



**CAROLINE SANTIAGO DOS SANTOS**

**COMPARAÇÃO DOS EFEITOS AGUDOS DA  
SUPLEMENTAÇÃO DE NITRATO E CAFEÍNA NO  
DESEMPENHO DE UM PROTOCOLO DE TESTE DE SPRINT  
EM CORREDORES RECREACIONAIS**

**LAVRAS- MG  
2025**

**CAROLINE SANTIAGO DOS SANTOS**

**COMPARAÇÃO DOS EFEITOS AGUDOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE NITRATO E  
CAFEÍNA NO DESEMPENHO DE UM PROTOCOLO DE TESTE SPRINT EM  
CORREDORES RECREACIONAIS**

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

Prof. Dr. Sandro Fernandes da Silva  
Orientador  
Prof. Dr. Francisco de Assis Manoel  
Coorientador

**LAVRAS-MG  
2025**

**Ficha catalográfica elaborada pela Catalogação da Biblioteca Universitária da UFLA**

Santos, Caroline Santiago dos.

Comparação dos efeitos agudos da suplementação de nitrato e cafeína no desempenho de um protocolo de teste sprint em corredores recreacionais / Caroline Santiago dos Santos. - 2025.

62 p. : il. : color.

Orientador(a): Sandro Fernandes da Silva.

Coorientador(a): Francisco de Assis Manoel

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2025.

1. Nutrição Esportiva. 2. Rendimento Esportivo. 3. Suplementação. I. Silva, Sandro Fernandes da. II. Manoel, Francisco de Assis. III. Título.

**CAROLINE SANTIAGO DOS SANTOS**

**COMPARAÇÃO DOS EFEITOS AGUDOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE NITRATO E  
CAFEÍNA NO DESEMPENHO DE UM PROTOCOLO DE TESTE SPRINT EM  
CORREDORES RECREACIONAIS**

**COMPARISON OF THE ACUTE EFFECTS OF NITRATE AND CAFFEINE  
SUPPLEMENTATION ON PERFORMANCE IN A SPRINT TEST PROTOCOL IN  
RECREATIONAL RUNNERS**

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

APROVADA em 14 de fevereiro de 2025.

Dr. Prof. Cintia Campolina Duarte Rocha Da Silva

Dr. Prof. Rhaí André Arriel e Oliveira

Prof. Dr. Sandro Fernandes da Silva  
Orientador

Prof. Dr. Francisco de Assis Manoel  
Coorientador

**LAVRAS-MG  
2025**

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por sempre estar trilhando meus passos e meu caminho e por ter me dado força e coragem para persistir.

Agradeço também a minha família, que mesmo não sabendo o que é o mestrado sempre me dá o apoio necessário e me inspira a ser minha melhor versão. Agradeço a família Firmino, que tenho o privilégio de fazer parte, gratidão por todo apoio e acolhimento e por ser uma rede de apoio presente nos meus dias aqui em Lavras. E assim, agradeço ao Lauro por estar me encorajando e me motivando sempre, obrigada pela paciência e pelo apoio, foram essenciais para que essa jornada fosse mais leve.

Ao meu orientador Prof. Dr. Sandro Fernandes da Silva, agradeço imensamente por todos os ensinamentos, pela paciência e o incentivo durante toda essa etapa, sua orientação me fez crescer muito.

Agradeço aos meus amigos, por estarem sempre comigo no meu dia a dia e apoiando quando fosse preciso. Aos amigos que fiz durante esse caminho, foi muito especial compartilhar momentos, aprender junto, o que tornou essa jornada mais agradável. Ao grupo GEPREN, por todas as discussões, coletas, artigos, trabalhos e brincadeiras, o que me proporcionou novas experiências. Agradeço também a Adrielle por estar sempre comigo, todo seu apoio e amizade foram fundamentais nesses dois anos.

Por fim, agradeço a todo o corpo docente da PPGNS que contribuiu com a minha formação, através das disciplinas e das discussões realizadas, e também a FAPEMIG pelo suporte financeiro que possibilitou a realização dessa pesquisa.

"O sucesso não é o fim, o fracasso não é fatal: é a coragem de continuar que conta."

(Winston Churchill)

## RESUMO

A utilização de recursos ergogênicos com o objetivo de melhorar a *performance* vem aumentando em praticantes de exercícios físicos. De acordo com o Comitê Olímpico Internacional, a cafeína e o nitrato possuem alta evidência científica e produzem efeitos benéficos no desempenho esportivo, uma vez que a cafeína auxilia na contração muscular, aumentando a força, enquanto o nitrato aumenta os níveis de Óxido Nítrico no plasma, resultando na melhora da vasodilatação. Apesar dos diversos estudos, ainda há lacunas sobre os efeitos dessas substâncias no exercício de alta intensidade, realizados por meio de *sprint*. Com isso, o objetivo desse estudo foi comparar os efeitos agudos da suplementação de cafeína e nitrato sobre um protocolo de teste de treinamento intervalado de *sprint* nas variáveis perceptivas (Percepção Subjetiva de Esforço e Perfil do Estado de Humor), cardiovasculares (Pressão Arterial e Frequência Cardíaca) e de desempenho (tempo e saltos verticais) em corredores recreacionais. A coleta de dados foi realizada com 17 indivíduos do sexo masculino com idade média de  $29,09 \pm 10,64$  anos em quatro momentos, com um intervalo mínimo de 72h entre eles. Primeiramente foi realizada a caracterização da amostra, com aplicação de anamnese, recordatório alimentar de 24h, medidas antropométricas (massa corporal, estatura, circunferências e dobras cutâneas) e o teste de  $VO_{2max}$ , por meio do teste de Weltman. Os outros momentos foram de intervenção e incluíram protocolos com e sem suplementação (cafeína:  $\sim 6\text{mg/kg}$  e nitrato:  $\sim 6,4\text{mmol}$  de  $NO_3$ ), de forma aleatória. Foram realizados um recordatório de 24h, o questionário POMS e saltos verticais, antes e após o protocolo de teste. O protocolo consistiu na realização de dez esforços *all out*, registrando o tempo e a PSE de cada esforço e também a PA e FC após 1, 3 e 5 minutos do final do teste. Os dados foram analisados por meio do teste ANOVA- two way de comparações múltiplas para verificar as diferenças das médias e do teste t pareado para comparar os saltos no momento pré e pós teste, adotando valor de  $p < 0,05$ . A suplementação de cafeína foi superior às outras condições no desempenho do protocolo de teste ( $p < 0,001$ ), enquanto o nitrato auxiliou na resistência da fadiga durante os esforços, principalmente no sete e nove ( $p = 0,023$ ;  $p = 0,012$ ). Não houve diferença significativa nas variáveis de PA, FC, POMS e saltos verticais. Ambos os suplementos foram capazes de diminuir a PSE em comparação com o controle, mas não alteraram os aspectos do estado de humor. Para o treinamento intervalado de *sprint*, as suplementação de cafeína e de nitrato podem ser eficientes na melhora do desempenho.

**Palavras Chaves:** Nutrição Esportiva; Rendimento Esportivo; Suplementação; SIT.

## ABSTRACT

The use of ergogenic aids aimed at improving performance has been increasing among individuals practicing physical exercise. According to the International Olympic Committee, caffeine and nitrate are supplements with high scientific evidence and beneficial effects on sports performance. Caffeine aids in muscle contraction, enhancing strength, while nitrate increases plasma nitric oxide levels, improving vasodilation. Despite numerous studies on caffeine and nitrate, knowledge gaps remain regarding their effects on high-intensity exercise, particularly sprint-based efforts. This study compared the acute effects of caffeine and nitrate supplementation on a sprint interval training (SIT) protocol, focusing on perceptual variables (Rating of Perceived Exertion – RPE and Profile of Mood States – POMS), cardiovascular variables (Blood Pressure – BP and Heart Rate – HR), and performance variables (time and vertical jumps) in recreationally active runners. The study included 17 recreationally active male runners with an average age of  $29.09 \pm 10.64$  years. Data collection occurred over four sessions, with a minimum interval of 72 hours between them. On the first day, participant characterization included anamnesis, a 24-hour dietary recall, anthropometric measurements (body weight, height, circumference, and skinfolds), and  $VO_2$ max testing using the Weltman test. The intervention days involved protocols with and without supplementation (caffeine:  $\sim 6$  mg/kg and nitrate:  $\sim 6.4$  mmol  $NO_3$ ), applied randomly. Initially, a 24-hour dietary recall and the POMS questionnaire were completed. Vertical jumps were performed before and after the test protocol, consisting of ten all-out sprints. RPE was recorded between sprints, and BP and HR were measured at 1, 3, and 5 minutes post-test. Data were analyzed using two-way ANOVA for multiple comparisons to identify mean differences and paired t-test was used to compare pre- and post-test jumps, with a significance level of  $p < 0.05$ . Caffeine proved more effective than nitrate and control conditions in reducing total sprint time ( $p < 0.001$ ). Nitrate showed benefits during sprints 7 to 9 ( $p = 0.023$ ;  $p = 0.012$ ). Both supplements reduced RPE compared to the control. No significant differences were observed in BP, HR, POMS, or vertical jump variables. Caffeine supplementation outperformed nitrate in test protocol performance, while nitrate contributed to fatigue resistance during efforts. Both supplements effectively reduced RPE compared to the control but did not affect mood profile aspects. For sprint interval training, caffeine and nitrate supplementation may improve performance.

**Keywords:** Sports Nutrition; Athletic Performance; Supplementation; SIT.

## **INDICADORES DE IMPACTO**

Este estudo gerou impactos em diversas áreas, destacando-se especialmente nos âmbitos social, tecnológico e científico. Com foco principalmente no âmbito social, ao contribuir para o entendimento de como os suplementos (caféina e nitrato) podem afetar o desempenho em atividades físicas de alto rendimento. Este trabalho tem caráter extensionista, uma vez que envolveu a participação de corredores recreacionais, que não precisasse ser do meio acadêmico da Universidade. O grupo impactado pela pesquisa abrange a região local de Lavras. Este trabalho envolveu um público de 17 corredores recreacionalmente, estudantes de graduação de Educação Física e três docentes da UFLA. Portanto, envolveu diretamente tanto os praticantes de exercício quanto a comunidade acadêmica, fortalecendo o vínculo entre a Universidade e os membros da sociedade externa. O impacto desse estudo pode ser classificado na área temática de Saúde da Política Nacional de Extensão, já que o estudo se relaciona diretamente com a promoção da saúde, investigando formas de melhorar o desempenho físico dos indivíduos por meio da suplementação ergogênicas. E este estudo está alinhados aos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), impactando na saúde e bem-estar; educação de qualidade.

