



IGOR SANTOS LARES

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA E CRÔNICA
DE NITRATO NO DESEMPENHO FÍSICO DE
MULHERES PRATICANTES DE EXERCÍCIO RESISTIDO**

**LAVRAS-MG
2025**

IGOR SANTOS LARES

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA E CRÔNICA DE NITRATO NO
DESEMPENHO DE 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 Básica e
Metabolismo, para a obtenção
do título de Mestre.

Prof. Dr. Luiz Henrique Rezende Maciel
Orientador

Prof. Dr. Sandro Fernandes da Silva
Coorientador

**LAVRAS-MG
2025**

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

Lares, Igor Santos.

Efeitos da suplementação aguda e crônica de nitrato no desempenho de mulheres praticantes de exercício resistido / Igor Santos Lares. - 2025.

87 p. : il.

Orientador: Luiz Henrique Rezende Maciel

Coorientador: Sandro Fernandes da Silva

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2025.

Bibliografia.

1. Nitrato. 2. Treinamento resistido. 3. Mulheres. I. Maciel, Luiz Henrique Rezende. II. da Silva, Sandro Fernandes. III. Universidade Federal de Lavras. IV. Título.

IGOR SANTOS LARES

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA E CRÔNICA DE NITRATO NO DESEMPENHO DE MULHERES PRATICANTES DE EXERCÍCIO RESISTIDO

EFFECT OF ACUTE AND CHRONIC NITRATE SUPPLEMENTATION ON THE PERFORMANCE OF WOMEN PRACTITIONING RESISTANCE EXERCISE

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 Básica e
Metabolismo, para a obtenção
do título de Mestre.

APROVADA em
Dr. Luiz Henrique Rezende Maciel – UFLA
Dr. Sandro Fernandes da Silva - UFLA
Dr. Elizandra Milagre Couto - UFLA
Dr. Cintia Campolina Duarte Rocha da Silva – FAGAMMON

Prof. Dr. Luiz Henrique Rezende Maciel
Orientador

Prof. Dr. Sandro Fernandes da Silva
Coorientador

**LAVRAS - MG
2025**

Dedico à minha família por todo o apoio e paciência nos momentos difíceis, à todos que contribuíram de alguma forma durante essa jornada e a todos aqueles que acreditam na educação como instrumento de transformação social.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença constante, por me conceder força, sabedoria e serenidade em todos os momentos desta caminhada.

A minha mãe (Rosângela), pelo amor incondicional, paciência e por sempre acreditar em mim, mesmo quando os desafios pareciam maiores que as possibilidades. Por sempre confiar que tudo daria certo mesmo perante a grandes adversidades.

A minha namorada (Iara) por todo o apoio e força nos momentos de incerteza e dificuldades e pela companhia ao longo de todo o processo.

Ao meu orientador (Dr. Luiz Henrique Rezende Maciel), pela orientação segura, pela confiança depositada, pelo incentivo e por sempre me instruir a tomar decisões corretas e, principalmente, pelo desenvolvimento pessoal.

Ao meu coorientador (Dr. Sandro Fernandes da Silva) por todas as orientações, conselhos e reuniões que me guiavam e norteavam ao caminho certo e a tomada de decisões assertivas desde o início do projeto até a defesa final.

Aos professores e colaboradores que contribuíram com o desenvolvimento do trabalho, auxiliando em reuniões, coletas de dados e excelentes instruções. Agradeço também pelo acolhimento e pelo compartilhamento de experiências que enriqueceram este trabalho e todo o meu processo formativo.

Aos colegas e amigos do curso e do grupo de pesquisa, pela parceria, pelas discussões produtivas, pelos momentos de descontração e pela amizade construída ao longo desta jornada acadêmica.

À Universidade Federal de Lavras pelo apoio institucional e à Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro, que possibilitaram a concretização deste projeto de pesquisa e a continuidade da formação acadêmica.

Por fim, a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a execução e conclusão deste trabalho, sempre lembrarei de todos vocês por cada palavra e por cada ajuda, por mais simples que fossem, serei sempre grato por terem a humildade e a sabedoria de terem me auxiliado em algum momento.

“A ciência sem religião é manca, a religião sem
ciência é cega. é preciso que o conhecimento
caminhe junto com a ética, para que o
progresso humano não se transforme em
ameaça à humanidade”
(Albert Einstein, 1954)

RESUMO

Introdução: O nitrato (NO_3^-), um ânion dietético abundante em vegetais, é metabolizado em nitrito (NO_2^-) e, subsequentemente, em óxido nítrico (NO), aumentando sua biodisponibilidade plasmática. O crescente interesse pela melhoria do desempenho na prática de exercícios resistidos tem levado as pessoas a buscarem suplementos nutricionais. Isso faz com que o NO_3^- , com seus potenciais efeitos fisiológicos, melhoria da eficiência mitocondrial, a diminuição do custo de oxigênio e a melhoria na vasodilatação se torne uma opção. **Justificativa:** Embora o NO_3^- tenha demonstrado resultados positivos, sobretudo em exercícios aeróbicos, a literatura carece de estudos que avaliem consistentemente seu efeito em treinamentos resistidos (TR). Além disso, há uma carência de estudos em populações femininas e em sessões de treino completas e com maior duração. **Objetivo:** Avaliar o efeito da suplementação aguda e crônica de NO_3^- em fatores físicos, hemodinâmicos e psicofisiológicos em mulheres praticantes de TR. **Metodologia:** Com um ensaio clínico randomizado e duplo-cego, aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CAAE: 67603023.0.0000.5148.) participaram desse estudo 21 participantes (idade: $22,30 \pm 2,87$; massa corporal = $60,80 \pm 8,01$) separadas em dois grupos nitrato (GN) ($n = 11$) e grupo placebo (GP) ($n = 10$) - com experiência em TR. Foram realizadas 4 visitas presenciais. Na 1ª delas foi realizada a familiarização, sendo feitas avaliações físicas e nutricionais, além da mensuração das cargas a serem utilizadas nos dias posteriores e a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo de Autorização de Imagem (TAI). Na 2ª, foi realizado o primeiro teste experimental, sem intervenção de suplementação. Os dados coletados foram a frequência cardíaca (FC), a pressão arterial média (PAM) e o duplo produto (DP) em repouso e após o final de cada exercício e após 5 minutos do término da sessão de teste. O lactato em repouso e ao final do teste, a quantidade de repetições na cadeira extensora, o teste de contração voluntária isométrica (CVI) pré-teste e após 5 minutos do final do último exercício e a percepção subjetiva de esforço (PSE). Na 3ª e 4ª visitas, o mesmo protocolo foi seguida com a intervenção da suplementação aguda e crônica, respectivamente. Para a análise estatística, foi realizado o teste ANOVA *two-way* para a comparação entre as condições com um nível de significância $p < 0.05$. **Resultados:** Observou-se um aumento das repetições em ambos os grupos ao decorrer dos testes ($p < 0.003$). Apesar da melhoria intra-grupo ao longo do tempo, não houve diferenças entre nitrato e placebo em nenhuma variável analisada. **Conclusão:** A suplementação de nitrato não promoveu efeitos ergogênicos sobre o desempenho físico, lactato, PSE e os fatores hemodinâmicos em mulheres praticantes de exercícios resistidos. Isso sugere que os efeitos podem depender do tipo de exercício e de características fisiológicas do indivíduo. Futuras pesquisas com maior controle do ciclo menstrual e da concentração plasmática de NO_2^- e NO são recomendados para melhor compreensão dos resultados.

Palavras-chave: treinamento resistido; mulheres; suplementos nutricionais; nitrato

ABSTRACT

Introduction: Nitrate (NO₃⁻), a dietary anion abundant in vegetables, is metabolized into nitrite (NO₂⁻) and subsequently into nitric oxide (NO), increasing its plasma bioavailability. The growing interest in improving performance in resistance training has led people to seek nutritional supplements. This makes NO₃⁻, with its potential physiological effects, improved mitochondrial efficiency, decreased oxygen cost, and enhanced vasodilation, a viable option. **Justification:** Although NO₃⁻ has shown positive results, especially in aerobic exercise, the literature lacks studies that consistently evaluate its effect in resistance training (RT). Furthermore, there is a lack of studies in female populations and in complete training sessions of longer duration. **Objective:** To evaluate the effect of acute and chronic NO₃⁻ supplementation on physical, hemodynamic, and psychophysiological factors in women practicing resistance training. **Methodology:** A randomized, double-blind clinical trial, approved by the Ethics and Research Committee (CAAE: 67603023.0.0000.5148), included 21 participants (age: 22.30 ± 2.87; body mass = 60.80 ± 8.01) divided into two groups: nitrate group (NG) (n = 11) and placebo group (PG) (n = 10) – all with experience in RT. Four in-person visits were conducted. In the first phase, familiarization was carried out, including physical and nutritional assessments, as well as measuring the loads to be used in the following days and signing the Informed Consent Form (ICF) and the Image Release Form (IR). In the second phase, the first experimental test was conducted without supplementation. The data collected were heart rate (HR), mean arterial pressure (MAP), and double product (DP) at rest and after the end of each exercise and 5 minutes after the end of the test session. Lactate levels at rest and at the end of the test, the number of repetitions on the leg extension machine, the pre-test and 5 minutes after the end of the last exercise isometric voluntary contraction (IVC) test, and the rating of perceived exertion (RPE). On the 3rd and 4th visits, the same protocol was followed with the intervention of acute and chronic supplementation, respectively. For statistical analysis, a two-way ANOVA test was performed to compare the conditions, with a significance level of $p < 0.05$. **Results:** An increase in repetitions was observed in both groups throughout the tests ($p < 0.003$). Despite the intra-group improvement over time, there were no differences between nitrate and placebo in any variable analyzed. **Conclusion:** Nitrate supplementation did not promote ergogenic effects on physical performance, lactate, RPE, and hemodynamic factors in women practicing resistance exercise. This suggests that the effects may depend on the type of exercise and the individual's physiological characteristics. Further research with greater control over the menstrual cycle and plasma concentrations of NO₂⁻ and NO is recommended for a better understanding of the results.

Keywords: resistance training; women; dietary supplements; nitrates

INDICADORES DE IMPACTO

O presente trabalho possui caráter extensionista, visto que traz voluntárias de fora da universidade e oferece a elas uma série de fatores que ocasionam em uma melhoria na qualidade de vida, como avaliações físicas, consultas nutricionais e a prescrição de treinamentos físicos. Nesse contexto, o grupo populacional impactado com o resultado da pesquisa são mulheres entre 18 e 40 anos praticantes de exercícios resistidos. O público-alvo deste estudo são pesquisadores das áreas da Nutrição e da Educação Física. A pesquisa envolve docentes, estudantes de pós-graduação e de graduação da Universidade Federal de Lavras envolvendo os cursos de Nutrição e Educação Física. Considerando as oito áreas temáticas da Política Nacional de Extensão, o trabalho se enquadra, primordialmente, na área da saúde. Além disso, em relação aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), o projeto poderá contribuir para a melhoria de saúde e bem-estar voltando-se ao consumo responsável da suplementação estudada, visto que a utilização indevida de suplementos alimentares pode ocasionar em malefícios para a saúde.

IMPACT INDICATORS

This work has an outreach character, since it brings in volunteers from outside the university and offers them a series of factors that lead to an improvement in their quality of life, such as physical assessments, nutritional consultations, and the prescription of physical training programs. In this context, the population group impacted by the research results are women between 18 and 40 years old who practice resistance training. The target audience for this study is researchers in the fields of Nutrition and Physical Education. The research involves faculty, graduate students, and undergraduate students from the Federal University of Lavras, encompassing the Nutrition and Physical Education programs. Considering the eight thematic areas of the National Extension Policy, this work primarily falls within the area of health. Furthermore, in relation to the Sustainable Development Goals (SDGs) of the United Nations (UN), the project could contribute to improved health and well-being by promoting the responsible consumption of the studied supplements, since the improper use of dietary supplements can lead to health problems.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

PRIMEIRA PARTE

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Fluxograma das Visitas | 27 |
| Figura 2 – Fluxograma da Familiarização | 28 |
| Figura 3 – Delineamento Experimental | 30 |
| Figura 4 – Escala da PSE Adaptada para o TR | 34 |

SEGUNDA PARTE

ARTIGO 1

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Desenho Experimental | 45 |
| Gráfico 1 – Níveis de Lactato Sanguíneo | 50 |
| Figura 2 – Valores da PSE Geral e Específica | 51 |

ARTIGO 2

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Desenho Experimental | 64 |
| Gráfico 1 – Valores Médios da FC | 70 |
| Gráfico 2 – Valores Médios da PAM | 70 |
| Gráfico 3 – Valores Médios do DP | 71 |

LISTA DE TABELAS

SEGUNDA PARTE

ARTIGO 1

Tabela 1 – Caracterização da Amostra 48

Tabela 2 – Número de Repetições Realizadas na Cadeira Extensora 49

Tabela 3 – Valores da CVIP 50

ARTIGO 2

Tabela 1 – Caracterização da Amostra 68

Tabela 2 – Número de Repetições Realizadas na Cadeira Extensora69

LISTA DE SIGLAS

| | |
|-------------------|--|
| 1RM | 1 repetição máxima |
| CMJ | Counter movement jump |
| CVI | Contração voluntária isométrica |
| CVIP | Contração voluntária isométrica pico |
| DP | Duplo produto |
| FC | Frequência cardíaca |
| NO | Óxido nítrico |
| NO ₂ - | Nitrito |
| NO ₃ - | Nitrato |
| O ₂ | Oxigênio |
| PA | Pressão arterial |
| PAM | Pressão arterial média |
| PSE | Percepção subjetiva de esforço |
| R24h | Recordatório alimentar 24h |
| TAI | Termo de autorização de imagem |
| TCLE | Termo de consentimento livre e esclarecido |
| TR | Treinamento resistido |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| PRIMEIRA PARTE | 17 |
| 1.INTRODUÇÃO | 18 |
| 1.1.Hipóteses..... | 23 |
| 1.2.Justificativa | 24 |
| 1.3.Objetivos..... | 24 |
| 2.MATERIAIS E MÉTODOS | 26 |
| 2.1.Delineamentos e Aspectos Éticos | 26 |
| 2.2.Critérios de Inclusão e Exclusão..... | 26 |
| 2.3.Desenho experimental | 26 |
| 2.4.Procedimentos da coleta..... | 27 |
| 2.4.1.Familiarização | 27 |
| 2.4.2.Delineamento experimental | 28 |
| 2.5.Recomendações pré-teste | 30 |
| 2.6.Métodos e procedimentos utilizados | 30 |
| 2.6.1.Avaliação da potência de membros inferiores..... | 30 |
| 2.6.2.Teste de repetições máximas | 31 |
| 2.6.3.Avaliação da Composição Corporal | 31 |
| 2.6.4.Administração da Suplementação | 32 |
| 2.6.5.Recordatório Alimentar 24h | 32 |
| 2.6.6.Parâmetros hemodinâmicos | 32 |
| 2.6.7.Lactato sanguíneo..... | 33 |
| 2.6.8.Teste de contração voluntária isométrica..... | 33 |
| 2.6.9.Percepção Subjetiva de Esforço..... | 33 |
| 2.7.Análise Estatística | 34 |
| REFERÊNCIAS | 36 |
| SEGUNDA PARTE | 40 |
| ARTIGO 1 - EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA E CRÔNICA DE NITRATO NO DESEMPENHO NEUROMUSCULAR, NA PERCEPÇÃO DE ESFORÇO E NO LACTATO EM MULHERES PRATICANTES DE EXERCÍCIOS RESISTIDOS. | 41 |
| 1.INTRODUÇÃO | 43 |
| 2.MATERIAS E MÉTODOS | 44 |
| 2.1.Amostra..... | 44 |
| 2.2.Desenho experimental | 44 |
| 2.3.Protocolos utilizados | 46 |
| 2.3.1.Antropometria..... | 46 |
| 2.3.2.Counter Movement Jump | 46 |

| | |
|---|-----------|
| 2.3.3.Administração da Suplementação | 47 |
| 2.3.4.Teste de repetições máximas | 47 |
| 2.3.5.Contração Voluntária Isométrica Pico | 48 |
| 2.3.6.Lactato | 48 |
| 2.3.7.Percepção Subjetiva de Esforço | 48 |
| 2.3.8.Análise estatística | 49 |
| 3.RESULTADOS | 50 |
| 3.1.Resistência Muscular | 50 |
| 3.2.Contração Voluntária Isométrica Pico | 51 |
| 3.3.Lactato..... | 52 |
| 3.4.Percepção Subjetiva de Esforço..... | 53 |
| 4.DISSCUSSÃO | 54 |
| 5.CONCLUSÃO..... | 57 |
| REFERÊNCIAS..... | 58 |
| ARTIGO 2 - INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA E CRÔNICA DE NITRATO NA RESISTÊNCIA MUSCULAR E NOS FATORES HEMODINÂMICOS EM MULHERES PRATICANTES DE EXERCÍCIOS RESISTIDOS. | 60 |
| 1.INTRODUÇÃO..... | 62 |
| 2.MATERIAIS E MÉTODOS | 64 |
| 2.1.Amostra..... | 64 |
| 2.2.Desenho Experimental | 64 |
| 2.3.Protocolos Utilizados..... | 66 |
| 2.3.1.Antropometria..... | 66 |
| 2.3.2.Counter Movement Jump | 66 |
| 2.3.3.Administração da Suplementação | 67 |
| 2.3.4.Teste de Repetições Máximas | 67 |
| 2.3.5.Frequência Cardíaca | 68 |
| 2.3.6.Pressão arterial..... | 68 |
| 2.3.7.Pressão Arterial Média | 68 |
| 2.3.8.Duplo Produto | 68 |
| 2.3.9.Análise Estatística | 69 |
| 3.RESULTADOS | 70 |
| 3.1.Resistência Muscular | 70 |
| 3.2.Frequência Cardíaca..... | 71 |
| 3.3.Pressão Arterial Média | 72 |
| 3.4.Duplo Produto | 73 |
| 4.DISSCUSSÃO | 74 |

| | |
|--------------------------|-----------|
| 5.CONCLUSÃO | 78 |
| REFERÊNCIAS..... | 80 |
| ANEXOS..... | 83 |
| APÊNDICES..... | 84 |

PRIMEIRA PARTE

A primeira parte da dissertação conta com a introdução geral da pesquisa e com a metodologia utilizada.

1. INTRODUÇÃO

A atividade física é definida como qualquer movimento corporal que requeira gasto energético para sua execução, incluindo pequenos deslocamentos e atividades domésticas (Ministério da Saúde, 2023). Por outro lado, o exercício físico possui uma conceituação distinta, sendo a realização de algum movimento de forma estruturada e repetitiva visando melhorias em uma capacidade física (Teixeira; Gomes, 2022).

Nesse contexto, existem dois tipos de exercícios, os aeróbicos, que são aqueles realizados de maneira contínua, não intervalada e que utilizam o oxigênio para a produção energética. E os anaeróbicos, que são exercícios realizados de forma intervalada, utilizando de alguma resistência e visando a sobrecarga muscular sem a presença predominante de oxigênio como produtor energético (William D. McArdle, 2024)

Assim, o treinamento físico consiste na prescrição de um planejamento organizado e sistemático de exercícios físicos visando a melhoria do desempenho físico e esportivo (Roschel; Tricoli; Ugrinowitsch, 2011). O treinamento resistido (TR) é um conceito mais amplo no que diz respeito a realização de exercícios em oposição a uma carga, sendo geralmente utilizados elásticos, pesos e diferentes tipos de aparelhos (Faigenbaum *et al.*, 2009).

