurement properties of existing clinical assessment methods evaluating scapular positioning and function. A systematic review. **Physiotherapy theory and practice**, v. 30, n. 7, p. 453–482, 2014.

LARSEN, F. J. *et al.* Effects of dietary nitrate on oxygen cost during exercise. **Acta physiologica (Oxford, England)**, v. 191, n. 1, p. 59–66, 2007.

LE BOURVELLEC, Morgane *et al.* Effect of exercise modalities on postexercise hypotension in pre- and postmenopausal women: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 136, n. 4, p. 864–876, 2024.

LIN, Yuan-Jen *et al.* The relative importance of forced and unforced temperature patterns in driving the time variation of low-cloud feedback. **Journal of climate**, v. 38, n. 2, p. 513–529, 2025.

LUNDBERG, M. *et al.* Pain-related fear: a critical review of the related measures. **Pain research and treatment**, v. 2011, p. 494196, 2011.

MA, Linsha *et al.* Nitrate and nitrite in health and disease. **Aging and disease**, v. 9, n. 5, p. 938–945, 2018.

MCLEOD, Jonathan C. *et al.* The influence of resistance exercise training prescription variables on skeletal muscle mass, strength, and physical function in healthy adults: An umbrella review. **Journal of Sport and Health Science**, v. 13, n. 1, p. 47–60, 2024.

MACUH, Matjaž; KNAP, Bojan. Effects of nitrate supplementation on exercise performance in humans: A narrative review. *Nutrients*, v. 13, n. 9, p. 3183, 2021.

MALACHIAS, M. V. B. et al. Capítulo 2 - diagnóstico e classificação. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 107, n. 3 Suppl 3, p. 7–13, 2016.

MCARDLE, William D.; KATCH, Frank I.; KATCH, Victor L.. **Fisiologia do Exercício Nutrição, Energia e Desempenho Humano**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2024. Ebook. ISBN 9788527740623. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788527740623>.

MCNULTY, Kelly Lee et al. The effects of menstrual cycle phase on exercise performance in eumenorrheic women: A systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 50, n. 10, p. 1813–1827, 2020.

MEIGNIÉ, Alice et al. The effects of menstrual cycle phase on elite athlete performance: A critical and systematic review. **Frontiers in physiology**, v. 12, p. 654585, 2021.

MELDRUM, Dara et al. Maximum voluntary isometric contraction: reference values and clinical application. **Amyotrophic lateral sclerosis: official publication of the World Federation of Neurology Research Group on Motor Neuron Diseases**, v. 8, n. 1, p. 47–55, 2007.

MENEZES, E. F. et al. Potential Benefits of Nitrate Supplementation on Antioxidant Defense System and Blood Pressure Responses after Exercise Performance. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2019, 2019.

MODIN, A. et al. Nitrite-derived nitric oxide: a possible mediator of “acidic-metabolic” vasodilation. **Acta physiologica Scandinavica**, v. 171, n. 1, p. 9–16, 2001.

MORISHIMA, Takuma et al. Prior beetroot juice ingestion prevents the temporal reduction of endothelial function following acute high-intensity resistance exercise. **Clinical Physiology and Functional Imaging**, v. 45, n. 4, p. e70014, 2025.

MOSHER, S. L. et al. Ingestion of a nitric oxide enhancing supplement improves resistance exercise performance. **Journal of strength and conditioning research**, v. 30, n. 12, p. 3520–3524, 2016.

NAJMABADI, Shahpar *et al.* Menstrual bleeding, cycle length, and follicular and luteal phase lengths in women without known subfertility: A pooled analysis of three cohorts. **Paediatric and Perinatal Epidemiology**, v. 34, n. 3, p. 318–327, 2020.

NASCIMENTO, Matheus Amarante do et al. Validação da equação de Brzycki para a estimativa de 1-RM no exercício supino em banco horizontal. **Revista brasileira de medicina do esporte**, v. 13, n. 1, p. 47–50, 2007.

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

OOSTHUYSE, Tanja; STRAUSS, Juliette A.; HACKNEY, Anthony C. Understanding the female athlete: molecular mechanisms underpinning menstrual phase differences in exercise metabolism. **European Journal of Applied Physiology**, v. 123, n. 3, p. 423–450, 2023.

ORAL, Onur. Nitric oxide and its role in exercise physiology. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 61, n. 9, p. 1208–1211, 2021.

ORTIZ DE ZEVALLOS, Joaquin 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 (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 135, n. 5, p. 1157–1166, 2023.

PEDERSEN, S. et al. Improved maximal strength is not associated with improvements in sprint time or jump height in high-level female football players: a cluster-randomized controlled trial. **BMC sports science, medicine and rehabilitation**, v. 11, n. 1, p. 20, 2019.

POON, Eric Tsz-Chun *et al.* Dietary nitrate supplementation and exercise performance: An umbrella review of 20 published systematic reviews with meta-analyses. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 55, n. 5, p. 1213–1231, 2025.

PRAGANI, M. A. et al. The role of nitrates in the management of stable ischemic heart disease: A review of the current evidence and guidelines. **Reviews in cardiovascular medicine**, v. 18, n. 1, p. 14–20, 2017.

QIN, Lizheng et al. Sialin (SLC17A5) functions as a nitrate transporter in the plasma membrane. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 109, n. 33, p. 13434–13439, 2012.

RADAELLI, Régis et al. Effects of resistance training volume on physical function, lean body mass and lower-body muscle hypertrophy and strength in older adults: A systematic review and network meta-analysis of 151 randomised trials. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 55, n. 1, p. 167–192, 2025.

RAMIS, Thiago Rozales et al. Effects of exercise modalities on decreased blood pressure in patients with hypertension. **Frontiers in Physiology**, v. 13, p. 993258, 2022.

RANCHAL-SANCHEZ, Antonio *et al.* Acute effects of beetroot juice supplements on resistance training: A randomized double-blind crossover. **Nutrients**, v. 12, n. 7, p. 1912, 2020.

ROBERTSON, R. J. et al. Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 35, n. 2, p. 333–341, 2003.

SENEFELD, J. W. et al. Ergogenic Effect of Nitrate Supplementation: A Systematic Review and Meta-analysis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 52, n. 10, p. 2250, 1 out. 2020.

SILVA, Kaio Vinicius C. *et al.* Factors that moderate the effect of nitrate ingestion on exercise performance in adults: A systematic review with meta-analyses and meta-regressions. **Advances in Nutrition (Bethesda, Md.)**, v. 13, n. 5, p. 1866–1881, 2022.

STATHAM, Georgia. Understanding the effects of the menstrual cycle on training and performance in elite athletes: A preliminary study. **Progress in brain research**, v. 253, p. 25–58, 2020.

TAN, Rachel et al. Effects of dietary nitrate supplementation on performance and muscle oxygenation during resistance exercise in men. **Nutrients**, v. 14, n. 18, p. 3703, 2022.

TAN, Rachel et al. The effect of dietary nitrate supplementation on resistance exercise performance: A dose-response investigation. **European Journal of Applied Physiology**, v. 125, n. 10, p. 2869–2883, 2025.

THIYAGARAJAN, Dhanalakshmi K.; BASIT, Hajira; JEANMONOD, Rebecca. Physiology, menstrual cycle. *In*: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2025.