## **IMPACT INDICATORS**

This study generated impacts in various areas, particularly in the social, technological and scientific realms. It mainly focuses on the social aspect, contributing to the understanding of how supplements (caffeine and nitrate) can affect performance in high-performance physical activities. This work has an extensionist character, as it involved the participation of recreational runners who were not necessarily from the academic community of the University. The group impacted by the research covers the local region of Lavras. The work involved a group of 17 recreational runners, undergraduate students in Physical Education, and three faculty members from UFLA. Therefore, it directly involved both the exercise participants and the academic community, strengthening the link between the University and members of the external society. The impact of this study can be classified under the Health thematic area of the National Extension Policy, as the study is directly related to health promotion by investigating ways to improve individuals' physical performance through ergogenic supplementation. This study is aligned with the 17 Sustainable Development Goals (SDGs) of the United Nations (UN), impacting health and well-being, as well as quality education.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Desenho experimental do estudo. ....	20
Figura 2- Desenho experimental da intervenção. ....	30
Figura 3- Tempo total (A) e média do tempo (B) durante os sprints em relação as intervenções. .....	32
Figura 4- Valores da média por volta em cada esforço.....	33
Figura 5- Valores médios e seus respectivos desvio padrão das variáveis cardiovasculares. ..	34
Figura 6- Valores médios da magnitude de recuperação da FC. ....	35
Figura 7- Desenho experimental da intervenção. ....	42
Figura 8- Valores médios e desvio padrão dos fatores avaliados pelo POMS. ....	44
Figura 9- Média da PSE em cada condição. ....	45
Figura 10- Comportamento da média da PSE em cada esforço comparado em cada condição. .....	46

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Caracterização da amostra. ....	19
Tabela 2- Caracterização da amostra .....	31
Tabela 3- Média dos valores pré e pós dos saltos nas diferentes condições.....	33

## LISTA DE ABREVEATURA E SIGLAS

% - Percentual  
GC- Gordura Corporal  
bpm- Batimentos por minuto  
cm- centímetros  
CMJ- salto contramovimento  
COI- Comitê Olímpico Internacional  
DJ- *drop jump* (DJ)  
FC- Frequência Cardíaca  
g- Gramas  
h- Horas  
IMC- Índice de Massa Corporal  
Kg- Quilogramas  
mg- Miligramas  
min- minutos  
mmHg: Milímetros de mercúrio.  
mmol- Milimol  
NO- Óxido Nítrico  
NO<sub>2</sub><sup>-</sup>- Nitrito  
NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-Nitrato  
PA- Pressão Arterial  
PAD- Pressão Arterial Diastólica  
PAS- Pressão Arterial Sistólica  
POMS- Questionário de perfil de estado de humor  
PSE- Percepção Subjetiva de Esforço  
R24h- Recordatório 24 horas  
SIT- Treinamento Intervalado de *sprint*  
SJ- *squat jump* (SJ)  
VO<sub>2</sub>máx - Consumo Máximo de Oxigênio  
W- Watts

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	14
<b>1.1. OBJETIVOS</b> .....	17
1.1.1. Objetivo geral .....	17
1.1.2. Objetivo específico .....	18
<b>2. METODOLOGIA</b> .....	19
2.1. Tipo de pesquisa .....	19
2.2. Aspectos éticos .....	19
2.3. Amostra.....	19
2.3.1. Fatores de inclusão .....	19
2.3.2. Fatores de exclusão .....	20
2.4. Delineamento experimental .....	20
2.4.1. Recordatório de alimentar 24h.....	21
2.4.2. Medidas antropométricas .....	21
2.4.3. Teste de VO <sub>2</sub> máx .....	21
2.4.4. Protocolo de suplementação .....	22
2.4.5. Potência dos membros inferiores .....	22
2.4.6. Treinamento intervalado de <i>sprint</i> .....	23
2.4.7. Percepção Subjetiva de Esforço.....	23
2.4.8. Questionário POMS.....	23
2.4.9. Formulário cafeína.....	24
2.5. Análise estatística .....	24
<b>3. RESULTADOS</b> .....	25
<b>ARTIGO 1</b> .....	26
<b>ARTIGO 2</b> .....	38
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	48

<b>REFERÊNCIAS</b> .....	49
<b>APÊNDICES</b> .....	56
<b>ANEXOS</b> .....	60

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O uso de recursos ergogênicos é conhecido desde os povos antigos, onde os guerreiros e atletas consumiam partes dos animais para promover força, agilidade ou velocidade (Applegate; Grivetti, 1997). Recursos ergogênicos podem ser definidos como qualquer técnica de caráter fisiológico, nutricional ou farmacológico que possibilite a melhora do desempenho físico ou das adaptações do treinamento (Kerksick *et al.*, 2018). Atletas e treinadores têm demonstrado crescente interesse em suplementos ergogênicos como estratégia para interferir diretamente na melhora do desempenho físico (López-Samanes *et al.*, 2015). Entretanto, para que um suplemento possa ser considerado ergogênico, há a necessidade de haver estudos revisados por pares, demonstrando sua eficácia na melhora do desempenho físico (Kerksick *et al.*, 2018).

De acordo com o COI, os suplementos ergogênicos que podem melhorar diretamente o desempenho esportivo são: cafeína, creatina, nitrato,  $\beta$ -alanina e bicarbonato de sódio (Maughan *et al.*, 2018). A Comissão Australiana de Esporte classifica os alimentos esportivos e suplementos em ABCD, em relação ao nível de evidências científicas e outras considerações práticas, no qual a cafeína e o nitrato estão na categoria A, a classificação mais alta (Domínguez *et al.*, 2017). Dentre os suplementos classificados nessa categoria, com fortes evidências científicas, a cafeína e o nitrato são os principais suplementos para melhorar o desempenho em esportes de resistência (Murphy *et al.*, 2022).

A cafeína, quimicamente conhecida como 1,3,7-trimetilxantina (Collado-Mateo *et al.*, 2020), é um alcaloide presente em diversos tipos de plantas, no chá, café, cacau e produtos alimentícios. Atualmente, é uma das substâncias psicoativas mais consumidas pelo mundo, principalmente no formato de bebida (Guest *et al.*, 2021). A principal fonte de cafeína é o café e, no Brasil, é a bebida não alcoólica mais consumida pela população (Rocha *et al.*, 2022).

A ação da cafeína é bloquear os receptores de adenosina, causando o aumento da liberação de endorfina e outros neurotransmissores (Murphy *et al.*, 2022). Esse mecanismo gera efeitos positivos como o aumento do estado de alerta, a melhora da concentração, dos níveis de energia e redução da percepção de fadiga (Shabir *et al.*, 2018).

A administração da suplementação de cafeína pode ser realizada no formato de cápsula, goma de mascar, bebidas cafeinadas, aerossóis bucais e nasais e não há diferenças significativas farmacocinéticas em relação a fonte da cafeína (Guest *et al.*, 2021). Atualmente é recomendado suplementar 60 minutos antes do exercício com dose entre 3 a 6 mg/kg de massa corporal (Pickering; Grgic, 2019; Guest *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2023; Antonio *et al.*, 2024). No entanto,

doses acima de 9mg/kg de massa corporal podem gerar efeitos indesejáveis, como tremor, insônia, nervosismo, irritabilidade, ansiedade, náuseas e desconfortos gastrointestinais (Altimari *et al.*, 2001), o que pode prejudicar o rendimento do atleta (Pickering; Grgic, 2019; Vitale; Getzin, 2019). Diante disso, recomenda-se utilizar doses de até 6mg/kg de massa corporal ou 400mg por dia, para evitar os efeitos adversos (Burke, 2008).

No exercício físico, os efeitos positivos associados a cafeína são: a melhora da dor durante a atividade física, diminuindo a Percepção Subjetiva do Esforço (PSE) (Doherty; Smith, 2005); redução da fadiga central, por meio do aumento da liberação de dopamina (Lee *et al.*, 2019); e o aumento do recrutamento de unidades motoras, melhorando assim a contração muscular (Altimari *et al.*, 2001). Porém, há algumas variáveis interindividuais que podem influenciar nas respostas à esta suplementação, como: genética, consumo habitual de cafeína e status do treinamento (Guest *et al.*, 2021), necessitando de mais pesquisas em relação a essa suplementação com o desempenho.

Já suplementação de Nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) vem ganhando destaque nos últimos anos na área esportiva, por ter a capacidade de aumentar a biodisponibilidade de Óxido Nítrico (NO) no organismo, desempenhando um papel importante na vasodilatação. O nitrato pode ser encontrado em raízes de vegetais e em hortaliças verdes, como alface, beterraba, espinafre, rúcula ( $> 250\text{mg}/100\text{g}$  fresco) aspargo, batata, tomate ( $<20\text{ mg}/100\text{g}$  fresco) (Hord; Tang; Bryan, 2009). Por ser obtido por meio de uma variedade de alimentos, o nitrato inorgânico é de fácil acesso para quem deseja consumi-lo a partir da dieta (Shannon *et al.*, 2022).

A síntese de NO ocorre por meio de duas vias, uma através da dieta e a outra através da l-arginina como substrato. Mediante a dieta, o nitrato inorgânico consumido é reduzido a nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) na cavidade oral através das bactérias anaeróbicas facultativas presentes na saliva e, posteriormente, no estômago o  $\text{NO}_2^-$  é convertido a NO (Jones, 2014; Senefeld *et al.*, 2020). Após a sua ingestão, o pico da concentração de  $\text{NO}_3^-$  acontece entre 1 e 2h e a concentração de  $\text{NO}_2^-$  após 2 a 3h, retornando aos níveis basais 24h após (Jones, 2014).