No que diz respeito à prescrição do TR, ele pode ser controlado através de sua intensidade, que abrange de forma geral, a carga do treinamento a ser realizado, mas também, atrelado a isso é necessário controlar o seu volume, que se relaciona com o número de repetições, de séries, de exercícios e o intervalo de descanso entre as séries (Kraemer; Ratamess, 2004). A manipulação dessas variáveis de treinamento tem grande importância, pois, para cada finalidade e especificidade, elas moldam os resultados a serem atingidos (Kraemer; Ratamess; French, 2002).

Em relação a intensidade no treinamento, em estudos e nas práticas em academias de musculação, o controle dessa variável tem sido feito baseado em uma porcentagem pré-determinada de uma repetição máxima (1RM) do praticante (Thompson *et al.*, 2020). Embora possua algumas limitações em sua utilização, como as adaptações de curto prazo, as adaptações fisiológicas crônicas e variações psicológicas e de humor, para estudos científicos é a forma mais objetiva de mensuração (Greig *et al.*, 2020).

Com uma abordagem mais subjetiva, outra forma de controle e prescrição da intensidade na musculação é a autorregulação. Consiste em uma tentativa de se

aproximar da falha concêntrica utilizando métodos subjetivos como controle, por exemplo, a escala de Percepção Subjetiva de Esforço (PSE). Nesse método, torna-se possível adequar a objetividade do teste de 1RM às adaptações agudas e crônicas do treinamento e às variações do praticante (Larsen; Kristiansen; van den Tillaar, 2021).

O TR tem sido reconhecido na ciência por suas importantes melhorias funcionais e fisiológicas otimizando a melhoria do desempenho físico, com adaptações crônicas relevantes para isso, como a hipertrofia muscular. Ao longo prazo, promove melhorias em fatores hemodinâmicos, como a frequência cardíaca (FC) e a pressão arterial (PA) (Lin *et al.*, 2025). Além disso, a prática sistematizada melhora fatores biomecânicos, como a produção de força máxima e aumento da resistência muscular (Currier *et al.*, 2023).

Embora o treinamento conceda benefícios para ambos os sexos, a resposta a um determinado estímulo e/ou a uma carga de treinamento pode ser diferente entre os sexos devido ao ciclo menstrual presente no organismo feminino (Pedersen *et al.*, 2019). Pelo fato de as variações hormonais decorrentes desse ciclo poderem impactar no desempenho físico, vários estudos não incluem mulheres.

O ciclo menstrual tem início no primeiro dia de menstruação, possui duração média de 28 dias e pode ser dividido em 4 fases – menstruação, fase folicular, fase ovulatória e fase lútea – que são reguladas por suas respectivas alterações hormonais. (Meignié *et al.*, 2021).

A menstruação diz respeito ao início do ciclo, nela ocorre a descamação do endométrio, o que acarreta em baixos níveis de progesterona e estrogênio. Já na fase folicular, ocorre a regeneração endometrial (Najmabadi *et al.*, 2020). Seguida da fase ovulatória, que é marcada por um pico de hormônio luteinizante. Por fim, a fase lútea é caracterizada pelo aumento do nível de progesterona, voltando gradativamente aos níveis normais do organismo (Najmabadi *et al.*, 2022).

Concomitante as alterações do corpo visando a função reprodutiva, o ciclo menstrual ocasiona mudanças em outros fatores. Dentre esses, pode afetar o desempenho físico, como a modificação de respostas cardiovasculares, musculares e metabólicas (Wagner; Kaplan; Burkman, 2002). As implicações no desempenho físico ocorrem devido as variações dos hormônios endógenos ao decorrer do ciclo, como estrogênio e progesterona (Leslie-Wujastyk; Gibson-Smith, 2024).

Segundo a literatura atual, é possível que o estrogênio possua um efeito anabólico no músculo esquelético (Boisseau; Isacco, 2022). Além disso, ele também

desempenha funções na mudança do metabolismo energético, armazenando glicogênio muscular e aumentando a utilização de gordura (Campbell; Angus; Febbraio, 2001). Por outro lado, a progesterona possui efeitos inibitórios do estrogênio (Frankovich; Lebrun, 2000). Alguns estudos não encontraram diferenças de desempenho em função da fase do ciclo menstrual, entretanto alguns relatam um melhor rendimento na fase folicular (Pallavi; Souza; Shivaprakash, 2017; Tenan; Hackney; Griffin, 2016).

Além de alterações fisiológicas, o fator psicológico também é muito importante em relação ao ciclo menstrual. A pesquisa de Sthatam (2020) demonstrou que o parâmetro da impulsividade foi significativamente maior durante a fase de menstruação. A motivação ao treinamento também é afetada pelo ciclo menstrual, sendo na fase da ovulação que ocorre a maior propensão a realizar o treinamento (Crewther; Cook, 2018).

A fase do ciclo menstrual também pode acarretar uma maior propensão a lesões. O estudo de Herzberg et al., (2017) mostrou que durante a fase lútea há uma menor chance de ocorrência. Ainda nessa pesquisa, foi apresentado que ao decorrer da fase ovulatória ocorre uma frouxidão no ligamento cruzado anterior, conseqüentemente, há um aumento significativo do risco de lesões nessa articulação.

Devido a essas várias alterações hormonais oriundas do ciclo menstrual, considerando as diferentes fases e níveis hormonais, torna-se mais difícil a busca por resultados e melhores desempenhos para mulheres nas práticas de TR (Kissow *et al.*, 2022). Nesse contexto, o óxido nítrico (NO) pode desempenhar uma importante função, visto desempenha funções no controle do fluxo sanguíneo e na biodisponibilidade de oxigênio (O₂) (Ghimire *et al.*, 2017).

Nesse contexto, pode-se salientar que a suplementação com o nitrato (NO₃⁻) acarreta em melhorias do desempenho. O NO é uma molécula sintetizada no corpo humano. Durante seu processo de formação, ocorre uma reação química, na qual a L-arginina é utilizada como um intermediário, além disso, a presença do NADPH e do cálcio são importantes para a sua produção (Alderton; Cooper; Knowles, 2001).

O NO popularmente conhecido como um mensageiro intercelular por ser um importante neurotransmissor com grande capacidade potencializadora. Está presente nas ações de memória, aprendizado e também pode ter ações endócrinas (Flora Filho; Zilberstein, 2000)

Além de sua síntese no corpo humano, o NO pode ser derivado da redução e metabolização do NO₃⁻ obtido por meio da dieta (Lundberg; Weitzberg, 2013). Assim,

a ingestão de NO₃⁻ para o aumento do nível de NO faz-se importante devido as suas funções no organismo. Como exemplo disso, o estudo de Coggan A. e Perteron L. (2018) demonstrou que o NO melhora as propriedades contráteis do músculo esquelético humano.

Considerando esses benefícios do NO presente no organismo por meio da ingestão dietética de NO₃⁻, faz-se possível usufruir deles para a melhoria durante a prática de exercícios. Levando em conta o fator da regulação da pressão arterial, indivíduos hipertensos podem ter maiores dificuldades para a realização de exercícios, nesse sentido, Chirinos J. e Zamani P. (2016) demonstraram que o aumento do NO melhora a capacidade de exercício dessa população.

No que se diz respeito a utilização de oxigênio (O₂) para a produção de energia durante o treinamento, Larsen *et al.*, (2014) demonstraram que uma maior presença de NO no organismo pode reduzir em até 4% o consumo de O₂. Além da melhor oxigenação, a função mitocondrial e muscular podem ser potencializadas durante o exercício pela presença do NO advindo da ingestão de NO₃⁻ (Baranauskas *et al.*, 2020).

O NO₃⁻ é um ânion encontrado no corpo humano e sua principal fonte de obtenção ocorre por meio da ingestão de alimentos ricos nesse composto (Lundberg; Weitzberg, 2013). Isso ocorre, principalmente, por meio de vegetais verdes, como o agrião, alface, espinafre, rúcula e a beterraba, correspondendo a 80% da ingestão de NO₃⁻ consumido na dieta (Hord; Tang; Bryan, 2009).

O produto metabólico final do NO₃⁻ desempenha importantes funções fisiológicas e tem importância para a proteção do sistema cardiovascular, da mucosa gástrica e contra doenças metabólicas (Gilchrist; Shore; Benjamin, 2011). Porém, em condições de hipóxia e isquemia, a produção endógena de NO é reduzida, logo, nessas situações torna-se ainda mais importante a ingestão dietética de alimentos ricos em NO₃ (Larsen *et al.*, 2007).

O nitrato obtido por meio da dieta inicia sua redução ainda na boca por meio de glândulas salivares e bactérias localizadas na cavidade oral, no dorso da língua. (Qin *et al.*, 2012). Após isso, devido à sua biodisponibilidade, segue para estômago e para o intestino, delgado, sendo boa parte aproveitada e 75% excretada na urina. O restante aproveitado é reabsorvido no rim, pelas vias biliares e nas glândulas salivares (Bryan; Ivy, 2015). Cerca de 5 a 7% do nitrato dietético é reduzido em nitrito (NO₂) na cavidade oral por bactérias anaeróbicas da parte posterior da língua e o esse NO₂ se converte em NO no estômago e é absorvido (Ma *et al.*, 2018).

Embora já tenha sido retratado como um composto prejudicial ao organismo humano, sendo inclusive julgado como um possível agente cancerígeno, uma pesquisa mostra que não existem provas claras em relação a essa afirmação (Bryan *et al.*, 2012). Em contrapartida, ensaios clínicos mostram que, além de o nitrato acarretar em benefícios para a saúde, como a possível diminuição de complicações gástricas (Song; Wu; Guan, 2015) e a redução da pressão arterial (Kapil *et al.*, 2015).

Considerando todos os benefícios terapêuticos da ingestão do nitrato na dieta, percebe-se que alguns deles podem ser úteis para um melhor desempenho durante a prática de exercícios físicos, como o controle da PA (Kapil *et al.*, 2015) e a sua capacidade vasodilatadora (Souza Junior *et al.*, 2023). Assim, a investigação do nitrato como potencial recurso ergogênico passou a ser estudada.

Nesse contexto, O NO₃⁻ se tornou um dos cinco suplementos reconhecidos pelo Comitê Olímpico Internacional (COI), juntamente com a creatina, a cafeína, a beta-alanina e o bicarbonato de sódio. Isso significa que ele possui nível A de evidência e grande acervo científico acerca do seu consumo e de seus resultados (Olympics, 2025).

A forma de ingestão do NO₃⁻ ocorre de diferentes maneiras e ainda não possui uma conformidade de opiniões. Parte das pesquisas com NO₃⁻ utilizaram gel de beterraba, nitrato de sódio, de potássio ou uma dieta rica em nitrato. Entretanto, a maioria dos estudos, utilizou o suco de beterraba como fonte de NO₃⁻, devido a maior facilidade de ingestão, logística, adequação e praticidade (Silva *et al.*, 2022).

Em relação a concentração de nitrato no organismo, sabe-se que o pico de nitrato muscular, passado todo o processo de redução iniciado por bactérias orais e a sua absorção, ocorre 120 minutos depois da ingestão (Nyakayiru *et al.*, 2017). No entanto, essa informação diverge em alguns estudos, Wylie *et al.*, (2013) mostraram que os efeitos positivos do nitrato ao ser ingerido de forma aguda acontecem quando a suplementação é feita 150 minutos antes da realização do exercício.

Outro fator que se destaca nos estudos com a suplementação de nitrato é em relação a quantidade a ser ingerida para se buscar um melhor desempenho, o estudo de Silva *et al.*, (2022) conclui que doses menores que 4,9mmol e maiores que 15mmol não foram eficazes, encontrando a quantidade de 5 – 9,9mmol como uma quantidade adequada. Além disso, a composição da microbiota oral também pode afetar no efeito da suplementação, estudos que solicitaram aos participantes a não usarem enxaguante bucal e não escovarem os dentes antes dos testes agudos obtiveram melhores resultados (Jones *et al.*, 2021; Koch *et al.*, 2017).

A discussão acerca da duração do exercício no qual esse suplemento produz efeito ainda é conflitante, Campos et al., (2018) não encontraram resultados significativos em relação a suplementação de nitrato em exercícios com duração abaixo de 180 segundos. De outro modo, Senefeld et al. (2020) encontraram resultados em diversos tempos de exercícios. Nessa lógica, Silva *et al.*, (2022), após realizaram uma revisão sistemática que englobou 123 artigos, concluíram que o nitrato produz diferenças em exercícios entre 120 – 300 segundos e entre 300 e 600 segundos.

Relacionando-se a diferença de efeito do suplemento entre os sexos, acredita-se que pelas variações hormonais devido ao ciclo menstrual no organismo feminino, a absorção do nitrato possa ser maior durante o pico de estrogênio (Wickham; Spriet, 2019). No entanto, há uma dificuldade na literatura em realizar essa comparação, visto que a maioria dos estudos é realizada apenas em homens (Menezes *et al.*, 2019).

1.1. Hipóteses

A suplementação de NO₃⁻ possui efeitos terapêuticos e dentre eles, alguns podem ser transferidos para um melhor desempenho durante a prática de exercícios resistidos, como a diminuição da pressão arterial, da frequência cardíaca e o aumento da vasodilatação, que pode aumentar a biodisponibilidade de oxigênio (Mattos *et al.*, 2023).

Nesse contexto, a suplementação de NO₃⁻ vem sendo estudada em diferentes modalidades esportivas, que envolvem diferentes mecanismos fisiológicos durante a prática. No entanto, a maioria desses estudos são realizados em homens (Menezes *et al.*, 2019).

Considerando que o organismo das mulheres possui diferenças no metabolismo do NO₃⁻ em relação aos homens (Wickham; Spriet, 2019), os benefícios dessa suplementação podem ser mais acentuados para essa população, ocasionando uma melhora significativa no desempenho.

Logo, espera-se, no atual estudo que essa melhora seja vista no aumento no volume de treinamento, aumentando o número de repetições do exercício da cadeira extensora e no número de repetições totais na sessão de treinamento, da diminuição da PA, FC e do lactato sanguíneo. Atrelado a isso, pode ocorrer uma diminuição ou manutenção da PSE, que, concomitante com o aumento do volume do treinamento, é um resultado positivo.

Isso pode ocorrer com a suplementação aguda e ainda mais acentuado, de forma crônica, devido à maior ingestão do nitrato, o que causará maior biodisponibilidade de NO no plasma sanguíneo.

1.2. Justificativa

A maioria dos estudos com a suplementação de nitrato avaliam o desempenho em homens, tanto no exercício aeróbico (Menezes *et al.*, 2019), quanto anaeróbico (Tan *et al.*, 2022). Considerando a hipótese que pode existir diferença fisiológica e metabólica em relação ao nitrato no organismo feminino (Wickham; Spriet, 2019), é necessário realizar pesquisas da suplementação de nitrato com mulheres praticantes de exercícios resistidos.

Além disso, o efeito da suplementação de nitrato é, geralmente, avaliado em um único exercício de forma isolada (Ranchal-Sanchez *et al.*, 2020). Portanto, considerando o atual cenário das academias de musculação, no qual são realizados mais de um exercício durante uma sessão de treinamento, essa avaliação se torna pouco aplicável na prática.

Dessa forma, torna-se necessário avaliar o efeito da suplementação de nitrato durante uma sessão de treinamento em mulheres praticantes de exercícios resistidos.

1.3. Objetivos

Objetivo geral

Avaliar os efeitos da suplementação de nitrato no desempenho de mulheres praticantes de exercícios resistidos.

Objetivos específicos

- Avaliar se há diferença entre a suplementação aguda e crônica de nitrato;
- Analisar o efeito da suplementação de nitrato sobre o número de repetições no exercício da cadeira extensora;
- Analisar o efeito da suplementação de nitrato sobre o número de repetições totais de uma sessão de treinamento;
- Analisar o efeito da suplementação de NO₃⁻ na contração voluntária isométrica pico (CVIP);
- Avaliar o efeito da suplementação de nitrato na frequência cardíaca;
- Analisar o efeito da suplementação de NO₃⁻ no lactato sanguíneo;
- Avaliar o efeito da suplementação de NO₃⁻ na pressão arterial;
- Averiguar o efeito da suplementação de NO₃⁻ no duplo produto;

- Verificar o efeito da suplementação de nitrato sobre a percepção subjetiva de esforço geral e específica;

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Delineamentos e Aspectos Éticos

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

2.2. Critérios de Inclusão e Exclusão

Foram incluídos no estudo indivíduos do sexo feminino, com idade entre 18 e 40 anos, praticantes de exercício resistido com pelo menos 5 meses de prática e que realizem no mínimo 3 treinos por semana.

Dessas, tornar-se-iam inaptas para o estudo as participantes que se envolvessem em alguma lesão durante as coletas, as que realizassem uso de outros recursos ergogênicos, como a creatina de forma crônica, cafeína e beta alanina nos dias dos testes e as que fizerem o uso de anabolizantes. Além disso, seriam excluídas as participantes que não cumprirem a frequência mínima prevista pelo projeto de, no mínimo, três sessões de treinamento por semana.

2.3. Desenho experimental

A convocação das participantes foi feita por anúncios em redes sociais (Instagram e WhatsApp) e por meio de contatos do pesquisador. Após isso, as coletas foram realizadas durante quatro encontros por voluntária.

O primeiro encontro consistiu na assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e do Termo de Autorização de Imagem (TAI), na realização da avaliação física a fim de caracterização da amostra, da resposta do Recordatório 24 (R24) (Anexo 1) e da realização dos testes para quantificação das cargas a serem usadas posteriormente nos dias experimentais.

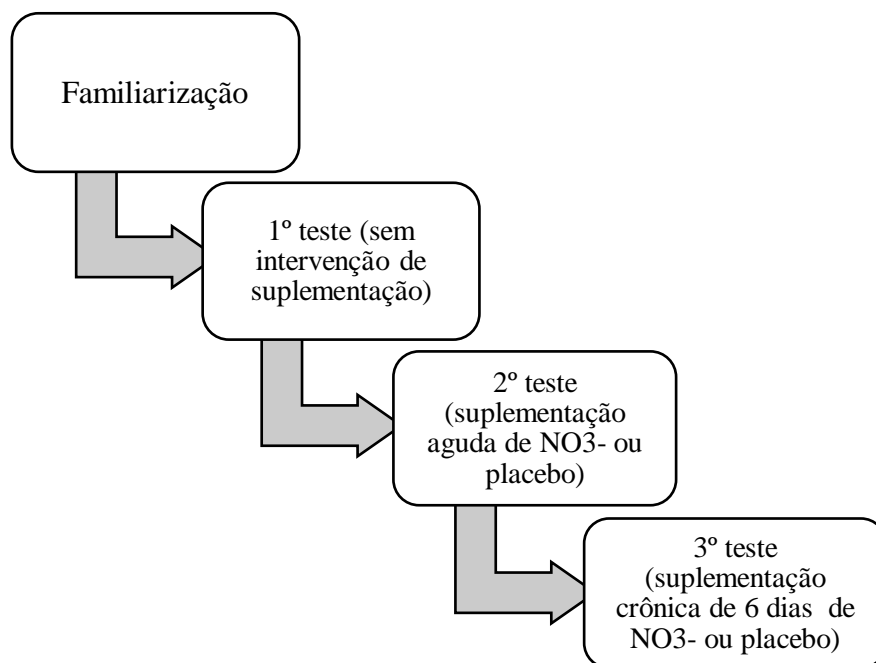
No segundo encontro, foi feito o primeiro protocolo da sessão de treinamento - o teste controle (sem administração de intervenção).