THOMPSON, Belinda M. et al. The effect of the menstrual cycle and oral contraceptive cycle on muscle performance and perceptual measures. **International journal of environmental research and public health**, v. 18, n. 20, p. 10565, 2021.

TIAN, Chen *et al.* Effects of beetroot juice on physical performance in professional athletes and healthy individuals: An Umbrella Review. **Nutrients**, v. 17, n. 12, p. 1958, 2025.

WANG, Lijun et al. Effects of dietary nitrate supplementation on isometric performance and physiological responses in college bodybuilders: a randomized, double-blind, crossover study. **Frontiers in Nutrition**, v. 12, p. 1576712, 2025.

WEAKLEY, Jonathon et al. The effect of feedback on resistance training performance and adaptations: A systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 53, n. 9, p. 1789–1803, 2023.

WEBB, A. J. et al. Acute blood pressure lowering, vasoprotective, and antiplatelet properties of dietary nitrate via bioconversion to nitrite. **Hypertension**, v. 51, n. 3, p. 784–790, 2008.

WEITZBERG, Eddie; LUNDBERG, Jon O. Novel aspects of dietary nitrate and human health. **Annual Review of Nutrition**, v. 33, n. 1, p. 129–159, 2013.

WICKHAM, K. A.; SPRIET, L. L. No longer beeting around the bush: a review of potential sex differences with dietary nitrate supplementation 1. **Applied Physiology Nutrition and Metabolism**, v. 44, n. 9, p. 915–924, 2019.

WOESSNER, Mary N. et al. Effect of inorganic nitrate on exercise capacity, mitochondria respiration, and vascular function in heart failure with reduced ejection fraction. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, v. 128, n. 5, p. 1355–1364, 2020.

WONG, Tak Hiong; LAU, Ian Gern Liang; BURNS, Stephen F. An isotonic beetroot drink improves muscle oxygenation and cycling time-trial performance in physically active individuals: a randomised crossover trial. **International journal of food science & technology**, n. vvaf136, 2025.

WYLIE, Lee J. et al. Dietary nitrate supplementation improves team sport-specific intense intermittent exercise performance. **European journal of applied physiology**, v. 113, n. 7, p. 1673–1684, 2013.

YU, Tongwu; DING, Chuanwei. Efficacy of dietary supplements on sports performance outcomes: a systematic review of evidence in elite athletes. **Frontiers in Nutrition**, v. 12, n. 1675654, p. 1675654, 2025.

ZANGIROLAMI-RAIMUNDO, J. *et al.* Postmenopausal women's cognitive function and performance of virtual reality tasks. **Climacteric: The Journal of the International Menopause Society**, v. 26, n. 5, p. 445–454, 2023.

ARTIGO**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA E CRÔNICA DE NITRATO NO DESEMPENHO EM EXERCÍCIOS RESISTIDOS DE MEMBROS SUPERIORES EM MULHERES TREINADAS****RESUMO**

Introdução: A suplementação de nitrato tem sido amplamente investigada devido ao seu potencial ergogênico, principalmente por meio do aumento da biodisponibilidade de óxido nítrico, molécula envolvida na regulação do fluxo sanguíneo, na eficiência metabólica e na função contrátil do músculo esquelético. Embora evidências indiquem benefícios da suplementação de nitrato em exercícios aeróbicos, seus efeitos sobre o desempenho em exercícios resistidos ainda apresentam resultados inconsistentes na literatura, especialmente em mulheres, população frequentemente sub-representada em estudos envolvendo recursos ergogênicos nutricionais. Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da suplementação aguda e crônica de nitrato sobre o desempenho em exercícios resistidos de membros superiores em mulheres treinadas. **Metodologia:** Participaram do estudo 26 mulheres com experiência prévia em treinamento resistido, que foram randomizadas em grupo nitrato ou placebo. As participantes realizaram quatro visitas ao laboratório, incluindo uma sessão de familiarização e três sessões experimentais nas condições de controle, suplementação aguda e suplementação crônica. O protocolo experimental consistiu na execução de exercícios para membros superiores com cargas relativas à força máxima, sendo avaliadas variáveis relacionadas ao desempenho (número de repetições máximas), percepção subjetiva de esforço, concentração de lactato sanguíneo, frequência cardíaca e contração voluntária isométrica. A suplementação foi realizada por meio da ingestão de suco de beterraba rico em nitrato. **Resultados:** Os resultados demonstraram aumento no número de repetições realizadas até a falha para ambos os grupos, com maiores tamanhos de efeito observados no grupo nitrato, sem elevação da percepção subjetiva de esforço ou do lactato sanguíneo. **Conclusão:** Esses achados sugerem que a suplementação de nitrato pode representar uma estratégia nutricional potencialmente eficaz para melhorar o desempenho em exercícios resistidos em mulheres treinadas.

Palavras-chave: nitrato; óxido nítrico; exercício resistido; mulheres; suplementos nutricionais.

ABSTRACT

Introduction: Nitrate supplementation has been widely investigated due to its ergogenic potential, mainly through the increased bioavailability of nitric oxide, a molecule involved in the regulation of blood flow, metabolic efficiency, and skeletal muscle contractile function. Although evidence indicates benefits of nitrate supplementation in aerobic exercise, its effects on resistance exercise performance remain inconsistent in the literature, particularly in women, a population frequently underrepresented in studies involving nutritional ergogenic aids. In this context, the aim of the present study was to evaluate the effects of acute and chronic nitrate supplementation on upper-body resistance exercise performance in trained women. **Methods:** Twenty-six women with previous resistance training experience participated in the study and were randomly assigned to either the nitrate or placebo group. Participants attended four laboratory visits, including one familiarization session and three experimental sessions under control, acute supplementation, and chronic supplementation conditions. The experimental protocol consisted of performing upper-body resistance exercises with loads relative to maximal strength. Performance-related variables (number of repetitions to failure), rating of perceived exertion, blood lactate concentration, heart rate, and maximal voluntary isometric contraction were assessed. Supplementation was provided through the ingestion of nitrate-rich beetroot juice. **Results:** The results demonstrated an increase in the number of repetitions performed to failure in both groups, with greater effect sizes observed in the nitrate group, without increases in rating of perceived exertion or blood lactate concentration. **Conclusion:** These findings suggest that nitrate supplementation may represent a potentially effective nutritional strategy to improve resistance exercise performance in trained women.

Keywords: nitrate; nitric oxide; resistance training; women; Nutritional supplements.

1. INTRODUÇÃO

A prática de exercício físico é reconhecida como uma estratégia essencial para a promoção da saúde e prevenção de doenças crônicas, sendo amplamente recomendada por diretrizes internacionais de saúde (Bull *et al.*, 2020). Entre as diferentes modalidades de exercício, o treinamento resistido tem recebido grande atenção devido à sua capacidade de promover importantes adaptações neuromusculares, incluindo aumento da força, resistência muscular e melhora da composição corporal (Currier *et al.*, 2023; Radaelli *et al.*, 2025).

Paralelamente ao crescimento da prática de exercícios físicos, observa-se também um aumento na utilização de suplementos nutricionais com potencial ergogênico, como creatina, cafeína, beta-alanina e nitrato (Yu; Ding, 2025). O nitrato (NO_3^-) tem recebido atenção crescente devido à sua conversão metabólica em óxido nítrico (NO), uma molécula sinalizadora que atua na regulação do fluxo sanguíneo, oxigenação tecidual e eficiência contrátil do músculo esquelético (Cooper; Giulivi, 2007; Lundberg *et al.*, 2011).