O aumento da concentração de NO no plasma pode melhorar o transporte e captação de oxigênio muscular (Gao *et al.*, 2021), com efeitos também na vasodilatação, eficiência metabólica muscular, respiração mitocondrial e contratilidade muscular (Thompson *et al.*, 2016). Ao facilitar o relaxamento da musculatura lisa, o NO terá um papel importante na vasodilatação, permitindo um maior aporte de oxigênio para a musculatura esquelética (Gao *et al.*, 2021) e, conseqüentemente, favorecendo a produção de energia mediante metabolismo aeróbico, o que resulta na melhora do desempenho físico (Flávio Batista Borges Pereira; Costa Borges, 2007). A grande maioria dos estudos sobre a suplementação de  $\text{NO}_3^-$  é realizada com

suco de beterraba, com recomendação da literatura de doses entre 5 a 9 mmol (310 a 560 mg) agudamente, ingeridas de 2 a 3h antes do exercício, para que possa ter um efeito ergogênico eficiente (Maughan *et al.*, 2018).

Por meio da suplementação de nitrato, a conversão de  $\text{NO}_3^-$  para NO é facilitada em condições de baixa disponibilidade de oxigênio (hipóxia) e acidose (baixo pH), como no exercício físico, permitindo que o NO seja produzido onde é mais necessário ( Jones, 2014; Thompson *et al.*, 2016; Gao *et al.*, 2021). Então, em um exercício físico, que tem como característica desenvolver esse ambiente, a utilização da suplementação de nitrato será beneficiada (Tan *et al.*, 2022). Esta molécula de sinalização, irá desempenhar seu papel na regulação dos processos vasculares, metabólicos e contráteis (Tan *et al.*, 2022). Ou seja, o aumento de NO no plasma tem a capacidade de melhorar a *performance* do indivíduo no exercício ( Thompson *et al.*, 2016; Esen; Domínguez; Karayigit, 2022; Shannon *et al.*, 2022;).

Na literatura é evidenciado o efeito ergogênico do nitrato principalmente em atletas com baixa aptidão aeróbica (Shannon *et al.*, 2022). No qual, os melhores resultados em relação a suplementação de nitrato são em atletas de *endurance*, com melhoras na potência, tempo até a exaustão e a distância percorrida (Gao *et al.*, 2021). Entretanto, no estudo de Shannon *et al.* (2022), em que utilizou uma técnica de *delph* para obter um consenso sobre essa substância ergogênica, mais de 80% dos especialistas afirmaram que não havia evidências definitivas para tirar conclusões sobre as declarações avaliadas, indicando que há uma necessidade de mais pesquisas nessa área, principalmente quanto as respostas dessa suplementação em contextos esportivos com diferentes modos, intensidades e durações.

Em relação aos exercícios de resistência, o treinamento intervalado de alta intensidade pode ser considerado como a realização de um exercício com intensidade acima do limiar de lactato ou da potência crítica, descontínuo e intercalado por um período de pausa, que pode ser ativa ou passiva. Então, a finalidade desse tipo de treinamento é superar a carga de trabalho realizada em alta intensidade, possibilitando realizar uma maior carga do que seria possível em um esforço contínuo na mesma intensidade ( Tschakert; Hofmann, 2013; Boullosa *et al.*, 2022).

O treinamento intervalado de *sprints* em alta intensidade utiliza predominantemente o sistema anaeróbico, resultando em um maior gasto energético em comparação com corridas contínuas e em velocidade constante, sendo assim menos eficiente energeticamente (Zamparo; Monte; Pavei, 2024). Por ser um treinamento que demanda muito do consumo de  $\text{O}_2$ , em que a intensidade do trabalho é realizada acima ou igual ao  $\text{VO}_2\text{máx}$  (Weston; Wisløff; Coombes, 2014), esse tipo de trabalho pode resultar no desenvolvimento de hipóxia muscular e baixo pH, os quais são fatores que contribuem na produção da fadiga muscular (Wylie *et al.*, 2013).

No entanto, a maioria dos estudos que utilizam de suplementos ergogênicos como forma de intervenção, analisam os resultados através do desempenho em cicloergômetro, que por sua vez pode ter respostas insuficientes quando considerado o ambiente competitivo (Shannon *et al.*, 2022). E mesmo com fortes evidências científicas, alguns suplementos ergogênicos não obtêm um consenso sobre alguns aspectos, como a intensidade do exercício físico, e a relação dos efeitos colaterais sobre o desempenho (de Souza *et al.*, 2022; Shannon *et al.*, 2022), já que cada tipo de auxílio ergogênico pode exercer efeitos distintos no organismo, podendo resultar em uma variedade de efeitos colaterais (Murphy *et al.*, 2022).

A combinação simultânea de cafeína e nitrato, suplementos com ações distintas, demanda investigações mais aprofundadas. Estudos prévios demonstram a complexidade das interações entre suplementos, como evidenciado por Hespel, Op 't Eijnde e Van Leemputte *et al.* (2002), que constatou a interferência da cafeína na ação da creatina sobre o tempo de relaxamento muscular (Hespel; Op 't Eijnde; Van Leemputte, 2002). Em relação a co-ingestão da cafeína e do nitrato, estudos como os de Lane *et al.* (2014); Glaister *et al.* (2015); Oskarsson; McGawley (2018); Berjisian *et al.* (2022), evidenciaram que não há benefícios adicionais no desempenho físico quando os suplementos são ingeridos simultaneamente em comparação com o uso individual de cada suplemento. Conforme sugerido por Gilsanz *et al.* (2024), são necessários mais estudos para elucidar os efeitos adversos e os potenciais efeitos sinérgicos para compreender melhor a interação desses dois suplementos.

Diante da complexidade das respostas fisiológicas no exercício de alta intensidade, é necessário compreender individualmente a ação de cada suplemento de modo agudo, antes de combiná-los. E considerando os aspectos abordados, o uso do nitrato pode ser mais eficaz nesse tipo de treinamento, no qual existe um ambiente interno ácido, enquanto a cafeína pode reduzir os níveis de percepção de esforço e as variáveis do humor durante o exercício (Jodra *et al.*, 2020). No entanto, qual desses suplementos pode gerar resultados melhores em treinamentos com altas intensidades? Apesar dos diversos estudos com a cafeína e o nitrato, ainda há lacunas no conhecimento sobre os efeitos dessas substâncias no exercício de alta intensidade, surgindo a necessidade de analisar as respostas agudas da cafeína e do nitrato no contexto do rendimento aeróbico em altas intensidades sob as mesmas condições.

## **1.1. OBJETIVOS**

### **1.1.1. Objetivo geral**

Comparar o efeito agudo da suplementação de cafeína e nitrato, sobre o desempenho no SIT, potência no salto vertical, variáveis cardiovasculares e psicológicas em corredores

recreacionais, por meio de um protocolo de avaliação utilizando o treinamento intervalado de *sprint*.

### **1.1.2. Objetivo específico**

- Caracterizar os participantes por meio do teste de  $VO_{2m\acute{a}x}$ , composição corporal e consumo dietético;
- Avaliar e comparar o efeito agudo da suplementação de cafeína e nitrato sobre:
  - O desempenho físico no protocolo de avaliação e na potência do salto vertical;
  - A Percepção Subjetiva de Esforço (PSE);
  - A Frequência Cardíaca em repouso, durante e após o protocolo de avaliação;
  - A Pressão Arterial em repouso e imediatamente após o protocolo de avaliação;
  - O estado de humor dos participantes;

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. Tipo de pesquisa

O presente estudo adota uma abordagem de caráter descritivo, com delineamento experimental e análise quantitativa (Fontelles *et al.*, 2009). Sua intervenção trata-se de um ensaio clínico realizado no formato randomizado e crossover.

### 2.2. Aspectos éticos

Em conformidade com os protocolos éticos, o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Federal de Lavras (CAAE: 20221419.7.0000.5148) e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE).

### 2.3. Amostra

Fizeram parte do estudo 19 corredores recreacionais do sexo masculino (idade média de  $29,84 \pm 10,02$  anos,  $VO_2\text{máx}$   $45,5 \pm 5,99$  mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>,  $V_{\text{pico}}$   $14,6 \pm 1,39$  km/h). Entretanto, dois indivíduos não conseguiram completar o protocolo de teste, um devido a dor no posterior da coxa e o outro devido a um quadro de desordem intestinal. Portanto, foram analisados os dados de 17 indivíduos (Tabela 1). Através do cálculo de poder amostral (G power ®), o tamanho de efeito para 17 participantes é de 0,76 ( $1 - \beta = 0,8$  e  $\alpha = 0,05$ ) (Valero; González-Mohino; Salinero, 2024).

Tabela 1- Caracterização da amostra.

	Média	Desvio padrão
Idade (anos)	29,9	10,64
Massa corporal (kg)	73,0	8,98
Estatuta (m)	1,72	0,77
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24,4	3,47
GC (%)	12,3	4,61

Legenda: IMC: Índice de Massa Corporal; GC: Gordura corporal.  
Fonte: do Autor (2025).

#### 2.3.1. Fatores de inclusão

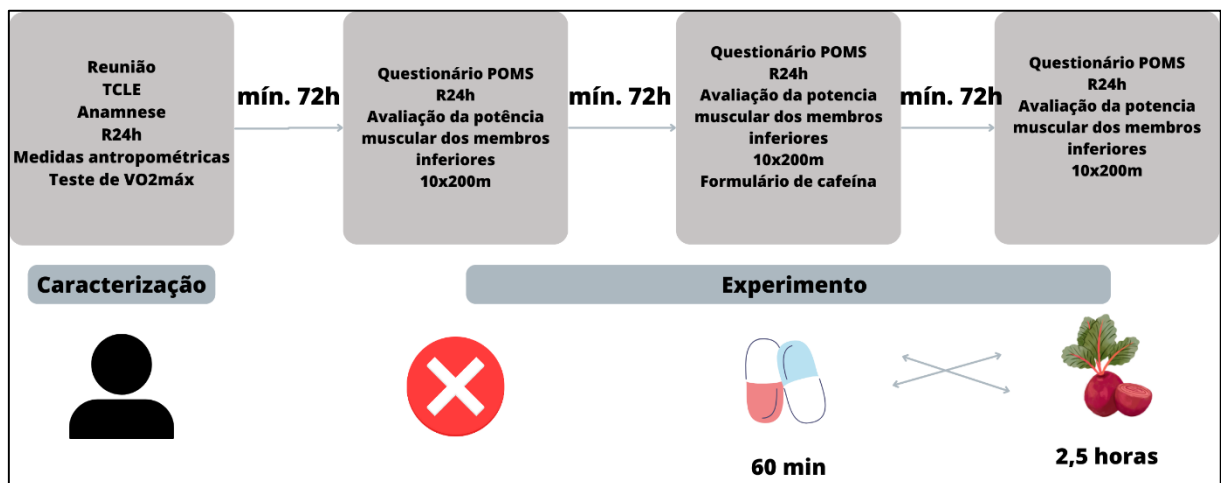
- Ser praticante de corrida há pelo menos um ano;
- Ser do sexo masculino;
- Maior de 18 anos;

### 2.3.2. Fatores de exclusão

- Não assinar o TCLE;
- Ser atleta profissional;
- Ter alguma doença cardiorrespiratória;
- Ter alguma lesão que impeça a realização das atividades;
- Não completar os testes;
- Ter  $VO_2m\acute{a}x$  abaixo de  $40 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ .

### 2.4. Delineamento experimental

Figura 1- Desenho experimental do estudo.



Legenda: R24h: Recordatório alimentar de 24h; POMS: Questionário *Profile of Mode State*.  
Fonte: do Autor (2025).

O primeiro momento do estudo foi composto por uma reunião informativa, na qual os participantes foram esclarecidos sobre o objetivo da pesquisa e todos os procedimentos a serem realizados, a fim de sanar possíveis dúvidas. Após, os participantes assinaram o TCLE e preencheram a anamnese. Em seguida, para caracterizar a amostra, foi aplicado o recordatório alimentar de 24h, realizada a avaliação antropométrica e o teste de Weltman para estimar o  $VO_2m\acute{a}x$  dos indivíduos.

Nos encontros subsequentes, denominados de intervenções, os participantes iniciavam no grupo controle e, nas intervenções subsequentes, a suplementação foi administrada. No início de cada visita, os participantes preencheram um questionário para avaliar seu estado de humor (POMS). Em seguida, foi aplicado novamente o recordatório alimentar de 24h horas e, no dia em que a cafeína foi consumida, também foi preenchido um questionário sobre possíveis

efeitos colaterais. Após o preenchimento dos questionários, os participantes realizaram os saltos por meio do tapete de contato, o protocolo de teste e, ao final, repetiam os saltos.

#### **2.4.1. Recordatório de alimentar 24h**

O recordatório alimentar de 24h (R24h) foi aplicado de acordo com método *Multiple-pass*, antes do início da intervenção, com o objetivo de conhecer a ingestão alimentar do participante nas últimas 24h. O recordatório inclui informações sobre os alimentos/bebidas consumidos, o modo de preparo, os horários e as quantidades consumidas (Conway *et al.*, 2003). Foi solicitado a todos os participantes que mantivessem a ingestão alimentar 24h antes do teste o mais semelhante possível ou igual à relatada, no intuito de evitar qualquer interferência no metabolismo de alimentos ou das bebidas ingeridas no dia anterior ao da coleta. O cálculo do consumo energético foi realizado por meio do software WebDiet ® para detalhar os nutrientes consumidos em cada momento.

#### **2.4.2. Medidas antropométricas**

A mensuração das medidas antropométricas foi realizada no laboratório de pesquisa no primeiro dia de avaliação. Foi orientado aos participantes que estivessem descalços e usando short, a fim de facilitar a coleta das medidas pelo avaliador. A massa corporal total (kg) foi realizada por meio da balança digital Filizola ® com precisão de 1kg e capacidade máxima de 200kg. A estatura (m) foi medida utilizando um estadiômetro acoplado à mesma balança. O percentual de gordura foi estimado por meio da fórmula de Jackson e Pollock (1978), utilizando a média de três medições das sete dobras cutâneas: peitoral, tríceps, subescapular, axilar média, supra ilíaca, abdominal e coxa, realizadas no lado direito do corpo com o adipômetro Bluetooth Prime Connect (Prime Med ®). Além disso, o Índice de Massa Corporal (IMC; kg/m<sup>2</sup>) foi calculado utilizando a fórmula: massa corporal / (estatura x estatura).

#### **2.4.3. Teste de VO<sub>2</sub>máx**

O teste de VO<sub>2</sub>máx (taxa de absorção máxima de O<sub>2</sub>) tem como objetivo identificar a capacidade máxima cardiorrespiratória em fornecer oxigênio ao corpo (Snell *et al.*, 2007), sendo considerado um importante marcador de desempenho em resistência em termos de capacidades fisiológicas em exercícios aeróbicos (Coyle *et al.*, 1988), expresso em ml/kg/min<sup>1</sup> ou l/min.

Este teste foi realizado na pista de atletismo, onde os participantes realizaram primeiramente um aquecimento de 5 minutos em uma intensidade moderada. Para estimar o

VO<sub>2</sub>máx foi utilizado o protocolo de Weltman (1990), onde os participantes correram um percurso de 3200m no menor tempo possível. A fórmula que foi utilizada para estimar o valor do VO<sub>2</sub>máx foi:  $90.70 - 3.24 (3200 - \text{tempo de corrida, min}) + 0.04 (3200 - \text{tempo de corrida, min})^2$  (ml/kg/min<sup>1</sup>) (Weltman *et al.*, 1990). Após cada volta (400m) do teste, os participantes informavam a FC e a PSE.

Para garantir a homogeneidade da amostra dessa pesquisa, foi determinado um valor mínimo de VO<sub>2</sub>máx de 40 mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>, visto que representa um valor médio dos corredores recreacionais (Perez *et al.*, 2018). Além disso, o estudo de Senefeld *et al.* (2020) observou que indivíduos com VO<sub>2</sub>máx superior a 64,9 mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> não se beneficiavam da suplementação de nitrato, com isso, esse valor foi estabelecido como valor máximo.

#### **2.4.4. Protocolo de suplementação**

Dos momentos com intervenção, todos os participantes iniciaram sem o uso de suplemento (controle). Nas outras duas sessões, os participantes receberam aleatoriamente um dos dois suplementos (caféina ou nitrato), seguindo um desenho de estudo tipo crossover, com um intervalo mínimo de 72 horas entre cada momento. A aleatorização foi feita de maneira simples, com os participantes alocados randomicamente.

Durante cada momento foi informado aos participantes sobre os possíveis benefícios do suplemento em relação ao exercício físico. A suplementação com nitrato foi administrada por meio de um suco de beterraba de 70ml rico em NO<sub>3</sub><sup>-</sup> (~6,4 mmol de NO<sub>3</sub> - 400mg - Beet IT; James White Drinks Ltd, Ipswich, UK) sendo administrado aproximadamente 2,5 horas antes da realização do teste com o treinamento intervalado de *sprint* (Gao *et al.*, 2021). Foi orientado aos participantes para não utilizar enxaguante bucal e não mascar chiclete, a fim de evitar alterações nas bactérias bucais, visto que estas podem inibir ou prejudicar a redução do nitrato para nitrito na cavidade oral (Thompson *et al.*, 2016).

A suplementação com caféina foi realizada através de cápsulas de dosagem fixa de 420mg, sendo utilizado 5,59g/kg ± 0,79g/kg de massa corporal, administradas 60 minutos antes da realização dos testes. Os participantes foram instruídos a manter a mesma ingestão de caféina em todas as intervenções, para evitar variações quantidade consumida.

#### **2.4.5. Potência dos membros inferiores**

O teste de salto vertical é um bom preditor para avaliar a potência dos membros inferiores, sendo associado ao desempenho na corrida (Lago-Rodríguez *et al.*, 2021). Para quantificar a altura do salto e a potência gerada em cada movimento, foi utilizado o tapete de

contato (Jump System Pro). O protocolo de teste consistiu na realização de três saltos de contramovimento (CMJ), de *drop jump* (DJ) e de *squat jump* (SJ), sendo aplicado tanto antes quanto após o protocolo de teste do treinamento intervalado de *sprint*.

#### **2.4.6. Treinamento intervalado de *sprint***

Testes que avaliam a capacidade de realizar exercícios muitas vezes não demonstram de fato a realidade do atleta, na qual espera-se que o atleta realize a prova no menor tempo possível. Segundo Jones *et al.* (2014) em testes realizados até a exaustão, pode haver uma melhoria de até 15 % no desempenho, enquanto em provas contrarrelógio essa melhoria costuma ser de 1%. Em razão disso, o treinamento intervalado de *sprint* é considerado um método eficaz de treinamento para avaliar o desempenho no exercício.

Com base nessas considerações, foi escolhido um protocolo de teste que poderia de fato referir a realidade de praticantes de corrida (Figueiredo *et al.*, 2021). O protocolo consistiu na realização de dez esforços máximos de 200m, na pista de corrida, com intervalos de descanso passivo 3:1, ou seja, o tempo de descanso entre cada esforço era três vezes maior que o tempo gasto no esforço. Os participantes iniciaram o teste com um aquecimento de 5min em intensidade moderada (PSE 6). Ao final do aquecimento foi informado aos participantes que durante os esforços *All out*, eles deveriam correr o mais rápido possível. Após cada esforço, foram coletadas a PSE, FC e o tempo registrado dos 200m, permitindo a comparação do desempenho em cada estado de intervenção do participante. E por fim, ao término dos 10 esforços, a FC e a PA, foram aferidas em 1, 3 e 5 minutos após o teste, sendo também calculada a magnitude da recuperação da FC, que foi determinada pela diferença entre o valor da FC máx atingida no protocolo de teste e os valores de recuperação aos 1, 3 e 5 minutos.

#### **2.4.7. Percepção Subjetiva de Esforço**

A Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) é um método amplamente utilizado para monitorar a carga interna de treinamento, inicialmente proposto por Borg (1982) e posteriormente modificado por Foster *et al.* (2001). Este instrumento foi aplicado ao final de cada esforço, utilizando uma escala numérica de 0 a 10, em que 0 representa repouso e 10 corresponde ao esforço máximo.

#### **2.4.8. Questionário POMS**

O questionário *Profile of Mood State* (POMS) é utilizado para avaliar o estado de ânimo dos participantes, com o intuito de investigar as possíveis influências do ambiente externo –

especificamente o uso de suplementos e a prática de exercício físico (treinamento intervalado de *sprint*) - sobre as emoções. Sabe-se que o estado de ânimo de um atleta pode impactar positivamente ou negativamente sobre seu desempenho esportivo (Bevilacqua *et al.*, 2019). O instrumento foi aplicado assim que o indivíduo chegou ao laboratório, de modo a obter seu estado emocional em relação ao uso dos suplementos e à realização do teste físico. Composto por 36 adjetivos, o POMS adota uma escala likert variando de 0 (nada) a 4 (muitíssimo), para avaliar as dimensões: depressão (D), tensão (T), hostilidade (H), vigor (V), fadiga (F) e confusão (C). A soma total do estado de ânimo é representada pela Perturbação Total de Humor (PTH), calculada somando as cinco dimensões e subtraindo a dimensão de vigor, acrescentando uma constante de 100 para evitar resultados valor negativo ( $PTH = D+T+H+F+C-V+100$ ) (Viana; Almeida; Santos, 2012).