Após 2 dias da realização do teste controle, no terceiro encontro, foi realizado o primeiro de dia de intervenção com suplementação de nitrato ou placebo de forma aguda.

Depois de 6 dias de suplementação crônica, tendo ingerido a suplementação em todos os dias, sendo nitrato ou placebo, no quarto e último encontro foi feito o último teste.

Ambos os últimos encontros – teste com a suplementação aguda e crônica - obedeceram às características do estudo randomizado, duplo-cego e controlado por placebo.

Figura 1 – Fluxograma das Visitas



Fonte: Do autor (2025)

2.4. Procedimentos da coleta

2.4.1. Familiarização

No primeiro encontro, as participantes assinaram o TCLE, o TAI e foram informadas sobre todos os protocolos e objetivos do estudo. Após isso responderam o R24 aplicado por estudantes de Nutrição supervisionados por um professor, Além disso, foram coletadas as medidas antropométricas para caracterização das amostras; para o peso corporal total foi utilizada uma balança digital da marca G-Tech© (G-tech, Glass-

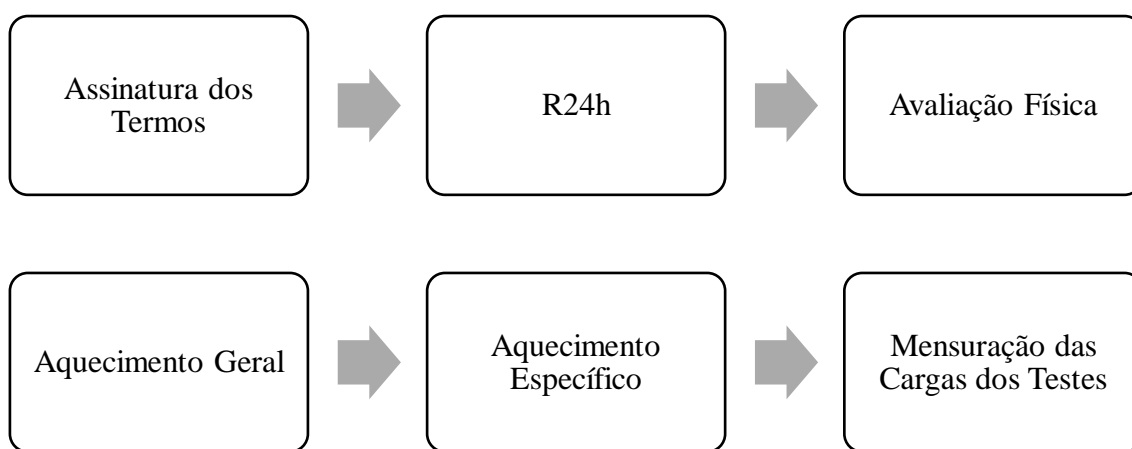
10; CARMY ELETRONIC LTD, Zhongshan); para estatura total foi utilizado um estadiômetro fixo na mesma balança.

Ainda na caracterização, para avaliação da composição corporal, foi utilizado o método das 7 dobras de Pollock utilizando o Adipômetro Digital Científico Dgi Prime Vision Prime Med© por Profissionais de Educação Física com experiência na realização.

Após o assentimento à pesquisa, a resposta do recordatório 24h e feito a avaliação física, as voluntárias foram direcionadas para o aquecimento geral, que foi feito em um cicloergômetro (Ergo fit, plus167, cicle©) controlado com 50 watts de potência e a cadência de 60 pedaladas por minuto durante 5 minutos.

Posteriormente ao aquecimento geral, foi feito o aquecimento específico no exercício do agachamento livre. Após isso, foi feito o teste de repetições máximas Brzycki (2007) para mensuração da carga de treinamento que, posteriormente, seriam utilizadas nos dias experimentais nos exercícios agachamento, *leg 45* e cadeira extensora.

Figura 2 – Fluxograma da Familiarização



Fonte: Do autor (2025)

2.4.2. Delineamento experimental

No segundo encontro, foi realizado o primeiro protocolo de teste experimental, sem administração de suplementação - o teste controle. Ao chegarem no laboratório, as voluntárias ficaram 5 minutos em completo repouso para a aferição da pressão arterial por meio de um monitor automático (Omron®, Kyoto, Japão) e para a mensuração da

frequência cardíaca, que foi realizada pelo monitor cardíaco-frequencímetro (Garmin®, HRM dual, Chicago, EUA).

Em seguida, as voluntárias foram direcionadas para o aquecimento geral, que seguiu o mesmo protocolo da familiarização. Complementando, realizaram o aquecimento específico, que consistiu em duas séries de dez repetições (2x10) com 40% de uma repetição máxima (1RM) no exercício agachamento. Após isso, foi realizado o teste de contração voluntária isométrica (CVI) no aparelho *leg 45*.

Após realizados os aquecimentos e o teste de CVI, a participante realizou três exercícios, que foram controlados conforme a descrição abaixo:

- 4 séries de 12 repetições (4x12) com 60% de 1RM no exercício agachamento com intervalo de 1:30 minutos entre as séries.
- 4 séries de 12 repetições (4x12) com 60% de 1RM no exercício *leg 45* com intervalo de 1:30 minutos entre as séries.
- 3 séries de 12 repetições (4x12) com 60% de 1RM no exercício cadeira extensora com intervalo de 1:30 minutos entre as séries.
- 2 séries de repetições máximas, iniciando a 75% de 1RM no exercício da cadeira extensora realizando dois *drop-sets* de 15% da carga com intervalo de dois minutos entre as séries.
- Entre o término da última série de um exercício e o início do próximo foi respeitado um intervalo de 2 minutos.

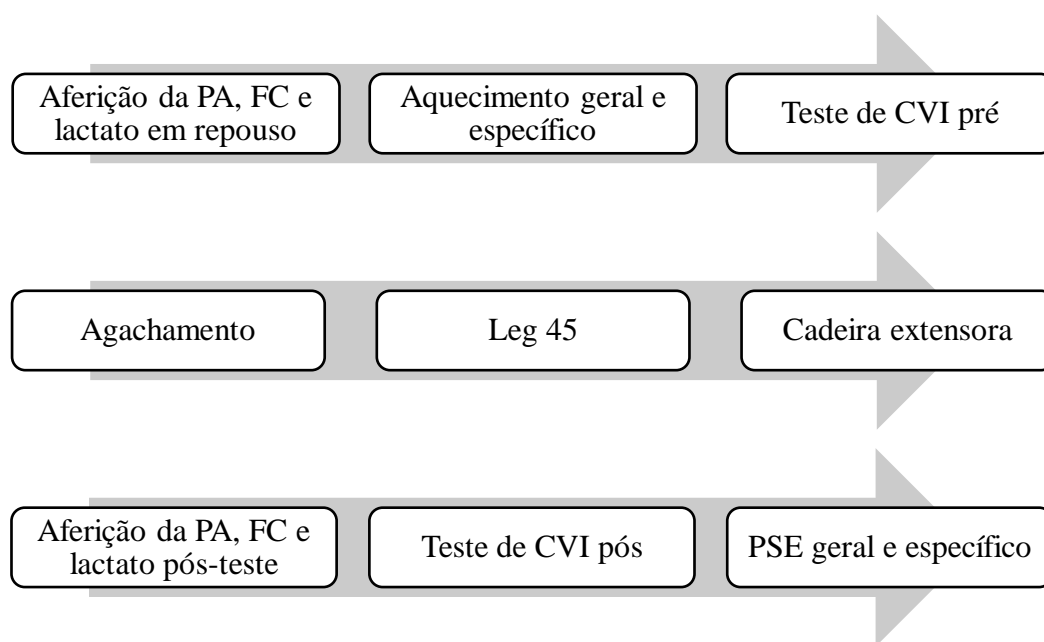
Ademais, todas as voluntárias foram orientadas a fazerem os movimentos das duas séries de repetições máximas da cadeira extensora até a falha concêntrica. Quando não conseguiram mais executar o movimento, o teste foi interrompido.

Imediatamente após o final da última série de exercícios da sessão de treinamento foi coletada a FC, a PA, o lactato e o PSE geral e específico. Depois de 3 e 5 minutos do término da última série foi feito novamente o teste da CVIP no *leg 45°*.

Além disso, todas as séries foram filmadas para auxiliar na contagem das repetições e para a verificação do tempo sob tensão durante a realização das últimas duas séries da cadeira extensora.

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

Por fim, no quarto encontro, foi realizado o mesmo procedimento com a intervenção crônica de 6 dias de suplementação de nitrato ou placebo.

Figura 3 – Delineamento Experimental

Fonte: Do autor (2025)

2.5. Recomendações pré-teste

Foi solicitado a todas as participantes que não praticassem exercícios físicos extenuantes 24 horas antes dos testes e que mantivessem a mesma dieta em todos os dias de coleta. Além disso, foi salientado para que não consumissem alimentos com alto teor de nitrato durante todo o período de intervenção.

2.6. Métodos e procedimentos utilizados

2.6.1. Avaliação da potência de membros inferiores

A fim de caracterizar da amostra, foi utilizado o teste *counter movement jump* (CMJ) para a mensuração da potência de membros inferiores. Para a realização, as voluntárias se posicionaram em cima de um tapete *Jump System Pro* (Cefise®) conectado a um computador com o software *Jump System*. com os pés afastados na largura do ombro e as mãos fixas na cintura, com o intuito de eliminar o auxílio dos membros superiores. Após o sinal do avaliador, as participantes realizavam uma rápida flexão de joelho e quadril seguida de uma brusca extensão desses segmentos visando alcançar – com um salto – a maior altura possível.

2.6.2. Teste de repetições máximas

Para a realização do protocolo de repetições máximas, as participantes fizeram um aquecimento geral de 5 minutos em uma bicicleta ergométrica (Ergo fit, plus167, cicle©) controlado com 50 watts de potência e 60 rotações por minuto.

Em seguida foram direcionadas para um aquecimento específico no exercício que iriam realizar o teste - agachamento, *leg 45* e cadeira extensora – respectivamente. Após o aquecimento, foi respeitado um intervalo de 2 minutos para iniciar o teste de repetições máximas para a predição de 1RM.

O teste seguiu a equação validada de Brzycki (2007) que consiste em um teste de repetições múltiplas até a falha, na qual a participante utiliza uma carga de treinamento habitual para realização de 7 a no máximo 10 repetições. Caso a participante realize menos do que 7 ou acima de 10 repetições, será dado um intervalo de 3 minutos e ocorrerá uma alteração na carga – diminuição ou aumento - para realizar novamente o teste. Se, em três tentativas a carga não for encontrada, o teste será feito em outro dia.

A partir dos dados obtidos – carga utilizado e quantidade de repetições feitas - foi utilizada a seguinte fórmula para o cálculo da carga máxima da voluntária em cada exercício para a mensuração daquele percentual que foi utilizado nos dias dos testes:

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

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

2.6.3. Avaliação da Composição Corporal

Para análise da massa corporal foi utilizada uma balança digital (Filizola®) com precisão de 100g e capacidade máxima de 200 quilos (kg), devidamente calibrada. O procedimento para a mensuração da massa corporal foi realizado com a avaliada descalça em posição anatômica correta, olhando para frente e com a cabeça no plano de Frankfurt, paralela ao solo.

Para a mensuração da estatura da participante, foi utilizado um estadiômetro acoplado na mesma balança, com precisão de 1 milímetro (mm). A participante se posicionou da mesma forma que a citada acima para a mensuração da massa corporal.

Além disso, a participante manteve as costas eretas, de modo que o occipital, o dorso, as nádegas e os calcanhares tocassem o antropômetro.

2.6.4. Administração da Suplementação

A intervenção foi feita de forma aguda de 1 dia e de forma crônica durante 6 dias, sendo o primeiro dia de suplementação, o dia da realização do teste agudo, ou seja, no terceiro encontro. Seguido dos outros 6 dias seguintes, finalizando no dia do quarto encontro, o dia do teste crônico.

A intervenção foi, de forma aleatória, o suco de beterraba rico em N03- saborizado de laranja, com 400mg de NO3- por dose – Beet IT 400 – FourLab Nutrition ou o placebo, que foi um suco de beterraba com baixa concentração de N03-.

2.6.5. Recordatório Alimentar 24h

O R24h foi feito no primeiro encontro por estudantes de Nutrição supervisionados por um professor. As análises dos dados recolhidos 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 a mesma composição de nutrientes, sendo 4g/kg de carboidratos, 1,6g/kg de proteínas e 1g/kg de gorduras. Foi recomendado que a dieta fosse seguida em todos os dias de teste, seja ele controle ou com intervenção, seja ela a suplementação de nitrato ou placebo.

2.6.6. Parâmetros hemodinâmicos

A aferição da PA foi feita por um monitor de pressão arterial automático (Omron®, Kyoto, Japão). Ela foi feita em todos os dias de coleta, exceto no dia da familiarização. As coletas foram feitas em repouso, imediatamente após a última série de cada exercício e após 5 minutos do término da sessão de teste.

Para a mensuração, as voluntárias estavam sentadas, com os pés apoiados no chão e o dorso recostado na cadeira. O braço esquerdo foi posicionado na altura do coração e as voluntárias foram orientadas a não falarem na hora da medida.

A FC foi coletada em repouso, imediatamente após o término da última série em cada um dos exercícios e após 5 minutos do final do teste.

Para isso, foi utilizado um dispositivo de monitoramento de FC (cinta para monitoramento cardíaco Garmin HRM dual®), que foi acoplado abaixo do osso esterno da participante, acompanhado de um relógio cardiofrequencímetro, que ficou no pulso do avaliador para realização da medição da FC.

Além disso, a partir dos dados coletados, foram utilizadas fórmulas para o cálculo do duplo produto (DP) e da pressão arterial média (PAM).

2.6.7. Lactato sanguíneo

Para a mensuração do lactato sanguíneo foi coletado 25 microlitros (μL) de sangue no dedo das voluntárias. Foram coletados uma vez no momento de repouso e após o término dos 3 dias experimentais – controle, agudo e crônico. Todos os procedimentos seguiam normas de segurança e higiene, com prévia realização da higiene com álcool no local a ser coletado. Além disso, os pesquisadores utilizavam luvas e o descarte era feito em lixos específicos para descarte de materiais biológicos. Para a mensuração foi utilizado o aparelho monitor *Accutrend plus kit* MG/DL (Roche®), que realiza a leitura por meio de fotometria empregando um algoritmo específico convertendo-a em uma concentração quantitativa de lactato.

2.6.8. Teste de contração voluntária isométrica

A CVI é um método que determina a quantificação da força muscular durante um momento de isometria, fornecendo os dados em unidades de quilogramas (KG) ou Newtons de força (Meldrum *et al.*, 2007).

Dito isso, neste estudo, a CVI foi realizada no *leg 45* a fim de determinar a força isométrica máxima antes e após 3 e 5 minutos do final da sessão do treinamento com o objetivo de verificar se a suplementação de nitrato tem um efeito protetor na perda de força após um protocolo extenuante de treinamento de força.

Para a realização deste teste, foi solicitado às voluntárias que se sentassem no aparelho para os devidos ajustes a sua anatomia, deixando as costas encostadas no banco e o joelho flexionado a 100° .

Após ajustar o ângulo de movimento correto, a carga do aparelho foi travada a uma corrente que se mantinha presa em uma célula de carga sem que a voluntária saísse da posição descrita acima. Além de que, foi fixada uma corrente abaixo do aparelho, dando uma volta por ele e travando-o. As correntes foram presas a um mosquetão que estava fixado a uma célula de carga Miograph (Miotec®, Equipamentos Biomédicos Ltda, Porto Alegre, Brasil) com capacidade de 500 Kg-f (Quilogramas-Força), conectada a um aparelho *notebook* que realizava a leitura da força aplicada através do software *MiotecSuite*®.

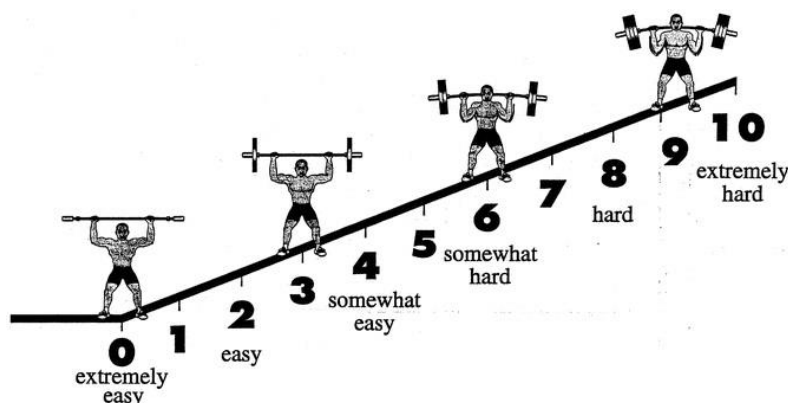
O resultado obtido foi interpretado da seguinte forma: quanto maior a força produzida no aparelho, maior será o valor numérico com a unidade de Kg-f.

2.6.9. Percepção Subjetiva de Esforço

A PSE foi mensurada pela escala de 0 a 10 (Figura 4) imediatamente após o término da última série da cadeira extensora. As participantes irão relatar o nível de esforço geral durante a sessão de treinamento, no qual 0 indica esforço mínimo, e 10 esforço máximo (Robertson *et al.*, 2003).

De forma adaptada, foi utilizada a mesma escala, no mesmo momento, para verificar o nível de esforço específico na musculatura treinada pela voluntária, nesse caso, na musculatura do quadríceps.

Figura 4 - Escala de PSE Adaptada para o TR



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

2.6.10. Ciclo Menstrual

Entende-se que o ciclo menstrual pode interferir no desempenho físico durante a prática de exercícios, em razão das variações alterações hormonais que ocorrem durante suas fases. Nessa lógica, visando uma menor diferenciação entre as voluntárias, o controle foi feito questionando-as em que fase se encontravam do ciclo, especialmente, em relação a data da menstruação. Assim, os dias experimentais foram iniciados, aproximadamente, 5 dias após o término da menstruação, na qual as voluntárias se encontravam na fase folicular. Além disso, foi questionado o uso ou não de remédios anticoncepcionais.

2.7. Análise Estatística

Para o cálculo do poder amostral, com o objetivo de estimar a quantidade necessária de voluntárias para representar um efeito real foi utilizado o software G*Power. Após as coletas, todos os dados foram tabulados utilizando planilhas no software Excel®. As análises estatísticas foram conduzidas no software Jamovi versão 2.6. As variáveis investigadas estão descritas utilizando a média como medida de

tendência central e o erro padrão como medida de variabilidade e foi adotado o nível de significância de $p < 0,05$.

Para testar a normalidade foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. Para todas as variáveis coletadas, as análises foram feitas de duas formas, intragrupos – comparando teste controle, agudo e crônico - e entre grupos – placebo e nitrato. Em ambas as abordagens, foi utilizado o teste *Anova* de medidas repetidas (ANOVA *two-way*) e a análise do tamanho do efeito (η^2) para verificar a dimensão dos resultados. A apresentação dos resultados foi feita por meio de tabelas confeccionados no software *Word*® 2010 e a elaboração dos gráficos foi feita no software *GraphPad Prism*® versão 8.0.2.