A ingestão dietética de nitrato ocorre principalmente por meio de vegetais folhosos e raízes, como rúcula, espinafre e beterraba (Hord; Tang; Bryan, 2009). Após sua ingestão, o nitrato participa do ciclo nitrato-nitrito-óxido nítrico, no qual é convertido em nitrito e posteriormente em NO, processo que pode ser intensificado em condições de hipóxia e acidose, comuns durante o exercício físico (Kapil *et al.*, 2020; Poon *et al.*, 2025).

Diversos estudos demonstram que a suplementação de nitrato pode melhorar o desempenho físico, especialmente em exercícios aeróbicos, por meio da melhora da eficiência mitocondrial, aumento da perfusão muscular e redução do custo de oxigênio durante o exercício (Larsen *et al.*, 2007; Tian *et al.*, 2025). Entretanto, quando se trata de exercícios resistidos, os resultados ainda são inconclusivos (Dominguez *et al.*, 2018; Mosher *et al.*, 2016).

Outro fator importante que vale destaque é a sub-representação feminina na literatura científica. Grande parte dos estudos envolvendo suplementação de nitrato e desempenho físico utiliza amostras compostas predominantemente por homens, o que limita a compreensão das respostas fisiológicas femininas (Wickham; Spriet, 2019; Silva *et al.*, 2022). Considerando que mulheres apresentam características fisiológicas e hormonais distintas que podem influenciar o metabolismo do nitrato e as respostas ao exercício, torna-se relevante investigar essa população (Ortiz de Zevallos *et al.*, 2023).

Diante desse contexto, o objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos da suplementação aguda e crônica de nitrato no desempenho físico de membros superiores em

mulheres praticantes de exercício resistido. A justificativa do estudo baseia-se principalmente na necessidade de ampliar o conhecimento sobre os efeitos ergogênicos do nitrato em mulheres e em protocolos de treinamento resistido mais próximos da realidade de sessões realizadas em academias.

2. METODOLOGIA

2.1. Amostra

Participaram do estudo 26 mulheres praticantes de treinamento resistido. As participantes foram distribuídas em dois grupos: nitrato (n=13) e placebo (n=13)

Foram incluídos indivíduos que fossem do sexo feminino, com idade entre 18 e 40 anos, que praticassem exercícios resistidos a pelo menos 5 meses e realizassem no mínimo 3 sessões de treinamento por semana.

Poderiam ser excluídas da pesquisa as participantes que de alguma forma sofressem alguma lesão durante as coletas e/ou as que fizessem o uso de algum recurso ergogênicos (ex.: creatina, cafeína, beta-alanina ou anabolizantes) durante o período de testes. Além disso, poderiam ser excluídas as participantes que não completassem os testes.

2.2. Delineamento do estudo

O presente estudo adotou um caráter experimental, randomizado, duplo-cego e controlado por placebo. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Lavras (CAAE: 67603023.0.0000.5148). Todas as participantes foram previamente informadas sobre os procedimentos do estudo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes da participação. As coletas foram realizadas na academia de musculação do Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, Brasil.

Foram realizadas quatro visitas ao laboratório. Durante a primeira foram realizados:

- assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido;
- avaliação antropométrica para caracterização da amostra;
- preenchimento de um recordatório alimentar de 24 horas;
- familiarização com os equipamentos e procedimentos experimentais;

- teste de repetições múltiplas para estimar-se o 1RM, através da equação de Brzycki, para posteriormente fazer a determinação das cargas utilizadas durante os protocolos experimentais.

Nas três visitas seguintes foram realizadas as sessões experimentais nas condições de controle (sem suplementação), suplementação aguda e suplementação crônica.

2.3. Protocolo experimental

Cada uma das sessões experimentais seguiu o mesmo protocolo, as quais iniciaram-se com um aquecimento geral, realizando cinco minutos de exercício em um cicloergômetro.

Posteriormente, foi realizado um aquecimento específico, composto por:

- uma série de 10 repetições a 30% de 1RM
- uma série de 10 repetições a 50% de 1RM

Ambas executadas no exercício puxada alta pronada.

Após o aquecimento, foi realizado um teste de contração voluntária isométrica (CVI) no mesmo exercício.

O protocolo principal de treinamento resistido foi composto por:

- 4 séries de 12 repetições a 60% de 1RM no exercício puxada alta supinada;
- 4 séries de 12 repetições a 60% de 1RM no exercício remada curvada;
- 4 séries realizadas até a falha concêntrica a 75% de 1RM no exercício puxada alta pronada.

Foram adotados intervalos de recuperação de:

- 90 segundos entre as séries, e
- 2 minutos entre os exercícios.

Ao decorrer de cada sessão as seguintes variáveis fisiológicas e de desempenho foram avaliadas:

- número total de repetições até a falha no último exercício (puxada alta pronada)
- contração voluntária isométrica (CVI)
- frequência cardíaca
- concentração de lactato sanguíneo
- percepção subjetiva de esforço (PSE)

2.4. Recomendações pré-teste

Durante todo o período experimental, as participantes foram orientadas a:

- evitar alimentos naturalmente ricos em nitrato;
- manter hábitos alimentares semelhantes entre as sessões;
- evitar exercícios físicos intensos nas 24 horas anteriores aos testes;
- evitar o uso de enxaguantes bucais antibacterianos, que podem interferir no metabolismo do nitrato.

2.5. Protocolos utilizados

2.5.1. Teste de repetições máximas

Para o protocolo de repetições máximas, as participantes realizaram inicialmente um aquecimento geral de 5 minutos em bicicleta ergométrica (60 rpm e 50 W). Em seguida, foi realizado um aquecimento específico no exercício puxada alta pronada, composto por duas séries de 10 repetições com carga de 15 kg, com intervalo de 1 minuto entre as séries. Após um período de 2 minutos de descanso, iniciou-se o teste de repetições máximas para predição de 1RM.

O teste foi baseado na equação de Brzycki (2007), utilizando um protocolo de repetições múltiplas, no qual as participantes executaram entre 7 e 10 repetições máximas com uma carga habitual de treinamento. Caso o número de repetições estivesse fora dessa faixa, a carga era ajustada e o teste repetido após 3 minutos de intervalo. Os valores de carga e número de repetições foram então aplicados na seguinte fórmula da equação de Brzycki para estimativa da força máxima (1RM) nos exercícios puxada alta supinada, remada curvada e puxada alta pronada:

$$1\text{-RM} = 100 * \text{carga rep} / (102,78 - 2,78 * \text{rep})$$

- Carga rep: valor da carga de execução das repetições, expressa em quilogramas
- Rep: número de repetições executadas

2.5.2. Antropometria

Para o peso corporal total foi utilizada uma balança digital da marca G-Tech© (G-tech, Glass-10; CARMY ELETRONIC LTD, Zhongshan); para estatura total foi utilizado um estadiômetro fixo na mesma balança com precisão de 1mm. Para avaliação da composição

corporal, foi utilizado o método das 7 dobras de Pollock (Jackson; Pollock; Ward, 1980), e para aferição das dobras foi utilizado o Adipômetro Digital Científico Dgi Prime Vision Prime Med©.