#### **2.4.9. Formulário cafeína**

O consumo de cafeína pode gerar diversos efeitos colaterais, como insônia, problemas estomacais, tremores, ansiedade, náuseas, entre outros (Altimari *et al.*, 2001). Para avaliar a ocorrência desses efeitos, foi aplicado o formulário de efeitos adversos da cafeína antes do início da intervenção e o participante registrava cada evento ocorrido ao marcar um “x” na alternativa correspondente.

#### **2.5. Análise estatística**

Os dados do estudo foram tabulados em uma planilha do Excel e analisados através do Software estatístico Jamovi ® versão 2.3.28 e utilizou-se Graph Prism® versão 8.0 para a elaboração dos gráficos. Foi realizada a estatística descritiva através do cálculo da média e do desvio padrão para todas as variáveis do estudo. Foi feita a análise de normalidade através do teste Shapiro-Wilk, adotando o valor de  $p > 0,05$  para que os dados fossem considerados normais. A comparação de todas as variáveis em relação à condição (controle, cafeína e nitrato) foi realizada por meio da ANOVA *two-way* de medidas repetidas ou o teste de Friedman para os dados não paramétricos, com post hoc Tukey e Bonferroni. Para as variáveis dos saltos verticais, no qual comparou momento pré e pós intervenção, foi utilizado o teste t pareado. Todas as análises adotaram valor de significância de  $p < 0,05$ .

### 3. RESULTADOS

Os resultados desse trabalho foram apresentados em dois artigos, utilizando a metodologia descrita anteriormente. Os artigos foram intitulados como:

- Comparação dos efeitos agudos do Nitrato e da Cafeína: Impacto cardiovascular e desempenho em um protocolo de treinamento intervalado de *sprint*.
- Impacto da suplementação aguda de Nitrato e Cafeína no estado de ânimo e variáveis subjetivas no treinamento intervalado de *sprint*.

## ARTIGO 1

### COMPARAÇÃO DOS EFEITOS AGUDOS DO NITRATO E DA CAFEÍNA: IMPACTOS CARDIOVASCULARES E DESEMPENHO EM UM PROTOCOLO DE TREINAMENTO INTERVALADO DE *SPRINT*

#### RESUMO

Este estudo teve como objetivo comparar os efeitos agudos do nitrato e da cafeína no desempenho e nas variáveis cardiovasculares durante um protocolo de teste de sprint, envolvendo 17 corredores recreacionais (idade média de  $29,09 \pm 10,64$  anos; massa corporal de  $73,0 \pm 8,98$  kg; e estatura de  $1,72 \pm 0,77$  m). Os participantes realizaram os testes em três condições: sem suplemento (controle), com aproximadamente 6,4 mmol de nitrato e com 420 mg de cafeína, de forma aleatória e em um desenho cross-over com intervalo de 72 horas entre as sessões. O protocolo de testes consistiu em dez *sprints* de 200 metros (*all-out*) com recuperação de 3:1, sendo realizados saltos verticais antes e após os *sprints*. As variáveis cardiovasculares (Frequência Cardíaca e Pressão arterial) foram registradas ao final do teste, com a frequência cardíaca (FC) aferida a cada esforço. A cafeína reduziu significativamente o tempo total em comparação com as condições controle e nitrato. O nitrato, por sua vez, mostrou efeitos positivos nos *sprints* sete e nove ( $p=0,023$  e  $p=0,012$ , respectivamente). Conclui-se que a cafeína melhorou o desempenho em corredores recreacionais, reduzindo o tempo total, enquanto o nitrato ajudou a suportar a fadiga. No entanto, não houve diferenças nas variáveis cardiovasculares entre as suplementações.

**Palavra Chave:** Nutrição no Esporte; Desempenho Esportivo; Suplementação Nutricional; Pressão Arterial; Frequência Cardíaca.

#### ABSTRACT

This study aimed to compare the acute effects of nitrate and caffeine on performance and cardiovascular variables during a sprint test protocol, involving 17 recreational runners (mean age  $29.09 \pm 10.64$  years; body mass  $73.0 \pm 8.98$  kg; height  $1.72 \pm 0.77$  m). Participants completed the tests under three conditions: no supplementation (control), with approximately 6.4 mmol of nitrate, and with 420 mg of caffeine, in a random order and a crossover design with a 72-hour interval between sessions. The test protocol consisted of ten 200-meter all-out sprints with a 3:1 recovery, with vertical jumps performed before and after the sprints. Cardiovascular variables (Heart Rate and Blood Pressure) were recorded at the end of the test,

with heart rate (HR) measured after each effort. Caffeine significantly reduced total time compared to both the control and nitrate conditions. Nitrate, in turn, showed positive effects in sprints seven and nine ( $p = 0.023$  and  $p = 0.012$ , respectively). It was concluded that caffeine improved performance in recreational runners by reducing total time, while nitrate helped sustain endurance. However, no differences were observed in cardiovascular variables between the supplements.

**Keywords:** Sports Nutrition; Athletic Performance; Nutritional Supplementation; Blood Pressure; Heart Rate.

## INTRODUÇÃO

O uso de suplementos ergogênicos, como a cafeína e o nitrato, tem sido amplamente estudado devido ao seu potencial de aumentar o desempenho esportivo (López-Samanes *et al.*, 2015; Kerksick *et al.*, 2018). A cafeína tem como mecanismo de ação o bloqueio dos receptores de adenosina, causando o aumento da liberação de endorfina e outros neurotransmissores, que ajudam na melhora da função neuromuscular, no aumento da vigilância e do estado de alerta e na redução da percepção subjetiva de esforço durante o exercício (Murphy *et al.*, 2022). O uso dessa substância ajuda no aumento da força e da resistência muscular (Warren *et al.*, 2010; Grgic; Pickering, 2019; de Souza *et al.*, 2022), diminui o tempo da corrida contrarrelógio e aumenta o tempo até a exaustão (Wang *et al.*, 2023). Para resultar em efeitos ergogênicos, é recomendado o uso de 3 a 6mg/kg de massa corporal, e a ação da cafeína ocorre de 30 a 60 minutos após a ingestão (Maughan *et al.*, 2018; Guest *et al.*, 2021).

Por sua vez, a ação principal do nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) é aumentar a biodisponibilidade de óxido nítrico, que desempenha um papel importante modulando a função muscular esquelética por meio da regulação do fluxo sanguíneo, promovendo benefícios através da vasodilatação (Murphy *et al.*, 2022). Quando o nitrato é convertido a óxido nítrico (NO) ele influencia na respiração celular por meio da biogênese mitocondrial (Antonio *et al.*, 2024). São observados efeitos positivos dessa substância na dor muscular percebida pós exercício e eficiência na recuperação (Daab *et al.*, 2020) e a dose recomenda para obter um efeito ergogênico é de 5 a 9 mmol, ingerido 2 a 3 horas antes do exercício (Maughan *et al.*, 2018).

Os estudos que investigam os efeitos do nitrato e da cafeína se concentram principalmente em exercícios de corrida contínua contrarrelógio (Clarke *et al.*, 2018; Valero; González-Mohino; Salinero, 2024) ou em estudos utilizando o teste de Wingate (Cuenca *et al.*, 2018; San Juan *et al.*, 2019). A investigação desses suplementos utilizando um protocolo de teste com o treinamento intervalado de *sprint* ainda é escasso e com afirmações conflitantes (Domínguez *et al.*, 2017). Considerando que esse tipo de treinamento causa danos musculares, a manipulação de suplementos ergogênicos pode ser uma estratégia para contribuir na recuperação após os exercícios extenuantes, resultando na melhora do desempenho (Daab *et al.*, 2020; Tanabe; Fujii; Suzuki, 2022).

A utilização desses suplementos pode causar efeitos nas variáveis cardiovasculares. A cafeína pode desempenhar efeitos diferentes, com o bloqueio da ação da adenosina, essa molécula orgânica pode causar arritmias e taquicardia, devido ao aumento da liberação de catecolaminas (Cappelletti *et al.*, 2015; Benjamim *et al.*, 2021). Além disso, o efeito dilatador do nitrato faz com que ocorra a diminuição na pressão arterial (PA) e aumento do fornecimento

de oxigênio no organismo, podendo ser indicado como um ótimo tratamento e prevenção de doenças cardiovasculares (Zamani *et al.*, 2021)

A contribuição de suplementos pode resultar em melhorias de 1 a 3% no rendimento esportivo, o que para o atleta pode definir o pódio de uma competição esportiva (Christensen *et al.*, 2017; Maughan *et al.*, 2018; Wickham; Spriet, 2023). Portanto, a utilização de suplementos pode ser um importante aliado para os atletas, seja para melhorar a capacidade de recuperação ou realizar um exercício eficientemente, melhorando assim o desempenho na atividade (Wickham; Spriet, 2023). Assim, o objetivo principal desse estudo foi comparar os efeitos agudos do nitrato e da cafeína no desempenho em corredores recreacionais em um treinamento intervalado de *sprint* (SIT) e, como objetivos secundários, avaliar e comparar os impactos agudos dos suplementos nas variáveis cardiovasculares.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Amostra**

Fizeram parte do estudo 17 corredores recreacionais do sexo masculino (idade média de  $29,09 \pm 10,64$  anos; e massa corporal  $73,0 \pm 8,98$  kg; estatura  $1,72 \pm 0,77$  m). Todos participantes do estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre E Esclarecido, aprovado pelo comitê de ética da instituição (CAAE: 20221419.7.0000.5148). Os participantes tinham no mínimo um ano de prática, não eram atletas profissionais, não apresentavam nenhuma doença cardiorrespiratória ou lesão que impedisse de realizar as atividades propostas.