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.

Atividade Física - 2023. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/campanhas-da-saude/2023>>. Acesso em: 1 nov. 2025.

BARANAUSKAS, Marissa N. *et al.* Dietary nitrate supplementation and exercise-related performance. **Nutrition today**, v. 55, n. 5, p. 211–217, 2020.

BOISSEAU, Nathalie; ISACCO, Laurie. Substrate metabolism during exercise: Sexual dimorphism and women's specificities. **European journal of sport science: EJSS: official journal of the European College of Sport Science**, v. 22, n. 5, p. 672–683, 2022.

BRYAN, Julia *et al.* The effects of school bonding on high school seniors' academic achievement. **Journal of counseling and development: JCD**, v. 90, n. 4, p. 467–480, 2012.

BRYAN, Nathan S.; IVY, John 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.

CAMPBELL, S. E.; ANGUS, D. J.; FEBBRAIO, M. A. Glucose kinetics and exercise performance during phases of the menstrual cycle: effect of glucose ingestion. **American journal of physiology. Endocrinology and metabolism**, v. 281, n. 4, p. E817-25, 2001.

CHIRINOS, Julio A. *et al.* Heart failure, left ventricular remodeling, and circulating nitric oxide metabolites. **Journal of the American Heart Association**, v. 5, n. 10, 2016.

COGGAN, Andrew R. *et al.* Dietary nitrate-induced increases in human muscle power: high versus low responders. **Physiological reports**, v. 6, n. 2, p. e13575, 2018.

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.

FAIGENBAUM, Avery D. *et al.* Youth resistance training: updated position statement paper from the national strength and conditioning association. **Journal of strength and conditioning research**, v. 23, n. 5 Suppl, p. S60-79, 2009.

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

FRANKOVICH, R. J.; LEBRUN, C. M. Menstrual cycle, contraception, and performance. **Clinics in sports medicine**, v. 19, n. 2, p. 251–271, 2000.

GHIMIRE, Santosh R. et al. Life cycle assessment of domestic and agricultural rainwater harvesting systems. **Environmental science & technology**, v. 48, n. 7, p. 4069–4077, 2014.

HERZBERG, Simone D. et al. The effect of menstrual cycle and contraceptives on ACL injuries and laxity: A systematic review and meta-analysis. **Orthopaedic journal of sports medicine**, v. 5, n. 7, p. 2325967117718781, 2017.

HORD, Norman G.; TANG, Yaoping; BRYAN, Nathan 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.

HU, Hao et al. Genetics of intellectual disability in consanguineous families. **Molecular psychiatry**, v. 24, n. 7, p. 1027–1039, 2019.

HUGHAN, Kara S. *et al.* Effects of oral sodium nitrite on blood pressure, insulin sensitivity, and intima-media arterial thickening in adults with hypertension and metabolic syndrome. **Hypertension**, v. 76, n. 3, p. 866–874, 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.

KISSOW, Julie et al. Effects of follicular and luteal phase-based menstrual cycle resistance training on muscle strength and mass. **Sports medicine** (Auckland, N.Z.), v. 52, n. 12, p. 2813–2819, 2022.

KRAEMER, William J.; RATAMESS, Nicholas A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 36, n. 4, p. 674–688, 2004.

KRAEMER, William J.; RATAMESS, Nicholas A.; FRENCH, Duncan N. Resistance training for health and performance. **Current sports medicine reports**, v. 1, n. 3, p. 165–171, 2002.

LA SCALA TEIXEIRA, Cauê Vazquez; GOMES, Ricardo José. Treinamento resistido manual e sua aplicação na educação fí-sica. **Revista Brasileira de Fisiologia do exercício**, v. 15, n. 1, p. 23–35, 2022.

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.

LARSEN, Stian; KRISTIANSSEN, Eirik; VAN DEN TILLAAR, Roland. Effects of subjective and objective autoregulation methods for intensity and volume on enhancing maximal strength during resistance-training interventions: a systematic review. **PeerJ**, v. 9, n. e10663, p. e10663, 2021.

LESLIE-WUJASTYK, Mina; GIBSON-SMITH, Edward. Nutritional considerations for female rock climbers. **Journal of science in sport and exercise**, v. 7, n. 1, p. 28–39, 2025.

LI, Shaoxin et al. Novel compound heterozygous variants in ZNF526 causing Dentici-Novelli neurodevelopmental syndrome: A case report and literature review. **Molecular genetics & genomic medicine**, v. 13, n. 4, p. e70089, 2025.

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.

LONG, Dave. Comment on: Thompson et al. 2020.ukmeteotsunamis: a revision and update on events and their frequency. **Weather**, v. 76, n. 4, p. 137–139, 2021.

MA, Jun-Xia et al. Identification of DEAD-box RNA helicase DDX41 as a trafficking protein that involves in multiple innate immune signaling pathways in a zebrafish model. **Frontiers in immunology**, v. 9, n. 1327, 2018.

MATTOS, Mússio Pirajá et al. Validation of the Continuing Health Education Policy logical model in the Psychosocial Care Centers. **Ciencia & saude coletiva**, v. 28, n. 8, p. 2385–2402, 2023.

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

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

Olympic games, medals, results & latest news. Disponível em: <<https://www.olympics.com/en/>>. Acesso em: 1 nov. 2025.

PALLAVI, L. C.; D SOUZA, Urban John; SHIVAPRAKASH, G. Assessment of musculoskeletal strength and levels of fatigue during different phases of menstrual cycle in young adults. **Journal of clinical and diagnostic research: JCDR**, v. 11, n. 2, p. CC11–CC13, 2017.

PEDERSEN, Sigurd 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.

QIN, Junjie *et al.* A metagenome-wide association study of gut microbiota in type 2 diabetes. **Nature**, v. 490, n. 7418, p. 55–60, 2012.

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, Robert 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.

ROSCHER, Hamilton; TRICOLI, Valmor; UGRINOWITSCH, Carlos. Treinamento físico: considerações práticas e científicas. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 25, n. spe, p. 53–65, 2011.

SENEFELD, Jonathon 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. 2250–2261, 2020.

SONG, Peng; WU, Lei; GUAN, Wenxian. Dietary nitrates, nitrites, and nitrosamines intake and the risk of gastric cancer: A meta-analysis. **Nutrients**, v. 7, n. 12, p. 9872–9895, 2015

STATHAM, Georgie. Normative commitments, causal structure, and policy disagreement. *Synthese*, v. 197, n. 5, p. 1983–2003, 2020.

TENAN, Matthew S.; HACKNEY, Anthony C.; GRIFFIN, Lisa. Maximal force and tremor changes across the menstrual cycle. **European journal of applied physiology**, v. 116, n. 1, p. 153–160, 2016.

WAGNER, Janice D.; KAPLAN, Jay R.; BURKMAN, Ronald T. Reproductive hormones and cardiovascular disease mechanism of action and clinical implications. **Obstetrics and gynecology clinics of North America**, v. 29, n. 3, p. 475–493, 2002.

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

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, Kate A.; SPRIET, Lawrence 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.

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.

SEGUNDA PARTE

A segunda parte dessa dissertação consistirá nos resultados obtidos mediante a metodologia apresentada. A partir disso, foram elaborados dois artigos, intitulados como:

- ARTIGO 1 – Efeitos da Suplementação Aguda e Crônica de Nitrato no Desempenho Neuromuscular, na Percepção de Esforço e no Lactato em Mulheres Praticantes de Exercícios Resistidos.
- ARTIGO 2 – Influência da Suplementação Aguda e Crônica de Nitrato na Resistência Muscular e nos Fatores Hemodinâmicos em Mulheres Praticantes de Exercícios Resistidos.

ARTIGO 1 - EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA E CRÔNICA DE NITRATO NO DESEMPENHO NEUROMUSCULAR, NA PERCEPÇÃO DE ESFORÇO E NO LACTATO EM MULHERES PRATICANTES DE EXERCÍCIOS RESISTIDOS.

RESUMO

Introdução: O treinamento resistido (TR) tem sido reconhecido por promover benefícios fisiológicos e na melhoria do desempenho físico. Nas mulheres, entretanto, o desempenho é um pouco alterado devido a presença do ciclo menstrual no organismo. Visando a melhoria no desempenho, a suplementação de nitrato (NO_3^-) tem sido estudada como potencial recurso ergogênico. O NO_3^- é reduzido em nitrito (NO_2^-) e depois em óxido nítrico (NO), molécula associada a benefícios durante a prática de exercícios. No entanto, muitos desses estudos foram conduzidos em homens, em exercícios isolados e com a suplementação aguda. Assim, o objetivo desse estudo é avaliar a suplementação aguda e crônica no número de repetições realizadas na cadeira extensora, na contração voluntária isométrica pico (CVIP), no lactato sanguíneo e na percepção subjetiva de esforço (PSE) geral e específica em mulheres praticantes de TR.

Metodologia: Fizeram parte do estudo 21 participantes ($22,30 \pm 2,87$) do sexo feminino divididas entre o grupo nitrato (GN) ($n = 11$) e grupo placebo (GP) ($n = 10$). As voluntárias realizaram 4 visitas. A 1ª visita consistiu no protocolo de familiarização. Todas as demais seguiram o mesmo protocolo de teste experimental, sendo a 2ª o teste controle, a 3ª o teste com a suplementação aguda e a 4ª com a suplementação crônica. Foram utilizadas a estatística descritiva, o teste de Shapiro-Wilk e a ANOVA two-way para a comparação das condições estudadas, adotando-se o nível de significância de $p < 0.05$.

Resultados: Observou-se um aumento das repetições em ambos os grupos ao decorrer dos testes ($p < 0.003$), no entanto, não foram vistas diferenças entre eles ($p > 0.05$). Da mesma forma, não foram vistas diferenças na CVIP e na PSE geral e específica ($p > 0.05$). Foi observado um aumento significativo no lactato do momento repouso nos dois grupos para os demais dias pós-testes ($p < 0.007$), mas, sem diferenças entre as condições experimentais ($p > 0.05$).

Conclusão: A suplementação de nitrato não promoveu efeitos ergogênicos sobre o desempenho físico, lactato e PSE. Isso sugere que os efeitos podem depender do tipo de exercício e de características fisiológicas do indivíduo. Estudos posteriores com maior controle do ciclo menstrual e da concentração plasmática de NO_2^- e NO são recomendados para melhor compreensão dos resultados.

Palavras-chave: treinamento resistido; mulheres; nitratos; óxido nítrico; esforço físico

ABSTRACT

Introduction: Resistance training (RT) has been shown to promote physiological benefits and improve physical performance. In women, however, performance is somewhat altered due to the presence of the menstrual cycle in the body. With the aim of improving performance, nitrate (NO₃⁻) supplementation has been studied as a potential ergogenic aid. NO₃⁻ is reduced to nitrite (NO₂⁻) and then to nitric oxide (NO), a molecule associated with benefits during exercise. However, many of these studies were conducted on men, in isolated exercises, and with acute supplementation. Thus, the objective of this study is to evaluate the acute and chronic supplementation on the number of repetitions performed on the leg extension machine, peak isometric voluntary contraction (PIVC), blood lactate, and general and specific rating of perceived exertion (RPE) in women practicing RT. **Methodology:** The study included 21 female participants (22,3- ± 2,87) divided between the nitrate group (NG) (n = 11) and the placebo group (PG) (n = 10). The volunteers conducted 4 visits. The first visit consisted of the familiarization protocol. All the others followed the same experimental testing protocol, with the 2nd being the control test, the 3rd the test with acute supplementation, and the 4th with chronic supplementation. Descriptive statistics, the Shapiro-Wilk test, and two-way ANOVA were used to compare the studied conditions, adopting a significance level of $p < 0.05$. **Results:** An increase in repetitions was observed in both groups throughout the tests ($p > 0.003$), however, no differences were observed between them ($p > 0.05$). Similarly, no differences were seen in overall and specific CVIP and PSE ($p > 0.05$). A significant increase in lactate from the resting period was observed in both groups for the remaining post-test days ($p < 0.007$), but with no differences between the experimental conditions ($p > 0.05$). **Conclusion:** Nitrate supplementation did not promote ergogenic effects on physical performance, lactate, and RPE. This suggests that the effects may depend on the type of exercise and the individual's physiological characteristics. Further studies with greater control of the menstrual cycle and plasma concentrations of NO₃⁻ and NO₂⁻ are recommended for a better understanding of the results.

Keywords: resistance training; women; nitrates; nitric oxide; physical exertion

1. INTRODUÇÃO

O TR tem sido amplamente reconhecido por praticantes de exercícios devido a seus diversos benefícios em mecanismos fisiológicos e na saúde (Paluch *et al.*, 2024). Além de promover esses benefícios, pesquisas científicas comprovam que a prática contínua e sistematizada ocasiona em melhorias no desempenho físico, como o aumento da força e resistência muscular (Sharma *et al.*, 2023; Wang *et al.*, 2023).

O desempenho durante a prática de TR depende de fatores neuromusculares, fisiológicos e metabólicos. Nesse contexto, faz-se importante destacar uma diferença no organismo das mulheres – o ciclo menstrual. Ele causa alterações nos níveis hormonais em suas diferentes fases, o que pode ocasionar em menor ou maior motivação para a realização do treinamento, maior propensão a lesões e outros fatores que acarretam em mudanças no desempenho (Leslie-Wujastyk; Gibson-Smith, 2024).

Nessa lógica, há um crescente interesse pela busca de suplementos alimentares para otimizar o desempenho físico durante a prática de TR. Assim, o nitrato (NO₃-) aparece como um dos 5 suplementos reconhecidos pelo Comitê Olímpico Internacional (COI) com base em evidências científicas consistentes (Poon *et al.*, 2025). O NO₃- é reduzido em NO₂- e depois em óxido nítrico (NO), que vem sendo estudado em relação aos seus efeitos na melhoria do desempenho físico, por exemplo, na função contrátil do músculo esquelético (Sim *et al.*, 2021).

Embora exista estudo que mostre os benefícios da suplementação de nitrato em exercícios aeróbicos (Bock *et al.*, 2022), os resultados em TR ainda são inconsistentes. Outro fator é que grande parte dos estudos são realizados com homens (Todorovic *et al.*, 2021), havendo lacunas em relação ao efeito do NO₃ em mulheres. A suplementação crônica também é pouco vista na literatura, visto que os estudos focam em testar a suplementação aguda. Além disso, os estudos avaliam o desempenho físico em um único exercício (Ranchal-Sanchez *et al.*, 2020), o que não corresponde a realidade de TR, que são realizados mais de um exercício na sessão de treino.

Nesse contexto, os objetivos desse estudo foram avaliar os efeitos da suplementação aguda e crônica de nitrato no desempenho físico, na concentração de lactato sanguíneo e na percepção subjetiva de esforço (PSE) de mulheres praticantes de TR em uma sessão completa de treinamento.

2. MATERIAS E MÉTODOS

2.1. Amostra

Fizeram parte desse estudo 21 participantes ($22,7 \pm 2,87$ anos) do sexo feminino com experiência prática ($1,20 \pm 0,20$ anos) de TR e que treinassem, no mínimo, 3 vezes por semana. Além disso, a não utilização de suplementação e a ausência de lesões foram critérios para integrarem o estudo. As voluntárias foram divididas em dois grupos – grupo nitrato (GN) (n = 11) e grupo placebo (GP) (n = 10).

2.2. Desenho experimental

A presente pesquisa foi conduzida em um caráter experimental, exploratório, randomizado, duplo-cego e controlado por placebo. Todas as coletas foram realizadas na academia do Departamento de Educação Física, localizada na Universidade Federal de Lavras, no estado de Minas Gerais, na cidade de Lavras. O projeto foi submetido, avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Lavras, com o protocolo de número CAAE: 67603023.0.0000.5148. Além disso, todas as participantes foram informadas sobre os objetivos do estudo, protocolos e procedimentos da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo de Autorização de Imagem (TAI).

A figura 1 demonstra o desenho experimental que foi seguido durante o estudo. Ao todo, foram realizadas 4 visitas. No primeiro dia (familiarização), as voluntárias assinaram o TCLE, o TAI e foram submetidas a avaliação física. Após realizada esses protocolos, foi realizado o teste de repetições máximas (Brzycki., 2007) a fim de prever o 1RM para quantificar as cargas que seriam usadas nos exercícios do agachamento, do *leg* 45 e da cadeira extensora nos demais dias de coleta.

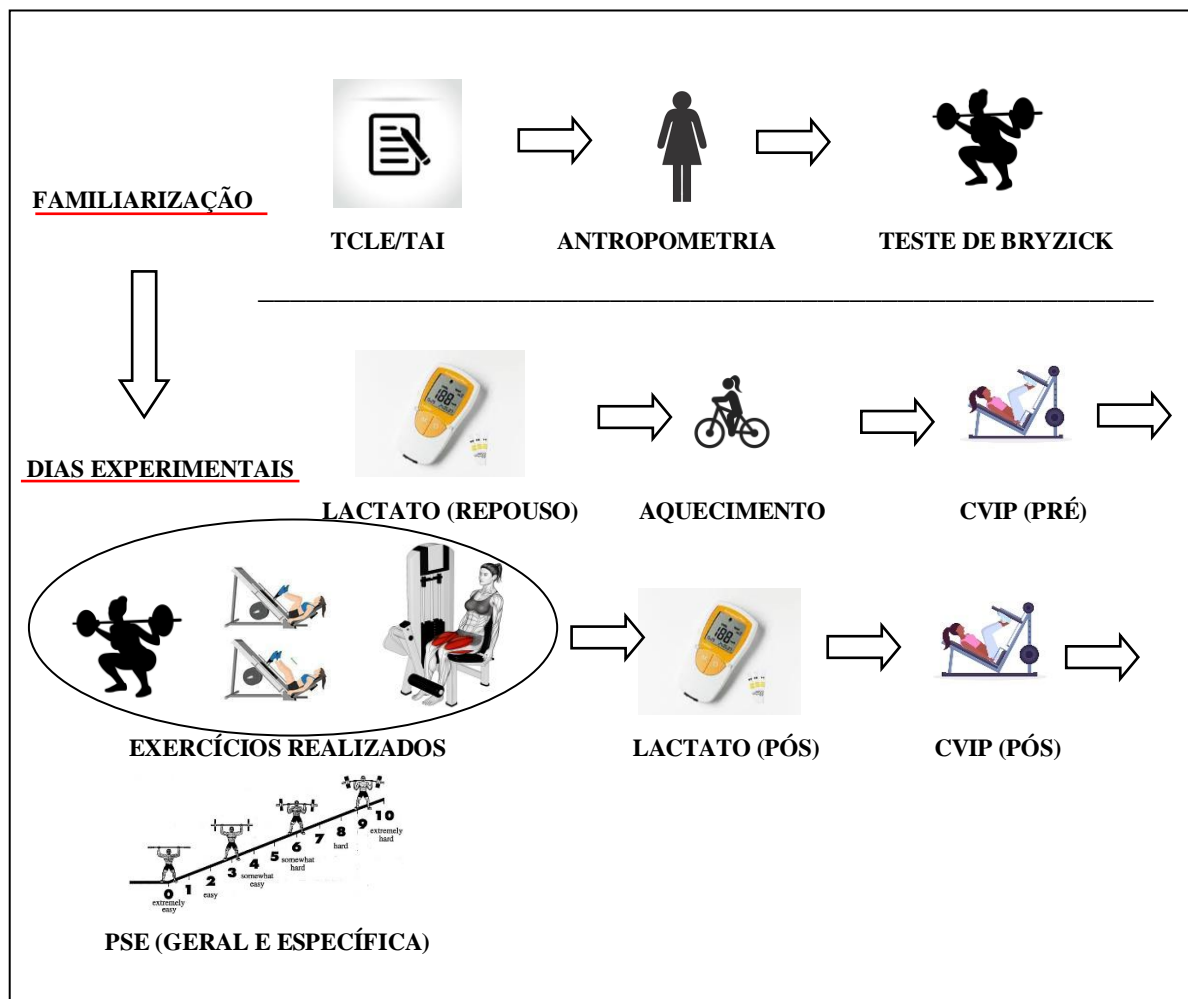
A contar da segunda visita, o mesmo protocolo foi seguido em todos os dias. O que as difere é a ingestão da suplementação de nitrato ou placebo, que ocorreu de forma aguda 2:30h antes do teste na terceira visita e de forma crônica com 6 dias de ingestão na quarta visita, sendo que no segundo dia foi realizado o teste controle.