2.5.3. Protocolo de Suplementação

A suplementação consistiu em suco de beterraba rico em nitrato contendo 600 mg de NO_3^- nas doses da condição aguda e 400 mg por dose para a condição crônica. O placebo foi um suco de beterraba com baixa concentração de nitrato.

Na condição de suplementação aguda, as participantes ingeriram uma dose do suco de beterraba 2,5 horas antes do início da sessão experimental, período correspondente ao pico de concentração plasmática de nitrito. Na condição crônica, as participantes consumiram uma dose diária do suplemento durante cinco dias consecutivos, sendo a última dose ingerida 2,5 horas antes da realização da sessão experimental.

2.5.4. Recordatório Alimentar 24h

O R24h foi feito no dia da familiarização por estudantes do curso de Nutrição sob supervisão de um professor. As análises da ingestão energética foram feitas no software WebDiet®. Posteriormente a isso, todas as participantes foram atendidas clinicamente por esses mesmos estudantes e tiveram uma dieta individualizada prescrita, com uma composição nutricional padronizada, estabelecida em 4,0g/kg de carboidratos, 1,8 g/kg de proteínas e 1,0g/kg de gorduras (Iraki *et al.*, 2019). As voluntárias foram orientadas a seguirem o plano alimentar em todos os dias de teste, seja ele controle ou nas condições de intervenção, seja ela a suplementação de nitrato ou placebo.

2.5.5. Frequência cardíaca

A frequência cardíaca foi monitorada por meio de um cinto cardíaca Garmin HRM Dual®, posicionada abaixo do osso esterno da participante e sincronizada com um relógio cardiofrequencímetro utilizado pelo avaliador para registro dos dados. As medições foram realizadas em três momentos: após 5 minutos de repouso na chegada ao laboratório, imediatamente após a última série do exercício puxada alta pronada e 5 minutos após o término desse exercício.

2.5.6. Teste de contração voluntária isométrica

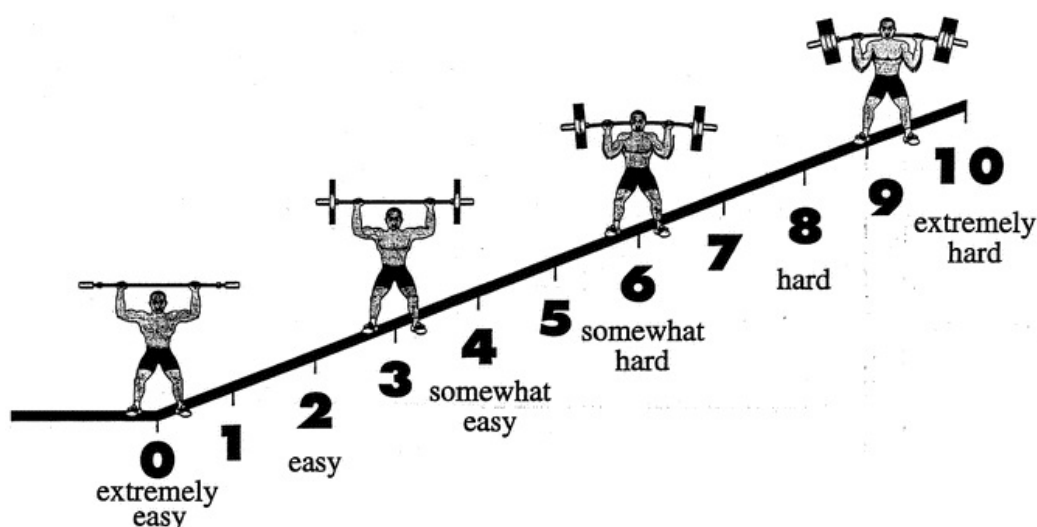
A contração voluntária isométrica (CVI) foi utilizada para avaliar a força isométrica máxima no exercício puxada alta pronada, sendo mensurada antes do protocolo de exercícios e 3 e 5 minutos após o término da sessão, com o objetivo de verificar possíveis alterações na produção de força após o esforço.

Durante o teste, as participantes permaneceram sentadas no aparelho com os cotovelos posicionados a aproximadamente 100°. A barra do equipamento foi fixada por uma corrente acoplada a uma célula de carga Miograph (Miotec®, Brasil) com capacidade de 500 kgf, conectada a um eletromiógrafo e ao software MiotecSuite®, responsável pelo registro dos dados. As voluntárias foram instruídas a realizar contração máxima por 10 segundos, sendo registrada a maior força produzida em quilograma-força (kgf), assim como a média de força realizada ao longo do tempo de contração.

2.5.7. Percepção Subjetiva de Esforço

A percepção subjetiva de esforço (PSE) foi avaliada por meio de uma escala adaptada de 0 a 10, na qual 0 representa esforço mínimo e 10 esforço máximo (Robertson *et al.*, 2003). A medida foi coletada imediatamente após a última série do último exercício do protocolo. Além da PSE global da sessão, também foi avaliada a PSE específica para a musculatura dorsal, indicando o esforço percebido no grupo muscular diretamente envolvido nos exercícios.

Figura 1 - Escala de Percepção de Esforço Adaptada para a musculação



Fonte: Robertson *et al.*, (2003)

2.5.8. Lactato sanguíneo

A concentração de lactato sanguíneo foi determinada por meio da coleta de 25 µL de sangue capilar da falange distal de um dos dedos, utilizando lanceta descartável. As coletas foram realizadas em repouso e imediatamente após o término do último exercício nas condições de controle, aguda e crônica. A análise foi realizada com analisador portátil Accusport (Boehringer Mannheim – Roche®, USA) e tiras reagentes específicas (Accusport BM-Lactate), que realizam a leitura por fotometria e fornecem a concentração quantitativa de lactato. Todos os procedimentos seguiram normas de biossegurança e higiene durante a coleta.

2.5.9. Análise Estatística

Os dados foram tabulados no Excel® e analisados no IBM SPSS Statistics (v.26). Os efeitos da intervenção foram avaliados por meio de Modelos Lineares Generalizados Mistos (GLMM), considerando como fatores: grupo (nitrato e placebo), condição (controle, aguda e crônica) e, quando aplicável, tempo (pré-teste, pós 3º, 5 min pós). Covariáveis contínuas como a carga relativa, tempo de treinamento e lactato de repouso foram incluídas nos modelos. Quando identificadas diferenças significativas, foram realizadas comparações pareadas com correção de Bonferroni. O nível de significância adotado foi $p < 0,05$, e o tamanho de efeito (Cohen's d) foi calculado para estimar a magnitude das diferenças para a variável “número total de repetições”. Um teste t para amostras independentes foi realizado para verificar a homogeneidade inicial dos grupos, em relação aos dados de caracterização da amostra.