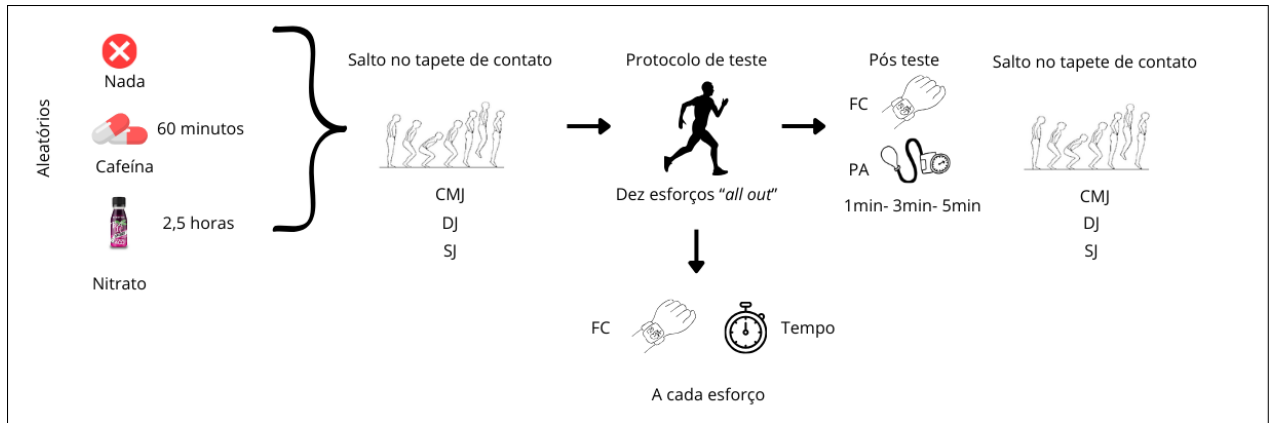
### **Desenho experimental**

O estudo consistiu de quatro visitas dos participantes, com intervalo mínimo de 72 horas entre elas, no mesmo horário de acordo com a primeira. No primeiro dia, foi realizada a avaliação antropométrica, a aplicação do recordatório de 24h e o teste de  $VO_2$ máx através do protocolo de Weltman (1990), com a intenção de caracterizar a amostra. Foi recomendado aos participantes que mantivessem a mesma ingestão de alimentos e de cafeína, não consumissem chicletes ou balas de mascar, não realizassem exercícios extenuantes e não consumissem bebida alcoólica 24h antes das visitas.

Os outros dias foram caracterizados como intervenção (figura 2), sendo que no segundo dia não havia suplementação, e no terceiro e no quarto os suplementos (cafeína ou nitrato) foram implementados de forma aleatória. No início de cada dia de intervenção foi aplicado o recordatório de 24h para verificar a semelhança da ingestão de nutrientes entre as visitas e, quando havia a suplementação de cafeína, foi preenchido um formulário em relação aos efeitos adversos da cafeína. Posteriormente, foram realizados os saltos: contramovimento (CMJ), *drop*

*jump* (DJ) e *squat jump* (SJ), antes e após ao protocolo de teste, que consistia de dez *sprints all out* na pista de atletismo.

Figura 2- Desenho experimental da intervenção.



Legenda: CMJ: salto contramovimento; DJ: *drop jump*; SJ: *squat jump*; FC: Frequência Cardíaca; PA: Pressão Arterial.

Fonte: Do autor (2025).

### Protocolo de suplementação

A intervenção com nitrato foi realizada com suco de beterraba de 70 ml rico em  $\text{NO}_3^-$  (~6,4 mmol de  $\text{NO}_3^-$  – 400 mg - Beet IT; James White Drinks Ltd, Ipswich, UK), administrado aproximadamente 2,5 horas antes da realização do teste com o treinamento intervalado de *sprint* (Gao *et al.*, 2021). Na intervenção com cafeína foi administrada cápsula de dosagem fixa de 420 mg 60 minutos antes da realização dos testes, o que correspondeu a  $5,59 \text{ g/kg} \pm 0,79 \text{ g/kg}$  de massa corporal.

### Protocolo de testes

Inicialmente, foi realizada a avaliação da potência de membros inferiores por meio da realização de saltos verticais em um tapete de contato (Jump System Pro). Foram feitos três saltos de cada: salto contramovimento (CMJ), *squat jump* (SJ) e *drop jump* (DJ) e ao final obteve-se a média. Posteriormente foi aplicado o protocolo de teste, no qual se deu início através de um aquecimento com corrida de cinco minutos em uma intensidade moderada, após ao aquecimento era informado aos participantes que todos os dez esforços de 200 m deveriam ser executados na sua intensidade máxima. O tempo de descanso foi três vezes o valor do esforço (3:1). No término de cada esforço foi coletado a frequência cardíaca, percepção subjetiva de esforço e o tempo. Ao final do protocolo era aferida a pressão arterial e a frequência cardíaca 1, 3 e 5 minutos após a conclusão do teste, para avaliar o nível de fadiga desenvolvido por meio

do protocolo de teste. E para que pudesse avaliar os efeitos do protocolo de teste, foi realizado novamente os saltos verticais.

### **Análise estatística**

Os dados foram expressos em média e desvio padrão e a distribuição normal foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk. Para comparar as condições controle x cafeína x nitrato foi utilizado o teste ANOVA *two-way* de comparações múltiplas, com Post-Hoc de Tukey e Bonferroni. Para as variáveis pré e pós intervenção (saltos verticais) foi utilizado o teste t pareado. Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa Jamovi ® versão 2.3.28 e Graph Prism® versão 8.0, estabelecendo o nível de significância estatística em  $p < 0,05$ .

### **RESULTADOS**

As características das amostras são apresentadas na tabela 2, abrangendo os valores antropométricos, condicionamento físico e perfil alimentar. Foi considerado como perfil alimentar, o consumo de carboidrato, lipídeos e proteínas. Além disso, a média da dose da suplementação de cafeína (42 0mg) por quilogramas.

Tabela 2- Caracterização da amostra

	<b>IMC</b> (k/m <sup>2</sup> )	<b>GC</b> (%)	<b>VO<sub>2</sub>máx</b> (ml/kg/min1)	<b>VPICO</b> (Km/h)	<b>CHO</b> (g/kg)	<b>PTN</b> (g/kg)	<b>LIP</b> (g/kg)	<b>Kcal</b> <b>diário</b>	<b>Cafeína</b> (mg/kg)
Média	24,4	12,3	45,5	14,6	4,36	1,83	1,09	2407	5,84
Desvio-padrão	3,47	4,61	5,99	1,39	2,21	0,72	0,37	667	0,73

Legenda: IMC: Índice de massa corporal; GC: Gordura corporal; VO<sub>2</sub>máx: Consumo máximo de oxigênio; Vpico: Velocidade pico; CHO: carboidrato; PTN: Proteína; LIP: Lipídeos.

Fonte: Do autor (2025).

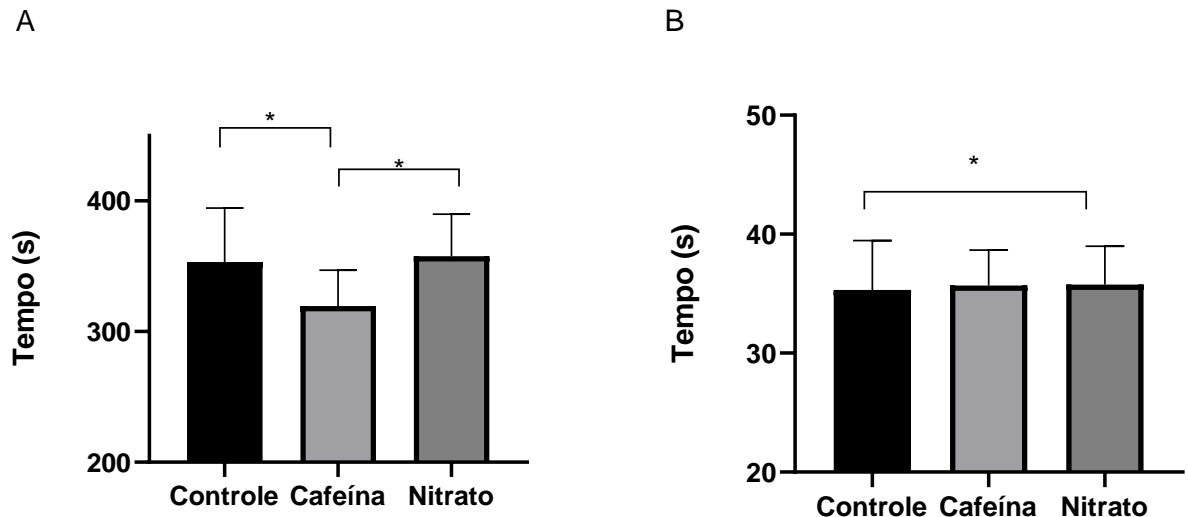
### **Desempenho no protocolo de teste**

O tempo total calculado dos participantes durante os esforços de *sprints* está representado na Figura 3A. A mediana de cada condição foi de 353s (342s – 395s) para o controle, 319s (305s – 347s) para a cafeína e 358s (338s – 390s) para o nitrato. Foi observado um efeito significativo de  $p < 0,001$ , nas comparações cafeína x controle e cafeína x nitrato indicando que com a suplementação de cafeína, os indivíduos obtiveram um tempo menor em comparação com a condição controle e com a suplementação de nitrato.

Em relação ao tempo médio dos *sprints* em cada condição, a condição controle apresentou mediana de 35,3s (34,2s – 39,5s), a cafeína 35,7s (34,2s – 39,5s) e o nitrato 35,8s (33,8s – 39,0). Foi observado efeito significativo ao comparar a média do tempo alcançado nos *sprints* nas três condições ( $p = 0,047$ ), evidenciando após a análise de post hoc que a média do

tempo foi menor no controle em comparação com a utilização da suplementação de nitrato ( $p=0,015$ ) (Figura 3B). Nas demais comparações (controle x cafeína:  $p=0,75$ ; cafeína x nitrato:  $p=0,46$ ) não houveram diferença estatística.

Figura 3- Tempo total (A) e média do tempo (B) durante os sprints em relação as intervenções.