O protocolo de teste foi sistematicamente respeitado e controlado pela porcentagem de carga utilizada, quantidade de repetições e tempo de intervalo, conforme descrito abaixo:

- Aquecimento geral: realizado em um cicloergômetro (Ergo fit, plus167, cycle©) controlado com 50 watts de potência e a cadência de 60 pedaladas por minuto durante 5 minutos.
- Aquecimento específico: 2 séries de 10 repetições (2x10) com 40% de 1RM no exercício agachamento com intervalo de 1:30 minutos entre as séries.
- 4 séries de 12 repetições (4x12) com 60% de 1RM no exercício agachamento com intervalo de 1:30 minutos entre as séries.
- 4 séries de 12 repetições (4x12) com 60% de 1RM no exercício *leg 45* com intervalo de 1:30 minutos entre as séries.
- 3 séries de 12 repetições (4x12) com 60% de 1RM no exercício cadeira extensora com intervalo de 1:30 minutos entre as séries.
- 2 séries de repetições máximas, iniciando a 75% de 1RM no exercício da cadeira extensora realizando dois *drop-sets* de 15% da carga com intervalo de dois minutos entre as séries.
- Entre o término da última série de um exercício e o início do próximo foi respeitado um intervalo de 2 minutos.

Os fatores neuromusculares mensurados em todos os dias foram a CVIP pré-teste e após 5 minutos do término da sessão e para medir a resistência muscular, foi utilizado o número de repetições totais realizadas nas duas últimas séries da cadeira extensora realizando dois *drops-sets* de 15 da carga. Como marcador de esforço metabólico foi medido o lactato pré-teste e imediatamente após o término da última série da cadeira extensora. Para mensurar o grau de esforço subjetivo foi utilizada o PSE geral e específica ao final da sessão.

Figura 1 – Desenho Experimental



Fonte: Do Autor (2025)

2.3. Protocolos utilizados

2.3.1. 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 de 210cm de altura e precisão de 1mm. Para avaliação da composição corporal, foi utilizado o método das 7 dobras de Pollock (Jackson e Pollock., 1978). utilizando o Adipômetro Digital Científico Dgi Prime Vision Prime Med®.

2.3.2. Counter Movement Jump

A fim de caracterizar da amostra, esse teste foi utilizado para a mensuração da potência de membros inferiores. Para a realização, as voluntárias se posicionaram em cima de um tapete *Jump System Pro* (Cefise®) conectado a um computador com o software *Jump System* com os pés afastados na largura do ombro e as mãos fixas na

cintura, com o intuito de eliminar o auxílio dos membros superiores. Após o sinal do avaliador, as participantes realizavam uma rápida flexão de joelho e quadril seguida de uma brusca extensão desses segmentos visando alcançar – com um salto – a maior altura possível.

2.3.3. Recordatório Alimentar 24h

O R24h foi feito no dia da familiarização por estudantes do curso de Nutrição sob supervisão de um docente da instituição. 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 a mesma composição nutricional padronizada, composta por 4g/kg de carboidratos, 1,6g/kg de proteínas e 1g/kg de gorduras. 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.

2.3.4. Administração da Suplementação

A intervenção foi, de forma aleatória, o suco de beterraba rico em N03- saborizado de laranja, com 400mg de NO3- por dose – Beet IT 400 – FourLab Nutrition ou o placebo, que foi um suco de beterraba com baixa concentração de N03-.

2.3.5. Teste de repetições máximas

Para a realização do protocolo de repetições máximas, as participantes fizeram um aquecimento geral e específico em cada um dos exercícios, de forma idêntica ao do protocolo dos dias experimentais, conforme descrito acima. Após o aquecimento, foi respeitado um intervalo de 2 minutos para iniciar o teste de repetições máximas para a predição de 1repetição máxima (RM).

O teste seguiu a equação validada de Brzycki (2007) que consiste em um teste de repetições múltiplas até a falha, na qual a participante utiliza uma carga de treinamento habitual para realização de 7 a no máximo 10 repetições. Caso a participante realize menos do que 7 ou acima de 10 repetições, será dado um intervalo de 3 minutos e ocorrerá uma alteração na carga – diminuição ou aumento - para realizar novamente o teste. Se, em três tentativas a carga ideal não for encontrada, o teste é feito em outro dia.

A partir dos dados obtidos – carga utilizado e quantidade de repetições feitas - foi utilizada a seguinte fórmula para o cálculo da carga máxima da voluntária em cada exercício para a mensuração do percentual que foi utilizado nos dias dos testes:

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

2.3.6. Contração Voluntária Isométrica Pico

A CVIP foi realizada no aparelho *leg 45* a fim de determinar a força isométrica máxima antes e após 5 minutos do final da sessão do treinamento. Para a sua realização foi solicitado às voluntárias que se sentassem no aparelho para os devidos ajustes a sua anatomia, deixando as costas encostadas no banco e o joelho flexionado a 100°.

Após ajustar o ângulo de movimento correto, a carga do aparelho foi travada a uma corrente que se mantinha presa em uma célula de carga sem que a voluntária saísse da posição descrita acima. Além disso, foi fixada uma corrente abaixo do aparelho, dando uma volta por ele e travando-o. As correntes foram presas a um mosquetão que estava fixado a uma célula de carga Miograph (Miotec®, Equipamentos Biomédicos Ltda, Porto Alegre, Brasil) com capacidade de 500 Kg-f (Quilogramas-Força), conectada a um aparelho *notebook* que realizava a leitura da força aplicada através do software *MiotecSuite®*.

2.3.7. Lactato

Para a mensuração do lactato sanguíneo foi coletado 25 microlitros (µL) de sangue no dedo das voluntárias. Foram coletados uma vez no momento de repouso e após o término dos 3 dias experimentais – controle, agudo e crônico. Todos os procedimentos seguiam normas de segurança e higiene, com prévia realização da higiene com álcool no local a ser coletado. Além disso, os pesquisadores utilizavam luvas e o descarte era feito em lixos específicos para descarte de materiais biológicos. Para a mensuração foi utilizado o aparelho monitor *Accutrend plus kit* MG/DL (Roche®), que realiza a leitura por meio de fotometria empregando um algoritmo específico convertendo-a em uma concentração quantitativa de lactato dada em mmol/L.

2.3.8. Percepção Subjetiva de Esforço

A PSE foi mensurada pela escala de 0 a 10 imediatamente após o término da última série da cadeira extensora. As participantes irão relatar o nível de esforço geral durante a sessão de treinamento, no qual 0 indica esforço mínimo, e 10 esforço máximo (Robertson *et al.*, 2003).

2.3.9. Ciclo menstrual

Entende-se que o ciclo menstrual pode interferir no desempenho físico durante a prática de exercícios, em razão das variações alterações hormonais que ocorrem durante suas fases. Nessa lógica, visando uma menor diferenciação entre as voluntárias, o controle foi feito questionando-as em que fase se encontravam do ciclo, especialmente, em relação a data da menstruação. Assim, os dias experimentais foram iniciados, aproximadamente, 5 dias após o término da menstruação, na qual as voluntárias se encontravam na fase folicular. Além disso, foi questionado o uso ou não de remédios anticoncepcionais.

2.3.10. Análise estatística

Para o cálculo do poder amostral, com o objetivo de estimar a quantidade necessária de voluntárias para representar um efeito real foi utilizado o software G*Power. Após as coletas, todos os dados foram tabulados utilizando planilhas no software *Excel*®. As análises estatísticas foram conduzidas no software *Jamovi* versão 2.6. As variáveis investigadas estão descritas utilizando a média como medida de tendência central e o erro padrão como medida de variabilidade e foi adotado o nível de significância de $p < 0,05$.

Para testar a normalidade foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. Para todas as variáveis coletadas, as análises foram feitas de duas formas, intragrupos – comparando teste controle, agudo e crônico - e entre grupos – placebo e nitrato. Em ambas as abordagens, foi utilizado o teste *Anova* de medidas repetidas (ANOVA *two-way*) e a análise do tamanho do efeito (n^2) para verificar a dimensão dos resultados. A apresentação dos resultados foi feita por meio de tabelas confeccionados no software *Word*® 2010 e a elaboração dos gráficos foi feita no software *GraphPad Prism*® versão 8.0.2.

3. RESULTADOS

Os resultados do presente estudo estão apresentados a seguir. Estes estão apresentados em tabelas e gráficos, contemplando, respectivamente, a caracterização da amostra, a resistência muscular, a CVIP, os níveis de lactato e da PSE geral e específica.

A tabela 1 demonstra os dados antropométricos da amostra, contendo a potência de membros inferiores, o tempo de experiência em TR e a carga utilizada no exercício da cadeira extensora.

Tabela 1 – Caracterização da amostra

| Medidas | Grupo | Valores |
|--------------------------------------|---------|----------------|
| Idade (anos) | Nitrato | 21,3 ± 2,25 |
| | Placebo | 23,1 ± 3,14 |
| Massa corporal (Kg) | Nitrato | 62,0 ± 9,25 |
| | Placebo | 59,8 ± 7,23 |
| Estatura (m) | Nitrato | 1,61 ± 0,04 |
| | Placebo | 1,63 ± 0,03 |
| Gordura corporal (%) | Nitrato | 25,6 ± 3,76 |
| | Placebo | 22,2 ± 4,74 |
| Potência de membros inferiores (CMJ) | Nitrato | 19,8 ± 3,56 |
| | Placebo | 27,9 ± 7,43 |
| Tempo de experiência em TR (anos) | Nitrato | 1,33 ± 0,20 |
| | Placebo | 1,00 ± 0,20 |
| 1RM na cadeira extensora | Nitrato | 130,00 ± 8,09 |
| | Placebo | 132,00 ± 16,70 |
| 75% de 1RM na cadeira extensora | Nitrato | 97,70 ± 5,97 |
| | Placebo | 98,9 ± 12,50 |

3.1. Resistência Muscular

O número de repetições alcançadas nas primeiras e segundas séries, bem como as repetições totais realizadas em cada dia de teste por ambos os grupos – GN e GP estão apresentadas na tabela 2. Ao realizar a comparação intergrupos, verificou-se que não houve diferenças significativas. No entanto, ao analisar de forma intragrupos percebeu-se um aumento no número de repetições totais com a intervenção aguda e crônica nos dois grupos comparando-se com o controle (GN controle: 32,1 ± 10,0;

agudo: $39,4 \pm 11,2$; crônico: $44,5 \pm 7,34$. GP controle: $29,7 \pm 12,3$; agudo $38,0 \pm 14,1$; crônico: $34,1 \pm 16,6$) Ademais, houve melhorias significativas nos grupos GN e GP nas primeiras séries nos dias experimentais agudo e crônico em relação à 1ª série do dia do teste controle (GN controle: $17,3 \pm 6,23$; agudo: $21,6 \pm 6,12$; crônico: $29,4 \pm 4,09$. GP controle: $15,5 \pm 7,14$; agudo: $21,0 \pm 8,98$; crônico: $24,5 \pm 10,3$). Analisando a segunda série, verificou-se um aumento em ambos os grupos apenas no dia da intervenção crônica comparando-se com o teste controle (GN controle: $14,8 \pm 4,26$; crônico: $20,5 \pm 4,63$. GP controle: $14,2 \pm 5,39$; crônico: $18,6 \pm 7,29$).

Tabela 2 – Número de Repetições Realizadas na Cadeira Extensora

| Séries | Grupo | Controle | Agudo | Crônico |
|--------|---------|-----------------|-------------------|-------------------|
| 1 | Nitrato | $17,3 \pm 6,23$ | $21,6 \pm 6,12^a$ | $24,9 \pm 4,09^b$ |
| | Placebo | $15,5 \pm 7,14$ | $21,0 \pm 8,98^a$ | $24,5 \pm 10,3^b$ |
| 2 | Nitrato | $14,8 \pm 4,26$ | $17,7 \pm 5,16$ | $20,5 \pm 4,63^c$ |
| | Placebo | $14,2 \pm 5,39$ | $16,0 \pm 5,44$ | $18,6 \pm 7,29^c$ |
| Total | Nitrato | $32,1 \pm 10,0$ | $39,4 \pm 11,2^d$ | $44,5 \pm 7,34^e$ |
| | Placebo | $29,7 \pm 12,3$ | $38,0 \pm 14,1^d$ | $34,1 \pm 16,6^e$ |

^a Diferenças significativas intragrupos da primeira série do teste agudo para o teste controle para ambos os grupos: GN: $p = 0.016$; GP: $p = 0.003$;

^b Diferenças significativas intragrupos da primeira série do teste crônico para o teste controle para ambos os grupos: GN e GP: $p < 0.001$;

^c Diferenças significativas intragrupos da segunda série do teste crônico para o teste controle para ambos os grupos: GN: $p = 0.001$; GP: $p = 0.022$;

^d Diferenças significativas intragrupos do número de repetições totais do teste agudo para o teste controle para ambos os grupos: GN: $p = 0.003$; GP: $p = 0.005$;

^e Diferenças significativas intragrupos do número de repetições totais do teste crônico para o teste controle para ambos os grupos: GN e GP: $p < 0.001$.

3.2. Contração Voluntária Isométrica Pico

Os dados da CVIP realizadas pré-teste e após 5 minutos do término da realização da sessão estão apresentadas na tabela 3. Embora a média de força realizada seja menor no teste pós 5 minutos devido a um cansaço muscular, não foram encontradas diferenças significativas intragrupos e intergrupos ($p > 0.05$).

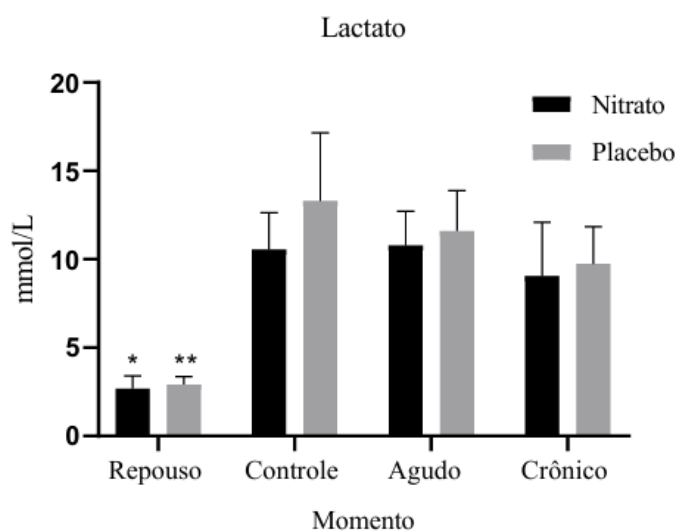
Tabela 3 – Valores da CVIP

| Momento | Grupo | Controle | Agudo | Crônico |
|---------------|---------|--------------|--------------|-------------|
| Pré-teste | Nitrato | 93,5 ± 36,6 | 90,5 ± 41,4 | 85,3 ± 34,0 |
| | Placebo | 110,0 ± 37,4 | 101,0 ± 40,2 | 99,2 ± 39,7 |
| Pós 5 minutos | Nitrato | 71,8 ± 32,5 | 70,9 ± 33,7 | 68,3 ± 32,2 |
| | Placebo | 85,5 ± 33,2 | 73,0 ± 35,0 | 84,4 ± 51,5 |

3.3. Lactato

O lactato sanguíneo em repouso e nos momentos pós-teste de cada um dos dias – controle, agudo e crônico – estão apresentados no gráfico 1. Não foram encontradas diferenças significativas entre o GN e GP. No entanto, foram vistas diferenças significativas dentro do GN ($p < 0.007$) no momento repouso para os demais dias (repouso: $2,69 \pm 0,71$; controle: $10,6 \pm 1,08$; agudo: $10,8 \pm 1,94$; crônico: $9,05 \pm 3,04$). Da mesma forma ocorreram diferenças significativas dentro do GP ($p < 0.001$) no momento repouso para os demais dias (repouso: $2,93 \pm 0,42$; controle: $13,1 \pm 3,61$; agudo: $11,6 \pm 2,29$; crônico: $9,74 \pm 2,10$).

Gráfico 1 – Níveis de Lactato Sanguíneo



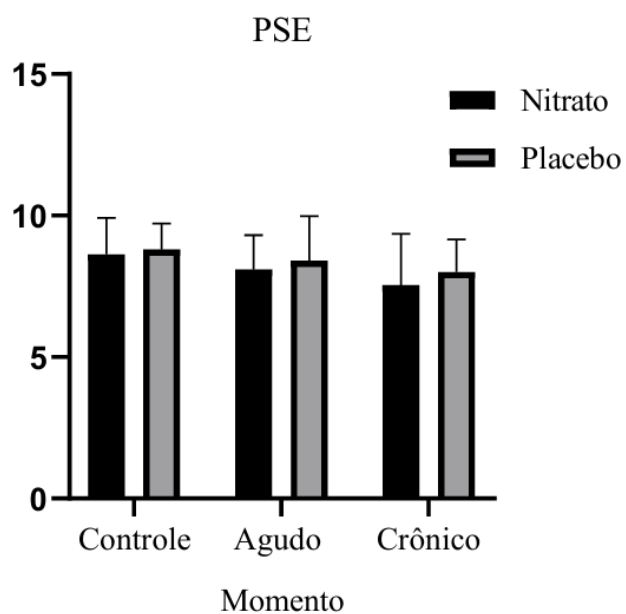
* Diferenças significativas do lactato em repouso para os demais dias experimentais no GN ($p < 0.007$).

** Diferenças significativas do lactato em repouso para os demais dias experimentais no GP ($p < 0.001$).

3.4. Percepção Subjetiva de Esforço

Na figura 2 são apresentados os dados referentes a PSE nos GN e GP. Não foram encontradas diferenças significativas entre as condições e nem intragrupos ($p > 0.05$).

Figura 2 – Valores da PSE



4. DISCUSSÃO

O presente estudo investigou os efeitos da suplementação aguda e crônica de nitrato no desempenho físico, no lactato sanguíneo e no PSE geral e específico em mulheres praticantes de exercícios resistidos. Os achados demonstraram que ambos os grupos aumentaram o número de repetições realizadas na cadeira extensora nos demais testes experimentais – agudo e crônico – em comparação com o teste controle, no entanto, não houve diferença entre as condições. O nível de lactato foi significativamente maior em todos os dias pós-testes em comparação ao momento em repouso, mas não diferiu entre os grupos. Não foram encontradas diferenças significativas na CVIP e na PSE.