3. RESULTADOS

Participaram do estudo 26 mulheres, distribuídas igualmente entre grupo Nitrato ($n = 13$) e grupo Placebo ($n = 13$). As características demográficas, antropométricas e de força, bem como os valores de 1RM estimado e da carga correspondente a 75% de 1RM utilizada no exercício puxada pronada, estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização da amostra

Variáveis	Nitrato (n=13)	Placebo (n=13)	Valor p
Idade (anos)	21.2 ± 2.12	22.8 ± 2.97	0.107
Massa Corporal (kg)	60.1 ± 8.73	61.4 ± 7.22	0.677
Estatura (m)	1.61 ± 0.0543	1.64 ± 0.0345	0.055
Gordura corporal (%)	23.4 ± 4.45	23.0 ± 3.95	0.775
Tempo de treinamento (meses)	17.5 ± 11.9	16.8 ± 14.6	0.896
1RM Puxada Pronada (kg)	51.2 ± 7.42	52.7 ± 6.93	0.592
75% de 1RM Puxada Pronada (kg)	38.4 ± 5.57	39.5 ± 5.21	0.591

3.1. Volume total (número total de repetições)

O desempenho das voluntárias foi avaliado por meio do volume total atingido, através do número total de repetições realizadas nas quatro séries até a falha concêntrica do exercício puxada alta pronada. A partir disso, foi observado que o desempenho aumentou progressivamente entre as condições controle, aguda e crônica em ambos os grupos. Esse padrão indica um efeito de ordem (controle < agudo < crônico) no número total de repetições.

Entretanto, o grupo suplementado com nitrato apresentou tamanhos de efeito superiores ($d = 1,31$ para condição aguda e $d = 1,63$ para condição crônica) quando comparado ao grupo placebo ($d = 0,59$ para condição aguda e $d = 1,15$ para condição crônica) (Tabela 2).

Tabela 2 - Interações grupo-condição para o total de repetições

Grupo	Comparação	Dif. Média	Erro Padrão	Valor t	Valor p (Adj)	Tamanho de Efeito (Cohen's d)
Nitrato	AG vs. CT	6,39	1,27	5,04	< 0,001	1,31
	CR vs. CT	9,02	1,36	6,65	< 0,001	1,63
	CR vs. AG	2,63	1,29	2,03	0,047	0,57
Placebo	AG vs. CT	2,64	1,25	2,11	0,045	0,59
	CR vs. CT	5,72	1,32	4,33	< 0,001	1,15
	CR vs. AG	3,09	1,31	2,36	0,045	0,66

CT = controle, AG = agudo, CR = crônico

3.2. Contração Voluntária Isométrica (CVI)

A CVI foi avaliada pré-teste, e 3 e 5 minutos após o protocolo, sendo analisados os deltas de variação da força em relação ao valor inicial. Como esperado devido à fadiga muscular, os valores apresentaram redução da força após o exercício. Tanto para o delta de 3 minutos quanto o de 5 minutos, não foram observadas diferenças significativas entre grupos, condições ou na interação grupo e condição, embora para o delta de 3 minutos tenha sido identificada uma tendência de interação grupo e condição ($p=0,051$), sugerindo redução progressiva na perda de força ao longo das condições (Tabela 3).

Tabela 3 - Delta 3 minutos da CVI

Grupo	Condição	Média	Erro padrão
Nitrato	CT	-6,90	0,909
	AG	-5,78	0,881
	CR	-4,52	0,881
Placebo	CT	-4,42	0,881
	AG	-4,57	0,881
	CR	-5,49	0,881

CT = controle, AG = agudo, CR = crônico

Tabela 4 - Delta 5 minutos da CVI

Grupo	Condição	Média	Erro padrão
Nitrato	CT	-7,31	1,024
	AG	-5,96	1,000
	CR	-5,19	1,000
Placebo	CT	-5,02	1,000
	AG	-4,49	1,000
	CR	-5,50	1,000

CT = controle, AG = agudo, CR = crônico

3.3. Lactato

A análise das concentrações de lactato não revelou diferenças significativas entre os grupos ($p = 0,464$), entre as condições experimentais ($p = 0,223$) ou na interação grupo $\times$ condição ($p = 0,456$). Esses resultados indicam que os níveis de lactato permaneceram semelhantes ao longo das diferentes condições para ambos os grupos (Tabela 5)

Tabela 5 - Valores Lactato sanguíneo

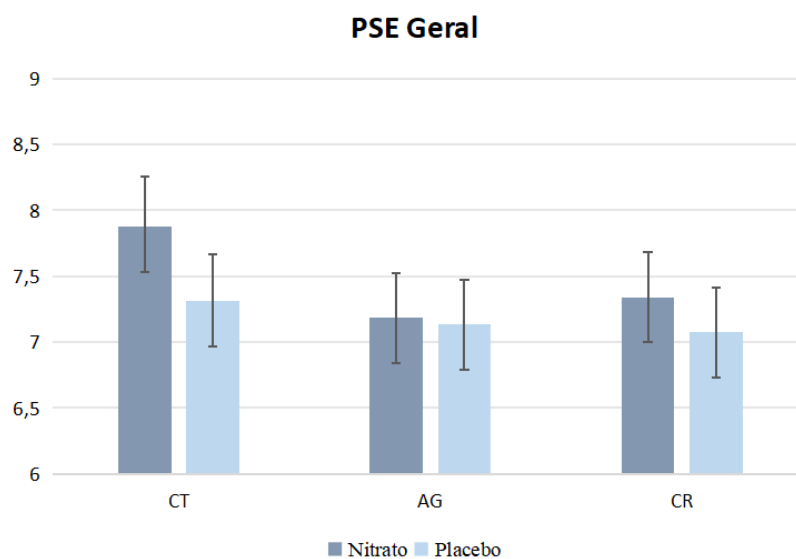
Grupo	Condição	Média em mmol/L	Erro Padrão
Nitrato	CT	7,656	0,562
	AG	7,750	0,543
	CR	7,516	0,526
Placebo	CT	7,755	0,553
	AG	8,841	0,616
	CR	7,846	0,546

CT = controle, AG = agudo, CR = crônico

3.4. Percepção subjetiva de esforço geral e local

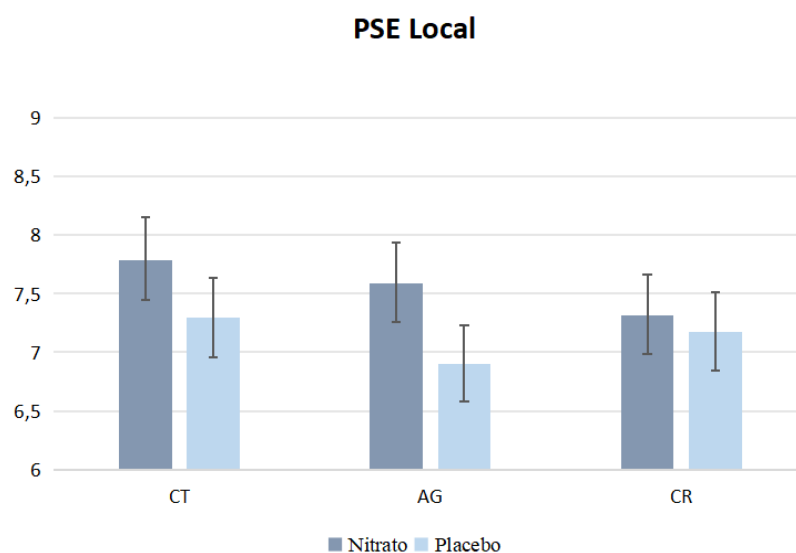
Para a PSE geral e local não foram encontradas diferenças significativas, tanto para as análises entre grupos, condição ou interação grupo e condição (Figura 2 e 3).