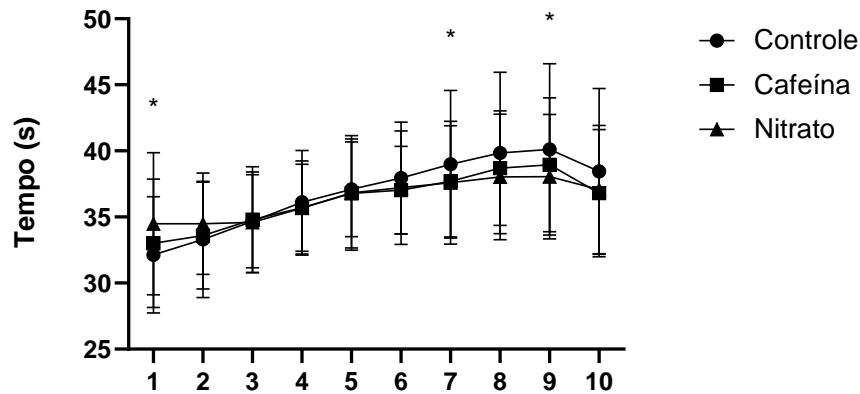


Legenda: A: Tempo total; B: Média do tempo; s: Segundos;  
 A- \* diferença significativa entre controle e cafeína e entre cafeína e nitrato  $p<0,001$ ;  
 B- \* diferença significativa entre o controle e o nitrato de  $p=0,015$ .

Fonte: Do autor (2025).

A figura 4 representa o comportamento da média de tempo em relação a cada volta e a cada tipo de condição. Foi observado um resultado significativo nas voltas um ( $p=0,001$ ), sete ( $p=0,023$ ) e nove ( $0,012$ ) comparando a condição controle e nitrato. Na volta um a média do controle foi de 32,1s e do nitrato foi de 34,5s, indicando que na primeira volta o tempo da condição controle foi menor do que na condição nitrato. Na volta sete o controle apresentou o valor de 39,0s e o nitrato 37,5s e na volta nove o valor do controle foi de 40,1s e do nitrato 38,0s, indicando que os valores das voltas sete e nove foram maiores na condição controle em comparação com o nitrato. Nas demais voltas e condições não foram observados resultados significativos.

Figura 4- Valores da média por volta em cada esforço.



Legenda: \* controle x nitrato  $p < 0,005$ .

Fonte: Do autor (2025).

### Saltos verticais

Os efeitos da suplementação no aspecto neuromuscular medidos por meio dos saltos (CMJ, DJ e SJ) foi apresentado na tabela 3 e não foram observadas diferenças entre as condições e entre os momentos pré e pós para nenhum dos saltos. Para avaliar o desempenho em cada condição, foi calculada a diferença da média, para evidenciar a mudança entre o momento pré e pós. As condições controle, cafeína e nitrato obtiveram, respectivamente, os percentuais de CMJ (altura: 5,3% x 1,1% x 1,9% ; potência: 3,3% x 0,8% x 3%), DJ (altura: 3,2% x 4,5% x 1,7% ; potência: 2,1% x 2,8% x 1,1) e SJ (altura: 6,1% x 4,5% x -0,3% ; potência 3,8% x 2,7% x -0,01%). Observa-se que as suplementações (cafeína e nitrato) promoveram uma menor queda de desempenho do que no controle, exceto a condição de cafeína no DJ.

Tabela 3- Média dos valores pré e pós dos saltos nas diferentes condições.

	Controle		Cafeína		Nitrato	
<b>CMJ</b>						
	<b>Altura (cm)</b>	<b>Potência (w)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Potência (w)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Potência (w)</b>
<b>Pré</b>	35,6 ± 6,7	3413 ± 389	35,8 ± 8,0	3427 ± 363	35,1 ± 7,4	3381 ± 393
<b>Pós</b>	33,7 ± 7,2	3299 ± 411	35,4 ± 6,8	3398 ± 449	34,4 ± 7,1	3279 ± 485
<b>DJ</b>						
	<b>Altura (cm)</b>	<b>Potência (w)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Potência (w)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Potência (w)</b>
<b>Pré</b>	34,0 ± 8,9	3317 ± 461	35,2 ± 7,0	3387 ± 396	34,6 ± 7,3	3354 ± 406
<b>Pós</b>	32,9 ± 7,1	3246 ± 419	33,6 ± 6,1	3292 ± 424	34,0 ± 6,3	3314 ± 413
<b>SJ</b>						
	<b>Altura (cm)</b>	<b>Potência (w)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Potência (w)</b>	<b>Altura (cm)</b>	<b>Potência (w)</b>
<b>Pré</b>	34,4 ± 7,5	3338 ± 390	34,4 ± 7,8	3339 ± 335	33,1 ± 7,5	3262 ± 398
<b>Pós</b>	32,3 ± 7,0	3210 ± 367	32,9 ± 5,8	3247 ± 394	33,2 ± 7,0	3268 ± 426

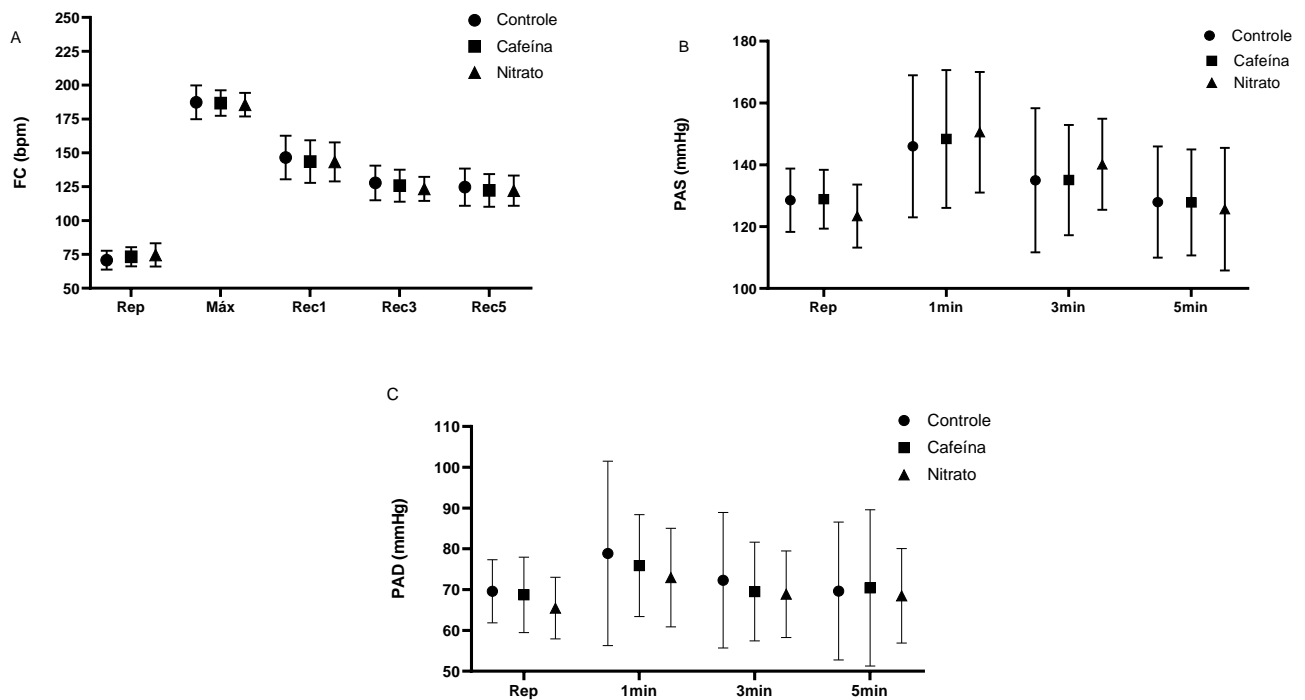
Legenda: cm: Centímetros; W: Watts.

Fonte: Do autor (2025).

### Variáveis cardiovasculares

Não foi encontrado diferença significativa nos parâmetros analisados entre as condições ( $p>0,05$ ). A figura 5 representa os valores de repouso, o valor máximo da FC durante o protocolo de teste e os valores de recuperação (1, 3 e 5 minutos).

Figura 5- Valores médios e seus respectivos desvio padrão das variáveis cardiovasculares.

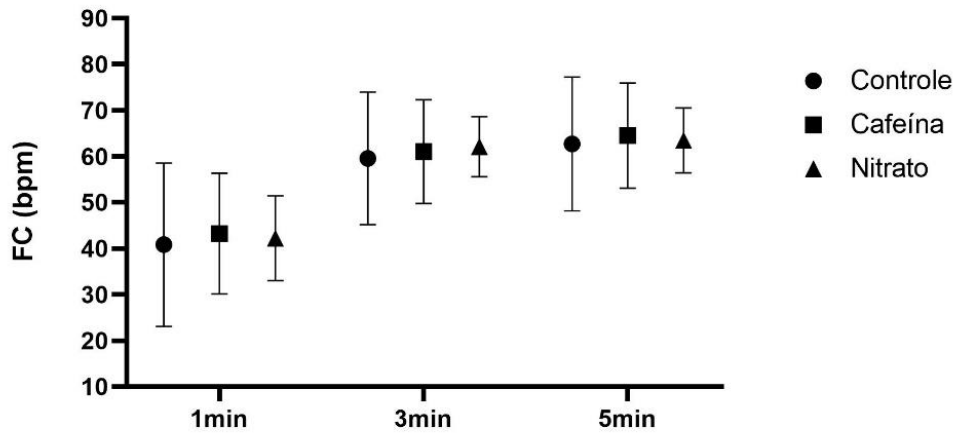


Legenda: A: Frequência Cardíaca; B: Pressão Arterial Sistólica; C: Pressão Arterial Diastólica: Bpm: Batimentos cardíacos por minuto; mmHg: Milímetros de mercúrio; rep: repouso.

Fonte: Do autor (2025).

A magnitude de recuperação da FC apresentada na figura 6 também não apresentou efeitos significativos entre as condições ( $p>0,05$ ). A média alcançada para controle, cafeína e nitrato para o minuto um foi de  $40,8 \pm 17,7$ ;  $43,5 \pm 12,7$  e  $42,2 \pm 9,20$ ; para o minuto três foi de  $59,6 \pm 14,4$ ;  $61,4 \pm 11,0$  e  $62,1 \pm 6,54$ ; e no minuto cinco foi de  $62,7 \pm 14,4$ ;  $65,3 \pm 11,5$  e  $63,5 \pm 7,0$ , respectivamente.

Figura 6- Valores médios da magnitude de recuperação da FC.



Fonte: Do autor (2025).

## DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi comparar os efeitos agudos do nitrato e da cafeína em um teste de protocolo utilizando o treinamento intervalado, em corredores recreacionais, para avaliar o impacto da suplementação no desempenho e nas variáveis cardiovasculares. Observou-se melhorias no desempenho do SIT com a utilização dos suplementos em comparação com o controle, entretanto tal efeito não foi verificado nas variáveis cardiovasculares.