Em relação ao número de repetições, considerando que os dois grupos melhoraram de forma semelhante, não se confirma que a suplementação de NO₃⁻ teve influência na resistência muscular. Isso, confirma o estado da arte da atual literatura, visto que são vistos resultados divergentes no que diz respeito aos resultados da suplementação de NO₃⁻ em TR (Tan *et al.*, 2022; Sanchez *et al.*, 2020).

Relacionando-se a essa divergência, de acordo com uma pesquisa recente, as fibras musculares do tipo II podem ser mais afetadas pela suplementação de NO₃⁻, o que poderia acarretar em um melhor desempenho físico em TR (Tan *et al.*, 2025). Todavia, o estudo realizado por Nuzzo (2024) concluiu que as mulheres possuem mais fibras do tipo I em seu organismo. Apoiando-se a isso, e a insensibilidade das fibras tipo I podem ter ocasionado essas faltas de benefícios adicionais no público feminino.

Além disso, é importante destacar que todos os estudos citados acima como efeito comparador foram conduzidos exclusivamente com homens. Com isso, a comparação pode se tornar um pouco inadequada considerando as diferenças fisiológicas do organismo feminino (Meignié *et al.*, 2021).

Em relação as diferenças fisiológicas no organismo feminino, o ciclo menstrual é um fator que está altamente relacionado com o desempenho físico de acordo com cada fase. Essas implicações ocorrem devido as variações dos hormônios endógenos ao decorrer do ciclo, como estrogênio e progesterona (Leslie-Wujastyk; Gibson-Smith, 2024). O estrogênio é retratado na literatura como um hormônio anabólico e que melhoraria desempenho, por outro lado, um alto nível de progesterona o inibe, contribuindo negativamente para a prática de exercícios (Oosthuyse; Strauss; Hackney, 2023).

Atentando-se a isso, no atual estudo os testes foram realizados na fase folicular, na qual se vê altos níveis de estrogênio e baixos níveis de progesterona, visando diminuir os impactos negativos e buscar o pico de desempenho. Embora não tenha sido controlado de forma objetiva, não foram vistas implicações em decorrência do ciclo menstrual.

Nessa lógica, o estudo de Jurado-Castro *et al.*, (2022) foi conduzido somente com mulheres, sendo um melhor balizador para efeito de comparação. Eles encontraram diferenças significativas no número de repetições na cadeira extensora. Porém, essa diferença foi vista ao utilizar 50% de 1RM, o que pode estar relacionado a um maior recrutamento de fibras do tipo I. Além disso, a média de 1RM ($84,28 \pm 14,39$) da amostra foi menor do que a do presente estudo (GN: $130,00 \pm 8,09$; GP: $132,00 \pm 16,70$), o que pode indicar um efeito com menores intensidades de treinamento e maiores volumes ou maiores efeitos da suplementação em indivíduos menos treinados. Levando em conta a última hipótese apresentada, o estudo Gonzalez *et al.*, (2023) apresentou que indivíduos menos treinados podem sofrer mais efeitos da suplementação de NO₃⁻.

No que se refere ao outro fator neuromuscular avaliado, não se obteve diferenças significativas na CVIP. Não são encontrados na literatura muitos estudos com a suplementação de NO₃⁻ que avaliam força isométrica de forma semelhante a do atual estudo. Porém, o estudo de (Wang, Lijun *et al.*, 2025) também avaliou a CVIP nos músculos flexores do joelho de atletas masculinos de fisiculturismo e também não foram vistas diferenças significativas na força. No entanto, eles verificaram uma melhoria na resistência, o que pode indicar que o NO₃⁻ otimize os processos de recuperação ao invés de atuar diretamente na força.

Referindo-se ao lactato, embora tenham sido encontradas aumentos significativos nas concentrações comparando a mensuração em repouso com a mensuração ao final de cada dia experimental, não foram observadas diferenças entre os grupos nos momentos pós-testes. Isso afirma que a utilização de oxigênio e/ou a capacidade de trabalho não sofreram influência da suplementação de NO₃⁻.

De forma distinta, o estudo de Kavci *et al.*, (2025) testou a suplementação de NO₃⁻ no desempenho anaeróbico de mulheres praticantes de taekwondo utilizando os métodos de agilidade *Wingate* e *Shuttle* e encontraram diferenças nas concentrações de lactato ao usar a suplementação em comparação com o momento sem suplementação. Mesmo que o público e os testes utilizados terem sido diferentes do atual estudo – o que

impede a comparação precisa - foram encontrados resultados opostos. O que faz que novas pesquisas que avaliem o lactato sejam necessárias para obter hipóteses mais robustas.

É importante destacar que há uma manutenção do lactato quando se considera as concentrações após os testes experimentais – controle, agudo e crônico – mesmo que tenha ocorrido um aumento no número de repetições totais. Logo, com um melhor desempenho muscular, foi mantido o lactato, o que pode indicar um efeito otimizador de recuperação (Esen *et al.*, 2024). Porém, isso também ocorreu no GP, o que pode indicar um efeito de aprendizagem e familiarização com o teste, mantendo-se o nível de esforço.

No que se concerne aos aspectos psicofisiológicos, não foram vistas diferenças significativas no PSE geral e específico intragrupos e entre os grupos. Tal fato pode indicar que a suplementação de NO₃⁻ não indica uma diferença nessa questão. Em outra perspectiva, o estudo de Sacramento *et al.*, (2024) utilizaram a suplementação de nitrato em exercícios de alta intensidade e encontraram um nível de PSE geral significativamente menor para o grupo com a suplementação de NO₃⁻.

Considerando que melhorias nos aspectos psicofisiológicos podem induzir a melhores respostas neuromusculares, é importante ressaltar que a manutenção da PSE vista na atual pesquisa pode indicar um resultado positivo. Pois, nos testes agudo e crônico ocorreu uma melhoria no desempenho – maior número de repetições - com a mesma resposta para a escala subjetiva de esforço.

Algumas possíveis limitações metodológicas são vistas no atual estudo. Primeiramente, a falta de treinamento e prática das voluntárias para a resposta da escala da PSE, o que pode ter influenciado no resultado dessa variável. Em segundo lugar, não foi mensurada a concentração plasmática de NO₂⁻ e NO, o que poderia ter confirmado se houve aumento ao ingerir a suplementação, principalmente, de forma crônica. Ainda, o fato de as fases do ciclo menstrual não terem sido controladas de forma objetiva podem ter influenciado as variáveis de desempenho.

5. CONCLUSÃO

Os resultados apresentados demonstram que a suplementação de NO₃⁻, embora tenha ocorrido um aumento no número de repetições em ambos os grupos ao longo das sessões, não produziu benefícios ergogênicos adicionais ao comparada com o placebo. De forma análoga, não foram encontradas diferenças significativas na CVIP, no lactato e na PSE em decorrência do NO₃⁻. Isso, pode sugerir que a suplementação de NO₃⁻ possa não exercer influência relevante no desempenho físico em mulheres durante a prática de TR. Fatores como a duração do exercício – predomínio do metabolismo anaeróbico - e a predominância de fibras do tipo I nas mulheres podem ter ocasionado essas faltas de benefícios adicionais.

Considerando esses resultados, são necessárias futuras pesquisas na área para elucidar o uso do NO₃⁻ nesse tipo de exercício. Algumas recomendações para isso são o controle objetivo do ciclo menstrual, a fim de diminuir os impactos da variação hormonal decorrente dele. Além disso, realizar a mensuração da concentração plasmática de NO₃⁻ e NO₂⁻ pode auxiliar na interpretação dos resultados, visto que, seria possível saber se houve aumento dessa concentração ao utilizar a suplementação em relação ao placebo.

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

REFERÊNCIAS

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.

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.

GONZALEZ, Adam 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.

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

KAVCI, Zafer *et al.* Investigation of the effect of nitrate and L-arginine intake on aerobic, anaerobic performance, balance, agility, and recovery in elite taekwondo athletes. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 22, n. 1, 2025.

LESLIE-WUJASTYK, Mina; GIBSON-SMITH, Edward. Nutritional considerations for female rock climbers. **Journal of science in sport and exercise**, v. 7, n. 1, p. 28–39, 2025.

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

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.

NUZZO, James L. *et al.* Resistance exercise minimal dose strategies for increasing muscle strength in the general population: An overview. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 54, n. 5, p. 1139–1162, 2024.

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**, 2022.

PALUCH, Amanda E. *et al.* Resistance exercise training in individuals with and without cardiovascular disease: 2023 update: A scientific statement from the American Heart Association. **Circulation**, v. 149, n. 3, 2024.

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.

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.

SANCHEZ, Catherine *et al.* Social media recruitment for mental health research: A systematic review. **Comprehensive psychiatry**, v. 103, n. 152197, p. 152197, 2020.

SHARMA, Satish *et al.* Correction: Sharma et al. Microbial biofilm: A review on formation, infection, antibiotic resistance, control measures, and innovative treatment. *Microorganisms* 2023, 11, 1614. **Microorganisms**, v. 12, n. 10, 2024.

SIM, Xiu Ling Jacqueline *et al.* Association of pain catastrophizing and depressive states with multidimensional early labor pain assessment in nulliparous women having epidural analgesia – A secondary analysis. **Journal of pain research**, v. 14, p. 3099–3107, 2021.

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.

TAN, Zhi Sen *et al.* Correction: Tan et al. A Systematic Review of the Effects of Caffeine on Basketball Performance Outcomes. *Biology* 2022, 11, 17. **Biology**, v. 11, n. 3, p. 444, 2022.

TODOROVIC, Nikola *et al.* A single-dose nitrate-producing dietary supplement affects cardiorespiratory endurance and muscular fitness in healthy men: A randomized controlled pilot trial. **SAGE open medicine**, v. 9, p. 20503121211036119, 2021.

WANG, Fan *et al.* A systematic review and meta-analysis of 90 cohort studies of social isolation, loneliness and mortality. **Nature human behaviour**, v. 7, n. 8, p. 1307–1319, 2023.

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, n. 1576712, 2025.

ARTIGO 2 - INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA E CRÔNICA DE NITRATO NA RESISTÊNCIA MUSCULAR E NOS FATORES HEMODINÂMICOS EM MULHERES PRATICANTES DE EXERCÍCIOS RESISTIDOS.

RESUMO

Introdução: O treinamento resistido (TR) é uma prática reconhecida e eficiente que promove benefícios físicos e hemodinâmicos. Nesse contexto, a busca por suplementos nutricionais se torna um recurso para otimizar os resultados. A suplementação de nitrato (NO_3^-) é uma dessas opções. O NO_3^- é reduzido em nitrito (NO_2^-) e em óxido nítrico (NO). O NO é associado a benefícios cardiovasculares durante a prática de exercícios. Porém, a maioria das pesquisas são feitas em homens e de forma aguda. Logo, o objetivo do atual estudo é avaliar os efeitos da suplementação aguda e crônica de NO_3^- sobre o desempenho físico e fatores hemodinâmicos em mulheres praticantes de TR.

Metodologia: Fizeram parte do estudo 21 participantes ($22,30 \pm 2,87$ anos) do sexo feminino divididas entre o grupo nitrato (GN) ($n = 11$) e grupo placebo (GP) ($n = 10$). As voluntárias realizaram 4 visitas. A 1^o visita consistiu no protocolo de familiarização. Todas as demais seguiram o mesmo protocolo de teste experimental, sendo a 2^a o teste controle, a 3^a o teste com a suplementação aguda e a 4^a com a suplementação crônica. As variáveis analisadas foram a número de repetições realizadas na cadeira extensora, a frequência cardíaca (FC), a pressão arterial média (PAM) e o duplo produto (DP). Foram utilizadas a estatística descritiva, o teste de Shapiro-Wilk e a ANOVA two-way para a comparação das condições estudadas, adotando-se o nível de significância de $p < 0.05$.

Resultados: Observou-se um aumento das repetições ambos os grupos ao decorrer dos testes ($p < 0.003$), no entanto, não foram vistas diferenças entre eles ($p > 0.05$). Da mesma forma, verificou-se um aumento da FC e do DP pós-teste em comparação ao repouso em todos os dias experimentais nos GN e GP ($p < 0.001$), mas, sem diferença entre os grupos ($p > 0.05$). Não foram vistas diferenças significativas na PAM entre os grupos e entre os momentos ($p > 0.05$).

Conclusão: A suplementação de NO_3^- não promoveu efeitos ergogênicos sobre o desempenho físico e nos fatores hemodinâmicos. Isso sugere que os efeitos do NO_3^- podem estar relacionados ao tipo de exercício e as características fisiológicas dos indivíduos. Futuras pesquisas devem realizar um maior controle do ciclo menstrual e da concentração plasmática de NO_2^- e NO para melhor elucidação dos resultados.

Palavras-chave: treinamento resistido; mulheres; nitratos; óxido nítrico; frequência cardíaca; pressão arterial

ABSTRACT

Introduction: Resistance training (RT) is a recognized and efficient practice that promotes physical and hemodynamic benefits. In this context, the search for nutritional supplements becomes a resource to optimize results. Nitrate (NO₃⁻) supplementation is one of those options. NO₃⁻ is reduced to nitrite (NO₂⁻) and nitric oxide (NO). NO is associated with cardiovascular benefits during exercise. However, most research is done on men and in an acute setting. Therefore, the objective of the current study is to evaluate the effects of acute and chronic NO₃⁻ supplementation on physical performance and hemodynamic factors in women practicing RT. **Methodology:** The study included 21 female participants (AGE) divided between the nitrate group (NG) (n = 11) and the placebo group (PG) (n = 10). The volunteers made 4 visits. The first visit consisted of a familiarization protocol. All the others followed the same experimental testing protocol, with the 2nd being the control test, the 3rd the test with acute supplementation, and the 4th with chronic supplementation. The variables analyzed were the number of repetitions performed on the leg extension machine, heart rate (HR), mean arterial pressure (MAP), and double product (DP). Descriptive statistics, the Shapiro-Wilk test, and two-way ANOVA were used to compare the studied conditions, adopting a significance level of $p < 0.05$. **Results:** An increase in repetitions was observed in both groups throughout the tests ($p < 0.003$), however, no differences were seen between them ($p > 0.05$). Similarly, an increase in post-test HR and DP was observed compared to rest on all experimental days in both the GN and GP groups ($p < 0.001$), but with no difference between the groups ($p > 0.05$). No significant differences were seen in MAP between groups or between time points ($p > 0.05$). **Conclusion:** NO₃⁻ supplementation did not promote ergogenic effects on physical performance or hemodynamic factors. This suggests that the effects of NO₃⁻ may be related to the type of exercise and the physiological characteristics of the individuals. Future research should involve more thorough monitoring of the menstrual cycle and plasma concentrations of NO₂⁻ and NO to better elucidate the results.

Keywords: resistance training; women; nitrates; nitric oxide; heart rate; arterial pressure

1. INTRODUÇÃO

O TR tem se consolidado como um programa eficiente para a melhoria da saúde relacionados a aspectos físicos, mas também a fatores hemodinâmicos (Wang, Xiaocui *et al.*, 2025). Além de promover benefícios físicos, tem sido importante para a eficiência do funcionamento cardiovascular, promovendo efeitos positivos na FC e na pressão arterial (PA) antes e após a prática de exercício (Polito; Dias; Papst, 2021).

Esses benefícios são observados em diferentes grupos populacionais, independente do sexo. No entanto, é importante considerar a diferença do ciclo menstrual no organismo feminino. Ele causa alterações nos níveis hormonais em suas diferentes fases, o que pode ocasionar em menor ou maior motivação para a realização do treinamento, maior propensão a lesões e outros fatores que, conseqüentemente, resultam em alterações no desempenho físico (Leslie-Wujastyk; Gibson-Smith, 2024).

Nesse sentido, durante a prática de TR, é normal que ocorram variações na FC e na PA, mais comumente de ocorrerem picos de aumentos com a intensidade do esforço seguido de uma recuperação (Lässing *et al.*, 2023). Nesse contexto, a utilização de recursos ergogênicos que atuam na regulação de fatores hemodinâmicos, podem contribuir diretamente para a melhoria do desempenho (Bittencourt *et al.*, 2024).

Assim, a suplementação de nitrato (NO_3^-) torna-se uma importante estratégia para atuar nessas condições. O NO_3^- após ingerido é reduzido em nitrito (NO_2^-) e, posteriormente, em óxido nítrico (NO) (Barbosa *et al.*, 2024). Parte do NO é excretada pelo corpo humano e outra parte é absorvida pela corrente sanguínea, o que pode resultar em benefícios cardiovasculares (Fu *et al.*, 2024).

O NO é uma molécula sintetizada no corpo humano pela oxidação da L-Arginina, no entanto, sua principal fonte de obtenção é a ingestão de NO_3^- (Król; Kepinska, 2020). Ele desempenha importantes funções na regulação de funções cardiovasculares durante a prática de exercícios físicos, como na vasodilatação e na otimização de transporte de nutrientes para o músculo (Oral, 2021). Além disso, há estudo que indica que ele pode melhorar a função mitocondrial e reduzir o custo energético durante o esforço, reduzindo o tempo de recuperação (Gamonalles *et al.*, 2022).

Dessa forma, o aumento de biodisponibilidade de NO demonstra ser um importante controlador hemodinâmico durante a prática de TR. No entanto, embora exista estudo que mostre os benefícios da suplementação de nitrato em exercícios aeróbicos (Bock *et al.*, 2022), os resultados em TR ainda são inconsistentes. Outro fator

é que grande parte dos estudos são realizados com homens (Todorovic *et al.*, 2021), havendo lacunas em relação ao efeito do NO₃ em mulheres. A suplementação crônica também é pouco vista na literatura, visto que os estudos focam em testar a suplementação aguda.

Nesse contexto, os objetivos desse estudo foram avaliar os efeitos da suplementação aguda e crônica de nitrato na resistência muscular e nas variações hemodinâmicas que controlam a eficiência do exercício – FC e PA.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1.Amostra

Fizeram parte desse estudo 21 participantes ($22,30 \pm 2,87$ anos) do sexo feminino com experiência prática ($1,20 \pm 0,27$ anos) de TR e que treinassem, no mínimo, 3 vezes por semana. Além disso, a não utilização de suplementação e a ausência de lesões foram critérios para integrarem o estudo. As voluntárias foram divididas em dois grupos – grupo nitrato (GN) ($n = 11$) e grupo placebo (GP) ($n = 10$).

2.2.Desenho Experimental

A presente pesquisa foi conduzida em um caráter experimental, exploratório, randomizado, duplo-cego e controlado por placebo. Todas as coletas foram realizadas na academia do Departamento de Educação Física, localizada na Universidade Federal de Lavras, no estado de Minas Gerais, na cidade de Lavras. O projeto foi submetido, avaliado e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Lavras, com o protocolo de número CAAE: 67603023.0.0000.5148. Além disso, todas as participantes foram informadas sobre os objetivos do estudo, protocolos e procedimentos da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo de Autorização de Imagem (TAI).

A figura 1 demonstra o desenho experimental que foi seguido durante o estudo. Ao todo, foram realizadas 4 visitas. No primeiro dia (familiarização), as voluntárias assinaram o TCLE, o TAI e foram submetidas a avaliação física. Após realizada esses protocolos, foi realizado o teste de repetições máximas (Brzycki., 2007) a fim de prever o 1RM para quantificar as cargas que seriam usadas nos demais dias de coleta.