Figura 2 - PSE geral



CT = controle, AG = agudo, CR = crônico

Figura 3 - PSE local

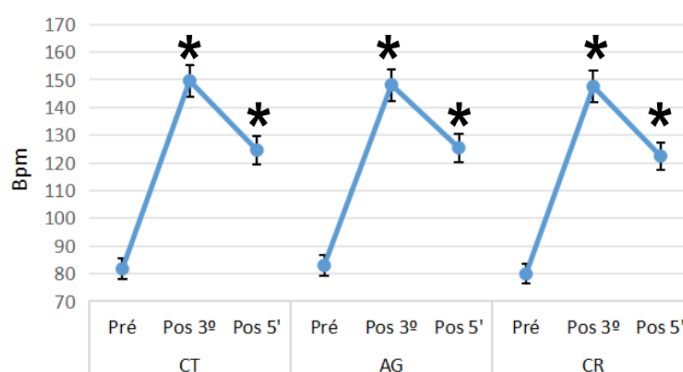


CT = controle, AG = agudo, CR = crônico

3.5. Frequência cardíaca

A frequência cardíaca (FC) foi avaliada em repouso (pré-teste), imediatamente após o protocolo e 5 minutos após o término dos testes. Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos ($p = 0,495$) nem entre as condições experimentais (controle, aguda e crônica) ($p = 0,239$). Entretanto, foi identificada diferença significativa para o fator tempo (pré-teste, pós-exercício e 5 minutos pós) ($p < 0,001$), bem como interação significativa entre grupo e tempo ($p = 0,016$), indicando variações da FC ao longo dos diferentes momentos de avaliação (Figuras 4 e 5).

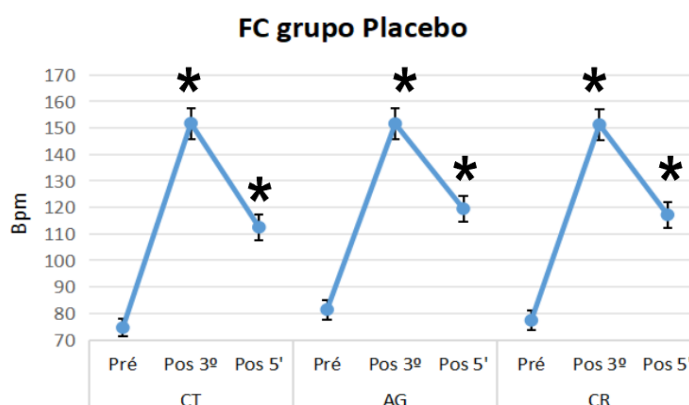
Figura 4 - Gráfico FC Nitrato
FC grupo Nitrato



* Diferenças significativas entre os momentos, em ambas as condições: $p < 0,001$

CT = controle, AG = agudo, CR = crônico

Figura 5 - Gráfico FC Placebo



* Diferenças significativas entre os momentos, em ambas as condições: $p < 0,001$

CT = controle, AG = agudo, CR = crônico

4. DISCUSSÃO

A presente pesquisa demonstrou que a suplementação de nitrato promove melhoras significativas no desempenho de membros superiores em mulheres treinadas, evidenciadas pelo aumento no número total de repetições realizadas até a falha concêntrica no exercício puxada alta pronada. Embora ambos os grupos tenham apresentado progresso no volume de treino nas condições aguda e crônica em relação ao controle, o grupo suplementado com nitrato exibiu tamanhos de efeito consideravelmente superiores ($d=1,31$ para agudo e $d=1,63$ para crônico) quando comparado ao grupo placebo ($d=0,59$ para agudo e $d=1,15$ para crônico). O aumento do volume total de repetições sugere um potencial efeito ergogênico da suplementação de nitrato sobre a resistência muscular durante exercícios resistidos e esse efeito pode estar relacionado ao aumento da biodisponibilidade de óxido nítrico (NO), produzido a partir da via nitrato–nitrito–NO. O NO exerce papel importante na regulação do fluxo sanguíneo, na função mitocondrial e na eficiência contrátil do músculo esquelético, podendo melhorar a perfusão muscular e a eficiência metabólica durante o exercício (Jones, 2021; Domínguez *et al.*, 2018). Além disso, evidências sugerem que o nitrato pode favorecer a função das fibras musculares do tipo II, que possuem maior participação em exercícios resistidos de alta intensidade (Tan *et al.*, 2025).

De acordo com Poon *et al.*, (2025) o aumento da biodisponibilidade de NO pode reduzir o custo de ATP para a produção de força e preservar a fosfocreatina durante a contração muscular, o que favorece a resistência muscular e retarda o aparecimento da fadiga. Tais achados corroboram o estudo conduzido por Jurado-Castro *et al.* (2022) investigou os efeitos da ingestão aguda de suplementação de nitrato em mulheres e exercício resistido, e observou melhora no desempenho quanto ao número de repetições realizadas até a falha, sugerindo que a suplementação pode favorecer a capacidade de sustentar esforços repetidos. Esses resultados reforçam a hipótese de que o aumento da biodisponibilidade de NO pode contribuir para retardar o desenvolvimento da fadiga durante contrações repetidas.

A revisão guarda-chuva conduzida por Poon *et al.* (2025) analisou múltiplas revisões sistemáticas e meta-análises sobre suplementação de nitrato e desempenho físico e demonstrou que esse recurso apresenta efeito ergogênico consistente sobre a resistência muscular, embora os efeitos sobre força máxima sejam menos evidentes. Os autores relataram um efeito moderado sobre a resistência muscular, especialmente em tarefas que envolvem

múltiplas contrações ou exercícios realizados até a falha. Esses achados são coerentes com os resultados observados no presente estudo.

No que tange à força isométrica, observou-se uma tendência de efeito protetor do nitrato, evidenciada por uma menor redução da Contração Voluntária Isométrica (CVI) após 3 minutos do término da sessão com interação grupo e condição quase significativa ($p=0,051$). Esse comportamento sugere que a suplementação pode atenuar a perda de funcionalidade muscular pós-esforço, possivelmente devido à melhora na recaptação de cálcio e na eficiência mitocondrial (Tan *et al.*, 2025). A literatura ainda apresenta resultados divergentes nesse aspecto, e alguns estudos sugerem que os efeitos do nitrato sobre a função contrátil podem depender do tipo de tarefa, da intensidade do exercício e da massa muscular envolvida (Tan *et al.*, 2025; Domínguez *et al.*, 2018).

Ademais, observou-se que o ganho de desempenho no grupo nitrato ocorreu sem elevações correspondentes na Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) geral ou local, na frequência cardíaca e nas concentrações de lactato sanguíneo. A manutenção dos níveis de lactato, mesmo com um volume de treino superior, indica uma melhora na eficiência metabólica e na tolerância à fadiga neuromuscular (Tian *et al.*, 2025). Esses dados alinham-se às evidências de que o nitrato otimiza a eficiência mitocondrial e a entrega de nutrientes para fibras de tipo II, que são predominantemente recrutadas em exercícios resistidos e de alta intensidade (Tan *et al.*, 2025; Poon *et al.*, 2025).

No que se refere à FC, os resultados demonstraram que não houve diferença significativa entre os grupos ou entre as condições. Porém observou-se, uma diferença significativa para a variável tempo ($p<0,001$), com a FC aumentando naturalmente nos momentos pós-exercício como reflexo da maior demanda energética e do esforço físico intenso (Zangirolami-Raimundo *et al.*, 2023). Embora as médias de FC tenham sido semelhantes entre as condições, vale destacar que o grupo nitrato realizou um volume de trabalho significativamente maior mantendo a mesma resposta cardiovascular, o que pode representar um efeito protetor da suplementação. Esses achados corroboram o estudo de Nyakayiru *et al.* (2017), que também não encontrou diferenças na FC entre as condições nitrato e placebo em nenhum momento do protocolo experimental. Apesar de a literatura sugerir que o óxido nítrico poderia promover uma economia cardiovascular via vasodilatação (De Almeida *et al.*, 2025), as evidências indicam que tais efeitos hemodinâmicos da suplementação são observados predominantemente em exercícios de caráter aeróbico (Benjamim *et al.*, 2024).

Para a PSE, os resultados indicaram que não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, entre as condições ou na interação entre grupo e condição. Da mesma forma, a PSE local, relacionada especificamente à musculatura das dorsais, não apresentou variações significativas entre grupos, condições ou interações. Novamente é preciso ressaltar que, o grupo nitrato realizou um volume de repetições e um trabalho mecânico consideravelmente superior ao grupo placebo, e isso ocorreu sem um aumento correspondente na percepção de esforço relatada pelas voluntárias. Esse achado está em conformidade com os estudos de Mosher *et al.* (2016) e Domínguez *et al.* (2018), que também observaram melhoras no desempenho em exercícios de alta intensidade sem alterações nos escores de PSE. Tal fenômeno sugere que a suplementação de nitrato otimiza a eficiência neuromuscular, permitindo que o indivíduo sustente uma carga de trabalho maior para um mesmo nível de esforço percebido.

Por fim é importante ressaltar que o presente estudo foi conduzido exclusivamente com mulheres, uma população frequentemente sub-representada em pesquisas envolvendo suplementação ergogênica (Ortiz de Zevallos *et al.*, 2023). Assim, os achados desta investigação contribuem para preencher uma lacuna na literatura, fornecendo evidências sobre os potenciais efeitos da suplementação de nitrato no desempenho em treinamento resistido em mulheres, os quais sugerem que o nitrato atua como um recurso ergogênico eficaz para mulheres, otimizando o volume de treinamento sem aumentar a sobrecarga metabólica ou o esforço percebido.

5. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo indicam que a suplementação de nitrato, tanto de forma aguda quanto crônica, pode promover melhora no desempenho em exercícios resistidos de membros superiores em mulheres treinadas, evidenciada pelo aumento do número total de repetições realizadas até a falha concêntrica. Embora esse aumento tenha sido observado em ambos os grupos ao longo das condições experimentais, a magnitude do efeito foi maior no grupo suplementado com nitrato, sugerindo um possível efeito ergogênico do suplemento.

Além disso, o aumento do volume de repetições ocorreu sem alterações significativas na percepção subjetiva de esforço, na concentração de lactato sanguíneo, na frequência cardíaca ou na perda de força isométrica após o exercício, indicando que a suplementação de nitrato pode favorecer o desempenho sem aumentar de forma relevante o estresse fisiológico durante o exercício.

Considerando que o volume de treinamento é um dos principais determinantes das adaptações ao treinamento resistido, os resultados do presente estudo sugerem que a suplementação de nitrato pode representar uma estratégia potencialmente útil para otimizar o desempenho físico em mulheres praticantes de exercício resistido. No entanto, vale mencionar que são necessárias investigações adicionais que explorem diferentes protocolos de treinamento, doses de suplementação e populações, a fim de ampliar a compreensão sobre os mecanismos envolvidos e os efeitos do nitrato em diferentes contextos de treinamento resistido.

Esta pesquisa foi financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

O presente trabalho foi realizado com apoio do conselho nacional de desenvolvimento científico e tecnológico (CNPQ), o qual concedeu bolsa de estudos, e auxiliou na conclusão.

REFERÊNCIAS

BENJAMIM, Cicero Jonas R. et al. Effects of dietary inorganic nitrate on blood pressure during and post-exercise recovery: A systematic review and meta-analysis of randomized placebo-controlled trials. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 215, p. 25–36, 2024.

BULL, F. C. et al. World health organization 2020 guidelines on physical activity and sedentary behaviour. **British Journal of Sports Medicine**, v. 54, n. 24, p. 1451–1462, 25 nov. 2020.

COOPER, C. E.; GIULIVI, C. Nitric oxide regulation of mitochondrial oxygen consumption II: Molecular mechanism and tissue physiology. **American journal of physiology. Cell physiology**, v. 292, n. 6, Jun. 2007.

CURRIER, Brad S. et al. Resistance training prescription for muscle strength and hypertrophy in healthy adults: a systematic review and Bayesian network meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 57, n. 18, p. 1211–1220, 2023.

DE ALMEIDA, Lucivalda Viegas et al. Cholesterol, triglycerides, HDL, and nitric oxide as determinants of resting heart rate variability in non-hospitalized mild post-COVID individuals: a cross-sectional study. **BMC Cardiovascular Disorders**, v. 25, n. 1, p. 69, 2025.

DOMÍNGUEZ, R. et al. Effects of beetroot juice supplementation on intermittent high-intensity exercise efforts. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 15, p. 2, 2018.

HORD, N. G.; TANG, Y.; BRYAN, N. S. Food sources of nitrates and nitrites: the physiologic context for potential health benefits. **The American journal of clinical nutrition**, v. 90, n. 1, p. 1–10, 2009

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L.; WARD, A. Generalized equations for predicting body density of women. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 12, n. 3, p. 175–181, 1980.

JONES, Andrew M. *et al.* Dietary nitrate and nitric oxide metabolism: Mouth, circulation, skeletal muscle, and exercise performance: Mouth, circulation, skeletal muscle, and exercise performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 53, n. 2, p. 280–294, 2021.

JURADO-CASTRO, J. M. et al. Acute effects of beetroot juice supplements on lower body strength in female athletes: Double-blind crossover randomized trial. **Sports health**, v. 14, n. 6, p. 812–821, 2022.

KAPIL, V. et al. The noncanonical pathway for in vivo nitric oxide generation: The nitrate-nitrite-nitric oxide pathway. **Pharmacological reviews**, v. 72, n. 3, p. 692–766, 2020.

LARSEN, F. J. *et al.* Effects of dietary nitrate on oxygen cost during exercise. **Acta physiologica (Oxford, England)**, v. 191, n. 1, p. 59–66, 2007.

LUNDBERG, M. *et al.* Pain-related fear: a critical review of the related measures. **Pain research and treatment**, v. 2011, p. 494196, 2011.

MOSHER, S. L. *et al.* Ingestion of a nitric oxide enhancing supplement improves resistance exercise performance. **Journal of strength and conditioning research**, v. 30, n. 12, p. 3520–3524, 2016

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

ORTIZ DE ZEVALLOS, Joaquin *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 (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 135, n. 5, p. 1157–1166, 2023.

ORTIZ DE ZEVALLOS, Joaquin *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 (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 135, n. 5, p. 1157–1166, 2023.

POON, Eric Tsz-Chun *et al.* Dietary nitrate supplementation and exercise performance: An umbrella review of 20 published systematic reviews with meta-analyses. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 55, n. 5, p. 1213–1231, 2025.