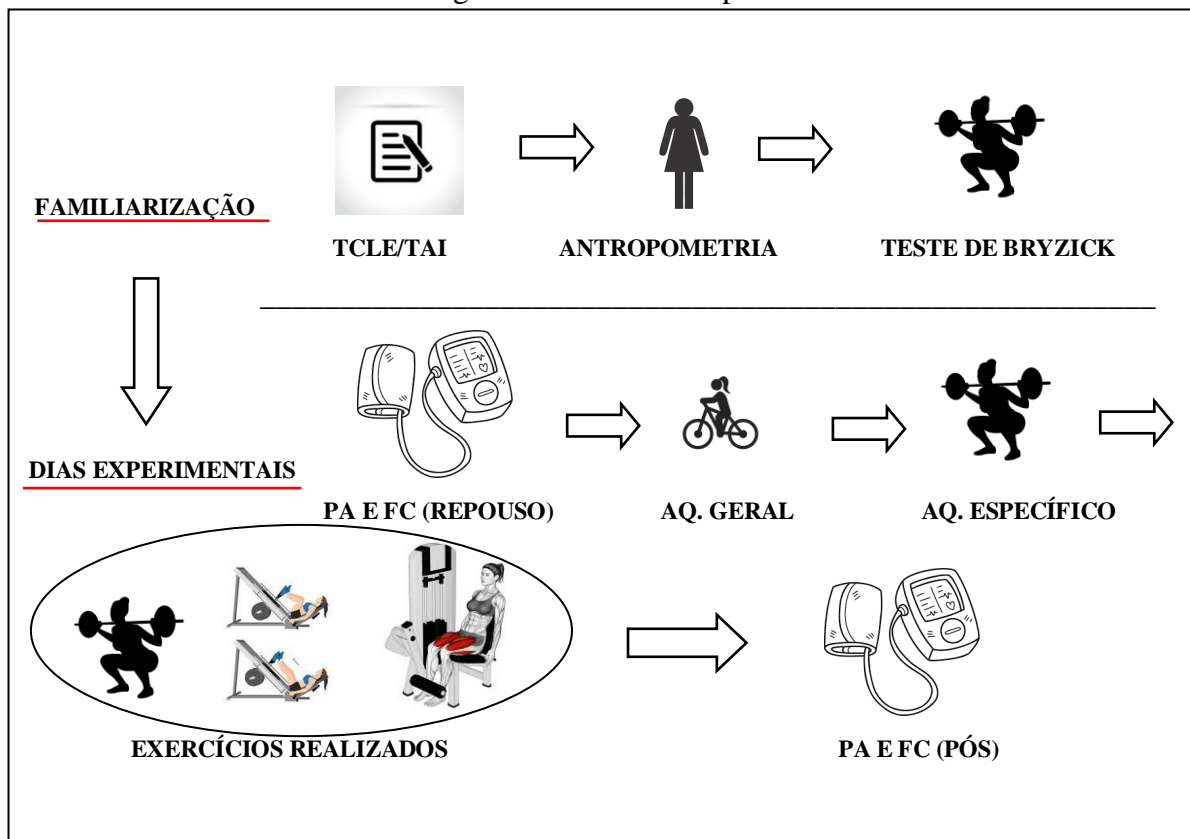
A contar da segunda visita, o mesmo protocolo foi seguido em todos os dias. O que as difere é a ingestão da suplementação de nitrato ou placebo, que ocorreu de forma aguda 2:30h antes do teste na terceira visita e de forma crônica com 6 dias de ingestão antes da quarta visita, sendo que no segundo dia foi realizado o teste controle – sem intervenção.

O protocolo de teste foi sistematicamente respeitado e controlado pela porcentagem de carga utilizada, quantidade de repetições e tempo de intervalo, conforme descrito abaixo:

- Aquecimento geral: realizado em um cicloergômetro (Ergo fit, plus167, cycle©) controlado com 50 watts de potência e a cadência de 60 pedaladas por minuto durante 5 minutos.
- Aquecimento específico: 2 séries de 10 repetições (2x10) com 40% de 1RM no exercício agachamento com intervalo de 1:30 minutos entre as séries.
- 4 séries de 12 repetições (4x12) com 60% de 1RM no exercício agachamento com intervalo de 1:30 minutos entre as séries.
- 4 séries de 12 repetições (4x12) com 60% de 1RM no exercício *leg 45* com intervalo de 1:30 minutos entre as séries.
- 3 séries de 12 repetições (4x12) com 60% de 1RM no exercício cadeira extensora com intervalo de 1:30 minutos entre as séries.
- 2 séries de repetições máximas, iniciando a 75% de 1RM no exercício da cadeira extensora realizando dois *drop-sets* de 15% da carga com intervalo de dois minutos entre as séries.
- Entre o término da última série de um exercício e o início do próximo foi respeitado um intervalo de 2 minutos.

Com o objetivo de medir a resistência muscular, foi utilizado o número de repetições totais realizadas nas duas últimas séries da cadeira extensora realizando dois *drops-sets* de 15% da carga. Como fatores hemodinâmicos foram mensuradas a frequência cardíaca (FC) e a pressão arterial (PA) pré-teste e após 5 minutos do término da sessão. Para melhor compreensão desses dados foram calculados a pressão arterial média e o duplo produto.

Figura 1 – Desenho Experimental



Legenda: AQ. GERAL – Aquecimento geral; AQ. ESPECÍFICO – Aquecimento específico

Fonte: Do Autor (2025)

2.3. Protocolos Utilizados

2.3.1. 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 de 210cm de altura e precisão de 1mm. Para avaliação da composição corporal, foi utilizado o método das 7 dobras de Pollock (Jackson e Pollock., 1978). utilizando o Adipômetro Digital Científico Dgi Prime Vision Prime Med©.

2.3.2. Counter Movement Jump

A fim de caracterizar da amostra, esse teste foi utilizado para a mensuração da potência de membros inferiores. Para a realização, as voluntárias se posicionaram em cima de um tapete *Jump System Pro* (Cefise®) conectado a um computador com o software *Jump System* com os pés afastados na largura do ombro e as mãos fixas na cintura, com o intuito de eliminar o auxílio dos membros superiores. Após o sinal do

avaliador, as participantes realizavam uma rápida flexão de joelho e quadril seguida de uma brusca extensão desses segmentos visando alcançar – com um salto – a maior altura possível.

2.3.3. Recordatório Alimentar 24h

O R24h foi feito no dia da familiarização por estudantes do curso de Nutrição sob supervisão de um docente da instituição. 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 a mesma composição nutricional padronizada, composta por 4g/kg de carboidratos, 1,6g/kg de proteínas e 1g/kg de gorduras. 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.

2.3.4. Administração da Suplementação

A intervenção foi, de forma aleatória, o suco de beterraba rico em N03- saborizado de laranja, com 400mg de NO3- por dose – Beet IT 400 – FourLab Nutrition ou o placebo, que foi um suco de beterraba com baixa concentração de N03-.

2.3.5. Teste de Repetições Máximas

Para a realização do protocolo de repetições máximas, as participantes fizeram um aquecimento geral e específico idêntico ao do protocolo dos dias experimentais, conforme descrito acima. Após o aquecimento, foi respeitado um intervalo de 2 minutos para iniciar o teste de repetições máximas para a predição de 1RM.

O teste seguiu a equação validada de Brzycki (2007) que consiste em um teste de repetições múltiplas até a falha, na qual a participante utiliza uma carga de treinamento habitual para realização de 7 a no máximo 10 repetições. Caso a participante realize menos do que 7 ou acima de 10 repetições, será dado um intervalo de 3 minutos e ocorrerá uma alteração na carga – diminuição ou aumento - para realizar novamente o teste. Se, em três tentativas a carga ideal não for encontrada, o teste é feito em outro dia.

A partir dos dados obtidos – carga utilizado e quantidade de repetições feitas - foi utilizada a seguinte fórmula para o cálculo da carga máxima da voluntária em cada exercício para a mensuração o percentual que foi utilizado nos dias dos testes:

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

2.3.6. Frequência Cardíaca

A frequência cardíaca foi coletada em todos os dias dos testes experimentais. Foi mensurada em repouso e após 5 minutos do final do teste. Para isso, foi utilizado um dispositivo de monitoramento de frequência cardíaca (cinta para monitoramento cardíaco Garmin HRM dual®), que foi acoplado abaixo do osso esterno da participante, acompanhado de um relógio cardiofrequencímetro, que ficou no pulso do avaliador para realização da leitura da frequência cardíaca.

2.3.7. Pressão arterial

A aferição da pressão arterial foi feita por um monitor de pressão arterial automático (Omron®, Kyoto, Japão). Ela foi realizada em todos os dias de coleta, exceto no dia da familiarização. As coletas foram feitas em repouso e após 5 minutos do término da sessão de teste.

Para a mensuração, as voluntárias estavam sentadas, com os pés apoiados no chão e o dorso recostado na cadeira. O braço esquerdo foi posicionado na altura do coração e as voluntárias foram orientadas a não falarem na hora da medida.

2.3.8. Pressão Arterial Média

A pressão arterial média (PAM) foi calculada a partir dos valores da pressão arterial sistólica (PAS) e da pressão arterial diastólica (PAD) obtidos durante as coletas. Para isso, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$PAM = \frac{PAS + (2*PAD)}{3}$$

A PAM representa o valor média de pressão exercido pelo sangue nas artérias durante um ciclo cardíaco completo. Para isso, considera-se na fórmula que o coração permanece mais tempo em diástole, por isso, é multiplicado por 2. Assim, quanto maior a PAM, maior a carga circulatória imposta ao sistema cardiovascular, podendo ser ocasionado por um maior esforço físico.

2.3.9. Duplo Produto

O duplo produto (DP), variável utilizada para mensurar o índice de esforço cardíaco, foi calculado a partir da multiplicação da FC e da PAS:

$$DP = FC * PAS$$

Essa variável representa a carga de trabalho imposta ao coração durante a realização de exercícios físicos, refletindo a eficiência cardiovascular. Nessa lógica,

quanto maior o DP, maior o esforço realizado para o bombeamento de sangue, indicando uma maior demanda de oxigênio no músculo cardíaco.

2.3.10. Ciclo Menstrual

Entende-se que o ciclo menstrual pode interferir no desempenho físico durante a prática de exercícios, em razão das variações alterações hormonais que ocorrem durante suas fases. Nessa lógica, visando uma menor diferenciação entre as voluntárias, o controle foi feito questionando-as em que fase se encontravam do ciclo, especialmente, em relação a data da menstruação. Assim, os dias experimentais foram iniciados, aproximadamente, 5 dias após o término da menstruação, na qual as voluntárias se encontravam na fase folicular. Além disso, foi questionado o uso ou não de remédios anticoncepcionais.

2.3.11. Análise Estatística

Para o cálculo do poder amostral, com o objetivo de estimar a quantidade necessária de voluntárias para representar um efeito real foi utilizado o software G*Power. Após as coletas, todos os dados foram tabulados utilizando planilhas no software *Excel*®. As análises estatísticas foram conduzidas no software *Jamovi* versão 2.6. As variáveis investigadas estão descritas utilizando a média como medida de tendência central e o erro padrão como medida de variabilidade e foi adotado o nível de significância de $p < 0,05$.

Para testar a normalidade foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk. Para todas as variáveis coletadas, as análises foram feitas de duas formas, intragrupos – comparando teste controle, agudo e crônico - e entre grupos – placebo e nitrato. Em ambas as abordagens, foi utilizado o teste *Anova* de medidas repetidas (ANOVA *two-way*) e a análise do tamanho do efeito (n^2) para verificar a dimensão dos resultados. A apresentação dos resultados foi feita por meio de tabelas confeccionados no software *Word*® 2010 e a elaboração dos gráficos foi feita no software *GraphPad Prism*® versão 8.0.2.

3. RESULTADOS

Os resultados do presente estudo estão apresentados abaixo. Estes estão apresentados em tabelas e gráficos, contemplando, respectivamente, a caracterização da amostra, a resistência muscular, a FC, a PAM e o DP.

Os resultados antropométricos, a potência de membros inferiores, o tempo de experiência em TR e a carga utilizada no exercício da cadeira extensora estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização da Amostra

| Medidas | Grupo | Valores |
|--------------------------------------|---------|----------------|
| Idade (anos) | Nitrato | 21,3 ± 2,25 |
| | Placebo | 23,1 ± 3,14 |
| Massa corporal (Kg) | Nitrato | 62,0 ± 9,25 |
| | Placebo | 59,8 ± 7,23 |
| Estatura (m) | Nitrato | 1,61 ± 0,04 |
| | Placebo | 1,63 ± 0,03 |
| Gordura corporal (%) | Nitrato | 25,6 ± 3,76 |
| | Placebo | 22,2 ± 4,74 |
| Potência de membros inferiores (CMJ) | Nitrato | 19,8 ± 3,56 |
| | Placebo | 27,9 ± 7,43 |
| Tempo de experiência em TR (anos) | Nitrato | 1,33 ± 0,20 |
| | Placebo | 1,00 ± 0,20 |
| 1RM na cadeira extensora | Nitrato | 130,00 ± 8,09 |
| | Placebo | 132,00 ± 16,70 |
| 75% de 1RM na cadeira extensora | Nitrato | 97,70 ± 5,97 |
| | Placebo | 98,9 ± 12,50 |

3.1. Resistência Muscular

O número de repetições alcançadas nas primeiras e segundas séries, bem como as repetições totais realizadas em cada dia de teste por ambos os grupos – GN e GP estão apresentadas na tabela 2. Ao realizar a comparação intergrupos, verificou-se que não houve diferenças significativas. No entanto, ao analisar de forma intragrupos percebeu-se um aumento no número de repetições totais com a intervenção aguda e crônica nos dois grupos comparando-se com o controle (GN controle: 32,1 ± 10,0; agudo: 39,4 ± 11,2; crônico: 44,5 ± 7,34. GP controle: 29,7 ± 12,3; agudo 38,0 ± 14,1;

crônico: $34,1 \pm 16,6$) Ademais, houve melhorias significativas nos grupos GN e GP nas primeiras séries nos dias experimentais agudo e crônico em relação à 1ª série do dia do teste controle (GN controle: $17,3 \pm 6,23$; agudo: $21,6 \pm 6,12$; crônico: $29,4 \pm 4,09$. GP controle: $15,5 \pm 7,14$; agudo: $21,0 \pm 8,98$; crônico: $24,5 \pm 10,3$). Analisando a segunda série, verificou-se um aumento em ambos os grupos apenas no dia da intervenção crônica comparando-se com o teste controle (GN controle: $14,8 \pm 4,26$; crônico: $20,5 \pm 4,63$. GP controle: $14,2 \pm 5,39$; crônico: $18,6 \pm 7,29$).

Tabela 2 – Número de Repetições Realizadas na Cadeira Extensora

| Séries | Grupo | Controle | Agudo | Crônico |
|--------|---------|-----------------|-------------------|-------------------|
| 1 | Nitrato | $17,3 \pm 6,23$ | $21,6 \pm 6,12^a$ | $24,9 \pm 4,09^b$ |
| | Placebo | $15,5 \pm 7,14$ | $21,0 \pm 8,98^a$ | $24,5 \pm 10,3^b$ |
| 2 | Nitrato | $14,8 \pm 4,26$ | $17,7 \pm 5,16$ | $20,5 \pm 4,63^c$ |
| | Placebo | $14,2 \pm 5,39$ | $16,0 \pm 5,44$ | $18,6 \pm 7,29^c$ |
| Total | Nitrato | $32,1 \pm 10,0$ | $39,4 \pm 11,2^d$ | $44,5 \pm 7,34^e$ |
| | Placebo | $29,7 \pm 12,3$ | $38,0 \pm 14,1^d$ | $34,1 \pm 16,6^e$ |

^a Diferenças significativas intragrupos da primeira série do teste agudo para o teste controle para ambos os grupos: GN: $p = 0.016$; GP: $p = 0.003$;

^b Diferenças significativas intragrupos da primeira série do teste crônico para o teste controle para ambos os grupos: GN e GP: $p < 0.001$;

^c Diferenças significativas intragrupos da segunda série do teste crônico para o teste controle para ambos os grupos: GN: $p = 0.001$; GP: $p = 0.022$;

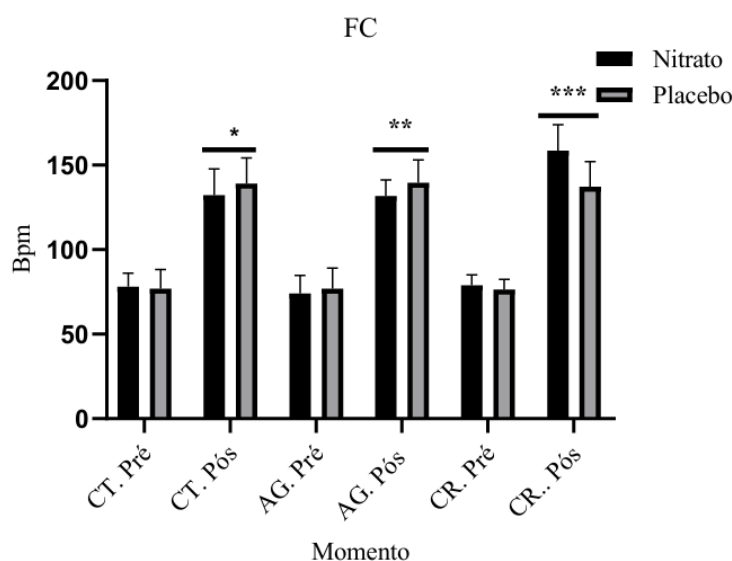
^d Diferenças significativas intragrupos do número de repetições totais do teste agudo para o teste controle para ambos os grupos: GN: $p = 0.003$; GP: $p = 0.005$;

^e Diferenças significativas intragrupos do número de repetições totais do teste crônico para o teste controle para ambos os grupos: GN e GP: $p < 0.001$.

3.2.Frequência Cardíaca

O gráfico 1 apresenta os valores médios da FC nos momentos pré e pós-testes nos GN e GP em todos os dias experimentais – controle, agudo e crônico. Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos em nenhum dos momentos ($p > 0.05$). Por outro lado, observa-se um aumento significativo da FC nos momentos pós-testes em ambos os grupos em todos os dias experimentais ($p < 0.001$).

Gráfico 1 – Valores médios da FC



Legenda: FC – frequência cardíaca; Bpm – batimentos por minuto; CT – controle; AG – agudo; CR – crônico.

* Diferenças significativas no pós-teste em ambos os grupos em relação ao momento pré-teste no momento controle: GN e GP: $p < 0.001$;

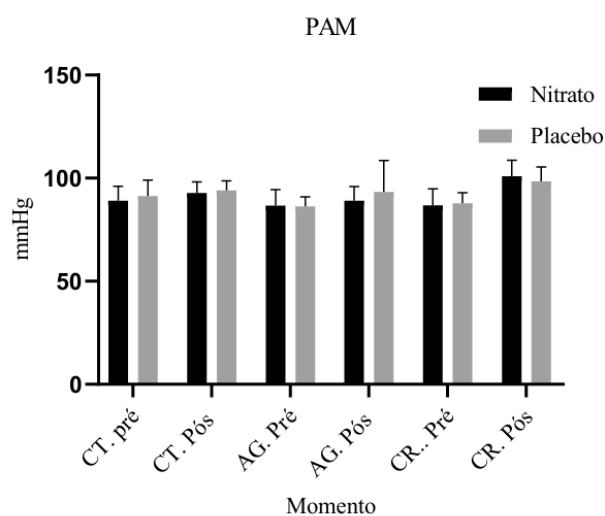
** Diferenças significativas no pós-teste em ambos os grupos em relação ao momento pré-teste no momento agudo: GN e GP: $p < 0.001$;

*** Diferenças significativas no pós-teste em ambos os grupos em relação ao momento pré-teste no momento crônico: GN e GP: $p < 0.001$.

3.3.Pressão Arterial Média

Os valores médios da PAM nos GN e GP em todos os dias experimentais nos momentos pré e pós-testes estão representados no gráfico 2. Não foram verificadas diferenças significativas intergrupos e intragrupos ($p > 0.05$).

Gráfico 2 – Valores Médios da PAM

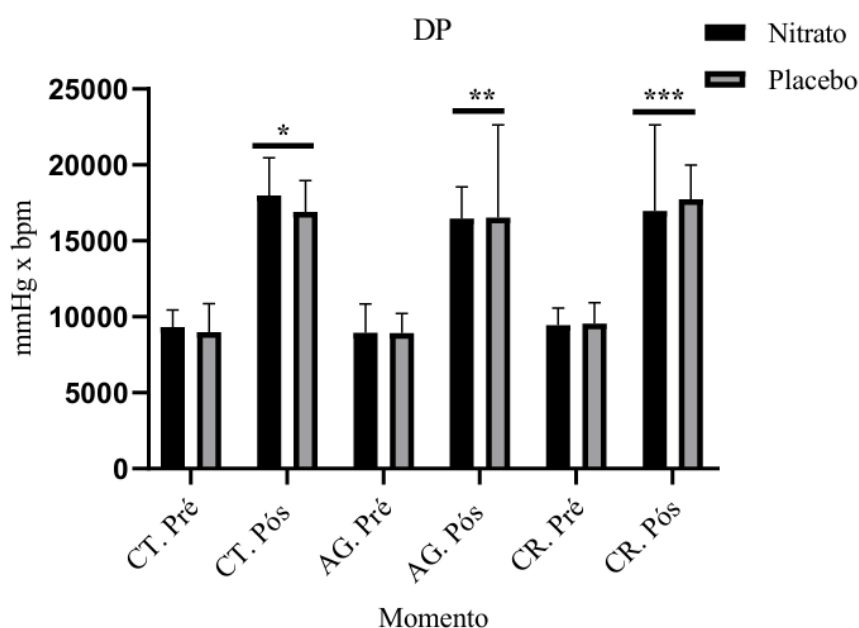


Legenda: PAM – pressão arterial média; mmHg – milímetros de mercúrio; CT – controle; AG – agudo; CR – crônico.

3.4. Duplo Produto

O gráfico 3 demonstra os valores médios obtidos pelo cálculo do DP nos GN e GP em todos os dias experimentais nos momentos pré e pós-testes. Não foram verificadas diferenças significativas entre as condições em nenhum dos momentos ($p > 0.05$). Apesar disso, houve um aumento significativo do DP nos momentos pós-testes em relação ao repouso em todos os dias experimentais em ambos os grupos ($p < 0.001$).

Gráfico 3 – Valores Médios do DP



Legenda; DP – duplo produto; mmHg x bpm – milímetro de mercúrio x batimentos por minuto; CT – controle; AG – agudo; CR – crônico.

* Diferenças significativas no pós-teste em ambos os grupos em relação ao momento pré-teste no momento controle: GN e GP: $p < 0.001$;

** Diferenças significativas no pós-teste em ambos os grupos em relação ao momento pré-teste no momento agudo: GN e GP: $p < 0.001$;

*** Diferenças significativas no pós-teste em ambos os grupos em relação ao momento pré-teste no momento crônico: GN e GP: $p < 0.001$.

4. DISCUSSÃO

O presente estudo investigou os efeitos da suplementação aguda e crônica de NO₃⁻ no desempenho físico e nos fatores hemodinâmicos – FC, PAM e DP em mulheres praticantes de exercícios resistidos. Os achados demonstraram que ambos os grupos aumentaram o número de repetições realizadas na cadeira extensora nos testes agudo e crônico em comparação com o teste controle. No entanto, não houve diferença significativa entre as condições de NO₃⁻ e placebo. De forma similar, foram vistos aumentos significativos na frequência cardíaca e no duplo produto pós-teste em todos os dias experimentais, porém, não foram vistas diferenças entre os GN e GP. Sobre a PAM, não foram vistas diferenças significativas entre os grupos e momentos.

Em relação ao número de repetições, considerando que os dois grupos melhoraram de forma semelhante, não se confirma que a suplementação de NO₃⁻ teve influência na resistência muscular. Isso, confirma o estado da arte da atual literatura, visto que são vistos resultados divergentes no que diz respeito aos resultados da suplementação de NO₃⁻ em TR (Tan *et al.*, 2022; Sanchez *et al.*, 2020).

Relacionando-se a essa divergência, de acordo com uma pesquisa recente, as fibras musculares do tipo II podem ser mais afetadas pela suplementação de NO₃⁻, o que poderia acarretar em um melhor desempenho físico em TR (Tan *et al.*, 2025). Todavia, o estudo realizado por Nuzzo (2024) concluiu que as mulheres possuem mais fibras do tipo I em seu organismo. Apoiando-se a isso, elas estariam menos suscetíveis aos efeitos ergogênicos do NO₃⁻.

Além disso, é importante destacar que todos os estudos citados acima como efeito comparador foram conduzidos exclusivamente com homens. Com isso, a comparação pode se tornar um pouco inadequada considerando as diferenças fisiológicas do público do atual estudo (Meignié *et al.*, 2021).

Nessa lógica, o estudo de Jurado-Castro *et al.*, (2022) foi conduzido somente com mulheres, sendo um melhor balizador para efeito de comparação, pois tem um público e um delineamento experimental mais próximo do presente estudo. Eles encontraram diferenças significativas no número de repetições na cadeira extensora. Porém, essa diferença foi vista ao utilizar 50% de 1RM, o que pode estar relacionado a um maior recrutamento de fibras do tipo I. Além disso, a média de 1RM (84,28 ± 14,39) da amostra foi menor do que a do presente estudo (GN: 130,00 ± 8,09; GP: 132,00 ± 16,70), o que pode indicar um maior efeito da suplementação de NO₃⁻ com menores intensidades de treinamento.

Ainda sobre as diferenças fisiológicas do organismo feminino, tem-se o ciclo menstrual. As variações hormonais decorrentes dele podem acarretar em mudanças positivas ou negativas no desempenho. O estrogênio é visto como um hormônio anabólico, propiciando a prática de TR, por outro lado, a progesterona é um inibidor do estrogênio, tendo um efeito catalisador (Leslie-Wujastyk; Gibson-Smith, 2024). Nessa perspectiva, a fim de amenizar os efeitos do ciclo menstrual os testes foram realizados na fase folicular, na qual se tem um pico de estrogênio e baixos níveis de progesterona (Oosthuysen; Strauss; Hackney, 2023).

A fim de investigar a influência do ciclo menstrual no desempenho físico com o NO₃⁻, Fry *et al.*, (2025) testaram a suplementação em duas fases – folicular precoce e folicular tardia e não encontraram diferenças entre os momentos. Além disso, em exercícios aeróbicos, o estudo de Hogwood *et al.*, (2023) encontrou os mesmos resultados com a suplementação de NO₃⁻ em mulheres jovens treinadas independentemente da fase do ciclo.

Acerca dos fatores hemodinâmicos, a literatura atual traz que o NO tem uma importante função na regulação vascular, promovendo a vasodilatação e contribuindo para uma melhor circulação sanguínea e aumento de nutrientes durante a prática de exercícios físicos (de Almeida *et al.*, 2025). Com isso, é esperado que com a suplementação de NO₃⁻ ocorra uma economia cardiovascular, conforme foi visto no estudo de Woessner *et al.*, (2020), o qual encontraram melhorias no débito cardíaco e no volume sistólico com a suplementação de NO₃⁻ em exercícios submáximos.

Na atual pesquisa, foi visto um aumento da FC no momento pós-testes. Isso é algo esperado considerando que essa elevação representa uma resposta fisiológica natural pela maior demanda energética durante o esforço físico (Zangirolami-Raimundo *et al.*, 2023). Entretanto, levando em conta esse aumento, não foram vistas diferenças entre os grupos, sugerindo que a suplementação de NO₃⁻ não teve atuação nessa variável.

Outro fator importante a ser analisado ao se analisar a FC como variável hemodinâmica é o tipo de exercício realizado. O estudo de Neteca *et al.*, (2024) encontrou diminuição na FC e em outras variáveis cardiovasculares, como o VO₂máx, ao utilizar a suplementação de NO₃⁻. No entanto, esse estudo foi realizado em exercícios aeróbicos. Nessa lógica, considerando que há respostas fisiológicas diferentes entre exercícios aeróbicos e TR, é possível que as melhorias decorrentes do NO₃ atuem mais

em vias que predominam o oxigênio (O₂) (Hargreaves *et al.*, 2020), devido as propriedades de atuação do NO (Rowland *et al.*, 2022).

Ademais, o fato de o grupo amostral do estudo ser composto por mulheres que já realizam prática regular de TR pode ter contribuído para a não diferença na FC, já que o treinamento promove adaptações cardiovasculares (Paluch *et al.*, 2024). Seguindo essa linha de pensamento, segundo a revisão sistemática realizada por Senefeld *et al.*, (2020), indivíduos menos treinados são mais suscetíveis aos efeitos ergogênicos da suplementação de NO₃⁻.

Em relação a PAM, estudos anteriores mostram que altas concentrações plasmáticas de NO pode reduzir a PA em repouso (Norouzzadeh *et al.*, 2025). Entretanto, no estudo de (Benjamim *et al.*, 2022) essa diminuição foi vista pois a amostra possuía uma PA mais elevada do que a amostra do atual estudo. Tal fato pode confirmar que é indivíduos hipertensos podem sofrer mais efeitos da diminuição da PA a partir da suplementação de NO₃⁻.

Outro ponto importante, da mesma forma que ocorre com a FC, é o tipo de exercício realizado. O protocolo de teste delineado para essa pesquisa possuía alta intensidade, o que faz com que ocorra um aumento natural da PAM (Jurik *et al.*, 2025). Além do fato das mulheres participantes já serem treinadas e, conseqüentemente, já possuírem uma maior adaptação cardiovascular para uma diminuição da PA em repouso e pós-exercício (Braghieri *et al.*, 2025). Isso, pode fazer com que os efeitos do NO₃⁻ sejam menos impactantes para essa população.

Além disso, a revisão sistemática de Benjamim *et al.*, (2024) mostra que os efeitos hemodinâmicos da suplementação de NO₃⁻ são, predominantemente, vistos em exercícios aeróbicos. O mesmo estudo cita que além de reduzir a PA durante o esforço, acentua a hipotensão mais rápida após o exercício em protocolos aeróbicos. Considerando esses fatores e levando em conta que a atual pesquisa foi feita em exercícios anaeróbicos, pode haver uma redução do efeito ergogênico do NO₃⁻.

No que se refere ao DP, foi vista variação similar a da FC porque o seu cálculo é realizado através da multiplicação da FC pela PAS. Ele é amplamente reconhecido como um marcador da carga imposta ao coração (Whitman; Jenkins, 2021). Nessa lógica, os maiores índices vistos pós-teste em comparação ao repouso ocorrem apenas a uma resposta fisiológica natural devido ao trabalho realizado. Devido as propriedades do NO poderia ter ocorrida uma média menor de DP no GN, entretanto, isso não foi visto.

Apesar disso, é importante ressaltar que mesmo não ocorrendo uma diferença significativa entre os grupos nos aspectos hemodinâmicos, o número de repetições totais aumentou ao decorrer de cada dia experimental com uma manutenção média da FC, PAM e DP. Logo, foi realizado um maior esforço mecânico com o mesmo gasto cardiovascular. Isso, poderia ser considerado um efeito positivo da suplementação de NO₃⁻. No entanto, no GP ocorreu semelhante situação, o que pode ter relação com um efeito de aprendizagem e adaptação ao teste

Algumas possíveis limitações metodológicas são vistas no atual estudo. Primeiramente, não foi mensurada a concentração plasmática de NO₂⁻ e NO, o que poderia ter confirmado se houve aumento ao ingerir a suplementação de NO₃⁻, principalmente, de forma crônica. Ainda, o fato de as fases do ciclo menstrual não terem sido controladas de forma objetiva podem ter influenciado as variáveis de desempenho decorrentes de variações hormonais.

5. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo indicam que a suplementação de NO₃⁻, embora tenha ocorrido um aumento no número de repetições em ambos os grupos ao longo das sessões, não produziu benefícios ergogênicos adicionais na resistência muscular quando comparada com o placebo. De forma análoga, não foram encontradas diferenças significativas na FC, na PAM e no DP em decorrência do NO₃⁻. Isso, pode sugerir que a suplementação de NO₃⁻ possa não exercer influência relevante no desempenho físico e nos fatores hemodinâmicos em mulheres durante a prática de TR. Fatores como a duração do exercício – predomínio do metabolismo anaeróbico - e a insensibilidade das fibras tipo II aos efeitos ergogênicos podem ter ocasionado essas faltas de benefícios adicionais.

Considerando tais resultados, recomenda-se que futuras pesquisas sejam feitas para elucidar o uso do NO₃⁻ nesse tipo de exercício. Algumas recomendações para isso são o controle objetivo do ciclo menstrual, a fim de diminuir os impactos da variação hormonal decorrente dele. Além disso, realizar a mensuração da concentração plasmática de NO₃⁻ e NO₂⁻ pode auxiliar na interpretação dos resultados, visto que, seria possível saber se houve aumento dessa concentração ao utilizar a suplementação em relação ao placebo.

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

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Brena Barreto *et al.* Temporal trend in markers of nutritional status and food consumption of non-village indigenous people in Brazil. **International journal for equity in health**, v. 23, n. 1, p. 216, 2024.

BENJAMIM, Cicero Jonas R. *et al.* Nitrate derived from beetroot juice lowers blood pressure in patients with arterial hypertension: A systematic review and meta-analysis. **Frontiers in nutrition**, v. 9, n. 823039, 2022.

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.

BITTENCOURT, Diego *et al.* Effects of individualized resistance training prescription with heart rate variability on muscle strength, muscle size and functional performance in older women. **Frontiers in physiology**, v. 15, n. 1472702, 2024.

BOCK, Joshua M. *et al.* Eight weeks of inorganic nitrate/nitrite supplementation improves aerobic exercise capacity and the gas exchange threshold in patients with type 2 diabetes. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 133, n. 6, p. 1407–1414, 2022.

BRAGHIERI, Heloisa Amaral *et al.* Effect of resistance exercise on ambulatory blood pressure: Systematic review and meta-analysis. **International journal of sports medicine**, 2025.

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, 2025.

FERGUSON, Scott K. *et al.* Effects of inorganic nitrate supplementation on cardiovascular function and exercise tolerance in heart failure. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 130, n. 4, p. 914–922, 2021.

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)**, n. japplphysiol.00676.2025, 2025.

FU, Liping *et al.* Inspecting the “health poverty trap” mechanism: self-reinforcing effect and endogenous force. **BMC public health**, v. 24, n. 1, p. 917, 2024.

GAMONALES, José M. *et al.* Effectiveness of nitrate intake on recovery from exercise-related fatigue: A systematic review. **International journal of environmental research and public health**, v. 19, n. 19, p. 12021, 2022.

HARGREAVES, Mark; SPRIET, Lawrence L. Skeletal muscle energy metabolism during exercise. **Nature metabolism**, v. 2, n. 9, p. 817–828, 2020.

HOGWOOD, Austin C. *et al.* The effects of inorganic nitrate supplementation on exercise economy and endurance capacity across the menstrual cycle. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, v. 135, n. 5, p. 1167–1175, 2023.

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

JURIK, Roman *et al.* Blood pressure changes during different methods of resistance training in normotensive and stage 1 hypertensive individuals: a repeated measures cross-sectional study. **BMC sports science, medicine and rehabilitation**, v. 17, n. 1, p. 49, 2025.

KRÓL, Magdalena; KEPINSKA, Marta. Human nitric oxide synthase-its functions, polymorphisms, and inhibitors in the context of inflammation, diabetes and cardiovascular diseases. **International journal of molecular sciences**, v. 22, n. 1, p. 56, 2020.

LÄSSING, Johannes *et al.* Intensity-dependent cardiopulmonary response during and after strength training. **Scientific reports**, v. 13, n. 1, 2023.

LESLIE-WUJASTYK, Mina; GIBSON-SMITH, Edward. Nutritional considerations for female rock climbers. **Journal of science in sport and exercise**, v. 7, n. 1, p. 28–39, 2025.

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

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.

NETECA, Jekaterina *et al.* Effect of beetroot juice supplementation on aerobic capacity in female athletes: A randomized controlled study. **Nutrients**, v. 17, n. 1, p. 63, 2024.

NOROUZZADEH, Mostafa *et al.* Plasma nitrate, dietary nitrate, blood pressure, and vascular health biomarkers: a GRADE-Assessed systematic review and dose-response meta-analysis of randomized controlled trials. **Nutrition journal**, v. 24, n. 1, 2025.

NUZZO, James L. Sex differences in skeletal muscle fiber types: A meta-analysis. **Clinical anatomy (New York, N.Y.)**, v. 37, n. 1, p. 81–91, 2024.

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**, 2022.

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.

PALUCH, Amanda E. *et al.* Resistance exercise training in individuals with and without cardiovascular disease: 2023 update: A scientific statement from the American Heart Association. **Circulation**, v. 149, n. 3, 2024.

POLITO, Marcos D.; DIAS, Jayme R., Jr; PAPST, Rafael R. Resistance training to reduce resting blood pressure and increase muscle strength in users and non-users of anti-hypertensive medication: A meta-analysis. **Clinical and experimental hypertension (New York, N.Y.: 1993)**, v. 43, n. 5, p. 474–485, 2021.

SANCHEZ, Nicolas *et al.* **Response of the microbial food web to gradients of organic matter and grazing pressure and multi-stressor effect in incubation experiments in three different marine ecosystems: Patagonia, Arctic and Mediterranean.** PANGAEA, 2020.

SENEFELD, Jonathon 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. 2250–2261, 2020.

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.

TAN, Zhi Sen *et al.* Correction: Tan et al. A Systematic Review of the Effects of Caffeine on Basketball Performance Outcomes. *Biology* 2022, 11, 17. **Biology**, v. 11, n. 3, p. 444, 2022.

TODOROVIC, Nikola *et al.* A single-dose nitrate-producing dietary supplement affects cardiorespiratory endurance and muscular fitness in healthy men: A randomized controlled pilot trial. **SAGE open medicine**, v. 9, n. 20503121211036119, 2021.

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.

WHITMAN, Mark; JENKINS, Carly. Rate pressure product, age predicted maximum heart rate or heart rate reserve. Which one better predicts cardiovascular events following exercise stress echocardiography? **American journal of cardiovascular disease**, v. 11, n. 4, p. 450–457, 2021.

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.

APÊNDICES

Apêndice 1 - 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 2 - 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