RADAELLI, Régis *et al.* Effects of resistance training volume on physical function, lean body mass and lower-body muscle hypertrophy and strength in older adults: A systematic review and network meta-analysis of 151 randomised trials. **Sports Medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 55, n. 1, p. 167–192, 2025.

ROBERTSON, R. J. *et al.* Concurrent validation of the OMNI perceived exertion scale for resistance exercise. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 35, n. 2, p. 333–341, 2003.

SILVA, Kaio Vinicius C. *et al.* Factors that moderate the effect of nitrate ingestion on exercise performance in adults: A systematic review with meta-analyses and meta-regressions. **Advances in Nutrition (Bethesda, Md.)**, v. 13, n. 5, p. 1866–1881, 2022.

TAN, Rachel *et al.* The effect of dietary nitrate supplementation on resistance exercise performance: A dose-response investigation. **European Journal of Applied Physiology**, v. 125, n. 10, p. 2869–2883, 2025.

TIAN, Chen *et al.* Effects of beetroot juice on physical performance in professional athletes and healthy individuals: An Umbrella Review. **Nutrients**, v. 17, n. 12, p. 1958, 2025.

WICKHAM, K. A.; SPRIET, L. L. No longer beeting around the bush: a review of potential sex differences with dietary nitrate supplementation 1. **Applied Physiology Nutrition and Metabolism**, v. 44, n. 9, p. 915–924, 2019.

YU, Tongwu; DING, Chuanwei. Efficacy of dietary supplements on sports performance outcomes: a systematic review of evidence in elite athletes. **Frontiers in Nutrition**, v. 12, n. 1675654, p. 1675654, 2025.

ZANGIROLAMI-RAIMUNDO, J. *et al.* Postmenopausal women's cognitive function and performance of virtual reality tasks. **Climacteric: The Journal of the International Menopause Society**, v. 26, n. 5, p. 445–454, 2023.

ANEXOS

ANEXO A – Recordatório Alimentar 24h

Nome:
Data: __/__/__

Recordatório 24 horas

REFEIÇÃO	HORÁRIO	ALIMENTO/PREPARAÇÃO	QUANTIDADE

Você consumiu algum doce, bala ou algum outro alimento ao longo do dia?

APÊNDICES

APÊNDICE A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)



**Grupo de Estudos e Pesquisas em Respostas
Neuromusculares (GEPREN) e Grupo de
Estudos em Nutrição Esportiva (GENEX)**



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

A pesquisa será desenvolvida para defesa do mestrado em nutrição e saúde no programa de pós-graduação em nutrição e saúde (PPGNS) da Universidade Federal de Lavras - UFLA. As coletas serão inteiramente feitas na academia do Departamento de Educação Física da UFLA.

Pesquisadores Responsáveis: Gabriel Lissoni de Souza, Igor Santos Lares, Rafael Corrêa Teodoro, Wilson César de Abreu, Sandro Fernandes da Silva e Luiz Henrique Rezende Maciel

I - Título do trabalho experimental: Efeitos da suplementação aguda e crônica de nitrato no desempenho físico de mulheres praticantes de exercício resistido.

II – Objetivos

O estudo objetiva analisar os reais efeitos da suplementação aguda e crônica de nitrato durante a realização de exercícios de membros superiores e inferiores em mulheres praticantes de exercício resistido.

III – Justificativa

O uso da suplementação de nitrato pode ter efeitos positivos na performance de atletas e praticantes de exercício físico. No entanto, os reais efeitos na suplementação do mesmo ainda não está claro em relação à suplementação crônica, visto que os estudos apresentados pela literatura têm apresentado em sua maioria a suplementação de forma aguda. Levando em consideração que o número de praticantes de exercício resistido é o mesmo comparando a mulheres e homens, faz-se necessário estudos com a população feminina para elucidar os efeitos do suplemento em questão para toda população praticante de exercício resistido.

IV – Procedimentos do Experimento

Durante a realização da pesquisa, será feito uma anamnese (perguntas diagnósticas para conhecimento sobre a saúde e predisposição para a pesquisa), uma avaliação da composição corporal (dimensões corporais e percentual de gordura), recordatório alimentar, saltos

contramovimento (CMJ e SJ), teste de força isométrica máxima (CVIM), teste de 1RM, aferição da pressão arterial e frequência cardíaca e mensuração do lactato sanguíneo.

V – Riscos Esperados

O experimento será minimamente invasivo, visto que será retirada uma pequena quantidade de sangue para análise de concentração do lactato sanguíneo. A punção será feita em uma das falanges distais dos dedos da mão, com a utilização de lanceta descartável. Para cada amostra será passado algodão na superfície desejada para retirada de possíveis gotas de suor e higienização do local, as quais poderiam contaminar as amostras. Durante a coleta sanguínea os avaliadores estarão utilizando luvas cirúrgicas. Além disso a suplementação não possui riscos nocivos para a saúde. Não haverá modificação do desenvolvimento de suas atividades regulares. Caso haja algum imprevisto a assistência será realizada através do serviço de vigilância da UFLA que transportará o indivíduo ao centro de atendimento médico mais próximo, onde o responsável pela pesquisa fará o acompanhamento com o voluntário da pesquisa.

VI – Benefícios

O desenvolvimento da pesquisa poderá beneficiar praticantes de exercício resistido como forma de potencializar os treinos e ganhos na performance esportiva.

VII – Critério para Suspender ou Encerrar a Pesquisa

A pesquisa pode ser suspensa caso apresente irregularidades nos procedimentos e nos critérios apresentados acima.

VIII - CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Eu _____ certifico que, tendo lido ou ouvido, as informações acima e suficientemente esclarecido (a) de todos os itens, estou plenamente de acordo com a realização do experimento. Assim, eu autorizo a execução do trabalho de pesquisa exposto acima.

Lavras, _____, de _____ de _____.

NOME LEGÍVEL: _____.

RG: _____.

ASSINATURA: _____

ATENÇÃO: A sua participação na pesquisa é voluntária. Em caso de dúvidas, escreva para e mail dos pesquisadores responsáveis: igor.lares2@estudante.ufla.br, gabriel.souza17@estudante.ufla.br, rafaelteodoro1@estudante.ufla.br, wilson@ufla.br, sandrofs@ufla.br, luizhenrique@ufla.br

APÊNDICE B - Termo de Autorização de Imagem



UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS

GRUPO DE ESTUDO E PESQUISA EM RESPOSTAS NEUROMUSCULARES – GEPREN

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE IMAGEM

Eu, _____, portador de Cédula de Identidade RG nº _____, **AUTORIZO** a utilização de minha imagem em caráter gratuito, pelo Grupo de Estudos e Pesquisa em Adaptações Neuromusculares (GEPREN) e Grupo de Estudos e Pesquisa em Adaptações Neuromusculares (GENEX), em material de divulgação como *home page* e/ou mídia eletrônica e redes sociais.

Fica ainda **AUTORIZADA**, de livre e espontânea vontade, para os mesmos fins, a cessão de direitos da veiculação das imagens não recebendo para tanto qualquer tipo de remuneração.

Por esta ser a expressão da minha vontade declaro que o uso acima descrito sem que nada haja a ser reclamado a título de direitos conexos a minha imagem ou a qualquer outro e assino a presente autorização.

Lavras, _____ de _____ de _____

Assinatura

APÊNDICE C - Frascos com a suplementação rotulados