Na literatura, atualmente existem quatro artigos que comparam os efeitos agudos do nitrato e da cafeína em exercícios de resistência ( Lane *et al.*, 2014; Glaister *et al.*, 2015; Oskarsson; Mcgawley, 2018; Berjisian *et al.*, 2022;). O estudo de Glaister *et al.* (2015) comparou os efeitos dos suplementos combinados e isolados no desempenho contrarrelógio de ciclismo de 20 km em 14 ciclistas femininas. Já o estudo de Lane *et al.* (2014) investigou os efeitos individuais e combinados do nitrato e da cafeína no desempenho de uma tarefa de ciclismo, simulando os desafios físicos do Contrarrelógio de Ciclismo de Rua dos Jogos Olímpicos de Londres 2012, com 32 ciclistas competitivos. Esses estudos corroboram com a investigação atual, demonstrando efeitos superiores da cafeína na diminuição do tempo total em comparação com o nitrato e o controle.

Por outro lado, o estudo de Oskarsson; Mcgawley *et al.* (2018) que comparou os efeitos dos suplementos combinados e isolados no exercício submáximo e máximo na esteira com nove corredores saudáveis, e o estudo de Berjisian *et al.* (2022), que avaliou os efeitos dos suplementos combinados e isolados, no desempenho do teste Yo-Yo1 em 18 jogadores de futebol semiprofissionais, não observaram tal efeito. A investigação de Oskarsson; Mcgawley

*et al.* (2018) apresenta uma falha metodológica, como o uso da amostra relativamente pequena ( $n=9$ ), o que pode justificar a inexistência de efeitos significativos.

O treinamento intervalado de alta intensidade, é fortemente dependente de fatores neuromusculares, demonstrando que indivíduos com maior força e potência, tendem a desempenhar melhor esse tipo de exercício físico (Brocherie *et al.*, 2014). A cafeína exerce uma função de aumentar o recrutamento de unidades motoras (Altimari *et al.*, 2001) resultando na melhora da contração muscular. Esse mecanismo, pode ter contribuído no resultado significativo observado na suplementação de cafeína comparando com a suplementação de nitrato e o controle ( $p<0,001$ ), com redução do tempo total dos *sprints*. Na literatura, estudos fortalecem esse achado (Glaister *et al.*, 2008; Stein *et al.*, 2021), indicando que a suplementação de cafeína resultou em efeitos benéficos em relação ao placebo em exercício de *sprint* repetido.

Nos esforços sete ( $p=0,023$ ) e nove ( $p=0,012$ ) do protocolo de teste, a suplementação de nitrato resultou em uma redução significativa do tempo quando comparado com a condição de controle. Este fato pode ser explicado pelo mecanismo do nitrato de aumentar o fluxo sanguíneo, e assim disponibilizando mais oxigênio para os músculos, que causaria uma menor depleção de fosfocreatina e resultaria na resistência à fadiga (Cuenca *et al.*, 2018). O desenvolvimento de fadiga era esperado nesse tipo de treinamento, por ser caracterizado como um exercício de alta intensidade (Fiorenza *et al.*, 2019).

A fadiga pode ser entendida como um declínio no desempenho em função do exercício (Knicker *et al.*, 2011) e pode ser observada através dos saltos verticais (Bestwick-Stevenson *et al.*, 2021). Embora os achados deste estudo não tenham encontrado diferenças significativas nos saltos verticais ( $p>0,05$ ), a suplementação promoveu uma diminuição menos acentuada na altura e na potência dos saltos. Esses achados corroboram com o estudo de San Juan *et al.* (2019) que demonstrou que a cafeína contribuiu com a diminuição menos acentuada na altura dos saltos, e com os achados de Daab *et al.* (2020), que observaram um efeito semelhante com o uso do nitrato, relatando menor decréscimo na altura dos saltos.

Comparando com a condição controle, não foram observados efeitos positivos tanto com a suplementação de cafeína quanto a de nitrato, nas variáveis cardiovasculares. De forma distinta, a investigação de Benjamin *et al.* (2021) identificou que a cafeína prejudica a recuperação da Frequência Cardíaca (FC) pós exercício, devido a capacidade dessa substância em aumentar os níveis de catecolaminas, que influenciam diretamente nas funções cardiovasculares, o que não foi observado no presente estudo.

Algumas limitações do presente estudo precisam ser elucidadas. Primeiro, a condição controle não ter sido aleatorizada, o que poderia ter limitado a evidência de alguns resultados.

Além disso, a falta da restrição de alimentos que contém cafeína poderia gerar uma interação entre a ingestão de nutrientes antes da intervenção e a influência das suplementações. E finalmente, não foi avaliado os níveis plasmáticos de NO, em vez disso foi assumido a partir de outros estudos ( Wylie *et al.*, 2013; Nyakayiru *et al.*, 2017; Garnacho-Castaño *et al.*, 2022), que utilizou a suplementação com o suco de beterraba, no qual houve um aumento dos níveis de NO no plasma. Pesquisas adicionais são necessárias para determinar os efeitos e os impactos gerados pela co-ingestão desses dois suplementos, em um protocolo de teste de treinamento intervalado de *sprint*.

### **CONCLUSÃO**

O presente estudo demonstrou que a suplementação de cafeína (420mg) ingerida 60 minutos antes do protocolo do SIT, se sobrepôs a suplementação de nitrato e a condição controle, em relação a diminuição do tempo total em corredores recreacionais. Além disso, a suplementação de nitrato com um suco de beterraba de 70ml rico em NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, consumido 2,5 horas antes do protocolo de teste, se mostrou eficiente na capacidade de suportar a fadiga durante o exercício. Entretanto, em relação as variáveis cardiovasculares, as suplementações não demonstraram diferenças estatísticas.

## ARTIGO 2

### IMPACTO DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA DE NITRATO E CAFEÍNA NO ESTADO DE HUMOR E VARIÁVEIS SUBJETIVAS NO TREINAMENTO INTERVALADO DE *SPRINT*.

#### RESUMO

O estado de humor pode impactar o desempenho esportivo tanto positivamente quanto negativamente. Suplementos ergogênicos, como cafeína e nitrato, têm mostrado benefícios na melhora do humor e da percepção subjetiva de esforço. Este estudo buscou avaliar o impacto da suplementação aguda de cafeína e nitrato no perfil de humor e na percepção de esforço em corredores recreacionais durante um treinamento intervalado de *sprint*. Participaram deste estudo randomizado e crossover 17 indivíduos (idade média de  $29,09 \pm 10,64$  anos; e massa corporal  $73,0 \pm 8,98$  kg; estatura  $1,72 \pm 0,77$  m), que realizaram quatro visitas ao laboratório, incluindo uma sessão inicial para consentimento e esclarecimentos. Nas sessões seguintes, foram feitas intervenções: uma sem suplementação (controle) e duas com suplementação aleatória de cafeína ou nitrato. Após o tempo de ação dos suplementos, os participantes responderam ao questionário POMS e realizaram um protocolo de teste com aquecimento, seguido de dez *sprints all out*, em que a Percepção Subjetiva de Esforço foi registrada a cada *sprint*. Ambos os suplementos foram eficientes na diminuição da PSE em comparação com a condição controle (cafeína:  $p= 0,003$  e nitrato  $p= 0,014$ ), no entanto, não foi observado efeito significativo nos aspectos do perfil do estado de humor. A suplementação aguda de cafeína e nitrato melhorou os processos psicológicos, reduzindo a PSE em comparação com o controle, mas não houve efeitos significativos no humor.

**Palavra Chave:** Suplementação Nutricional; Estado de Ânimo; Esforço Físico; Treinamento.

#### ABSTRACT

Mood state can impact athletic performance both positively and negatively. Ergogenic supplements, such as caffeine and nitrate, have shown benefits in improving mood and subjective effort perception. This study aimed to assess the impact of acute caffeine and nitrate supplementation on mood profile and perceived effort in recreational runners during a sprint interval training session. Seventeen individuals (mean age  $29.09 \pm 10.64$  years; body mass  $73.0 \pm 8.98$  kg; height  $1.72 \pm 0.77$  m) participated in this randomized crossover study, completing four laboratory visits, including an initial session for consent and clarification. In subsequent

sessions, interventions were performed: one without supplementation (control) and two with random supplementation of caffeine or nitrate. After the supplementation action time, participants completed the POMS questionnaire and performed a test protocol with a warm-up, followed by ten all-out sprints, during which the Subjective Perceived Effort (SPE) was recorded after each sprint. Both supplements were effective in reducing SPE compared to the control condition (caffeine:  $p = 0.003$  and nitrate:  $p = 0.014$ ), however, no significant effects were observed on mood profile aspects. Acute supplementation with caffeine and nitrate improved psychological processes by reducing SPE compared to the control, but no significant effects on mood were observed.

**Keywords:** Nutritional Supplementation; Mood State; Physical Effort; Training.

## INTRODUÇÃO

O estado de humor dos atletas pode influenciar tanto de forma positiva quanto negativa no seu desempenho esportivo, indicando uma considerável relação entre os aspectos psicológicos e *performance* (Bevilacqua *et al.*, 2019). Quando o atleta apresenta valores baixos em aspectos negativos do humor (depressão, confusão, fadiga, raiva e ansiedade) e altos em aspectos positivos (vigor) melhor desempenho físico é esperado (Acute *et al.*, 2019). Estudos com a utilização de suplementos ergogênicos sugerem que essa estratégia pode beneficiar os aspectos de humor e percepção subjetiva de esforço (Jodra *et al.*, 2019, 2020).

Na última década, tem-se observado uma taxa de uso extensivo de pelo menos um tipo de suplementos ergogênicos (80%) pelos atletas (Wickham; Spriet, 2023), apresentando uma maior prevalência em atletas de elite (Knapik *et al.*, 2016). No estudo de Nabuco *et al.* (2017), realizado no Brasil, 47% dos atletas utilizam recursos ergogênicos. Dos suplementos mais utilizados, a cafeína e o nitrato possuem fortes evidências científicas em relação aos benefícios de sua utilização (Domínguez *et al.*, 2017; Maughan *et al.*, 2018).

Para utilizar adequadamente a suplementação de cafeína, são recomendadas doses entre 3 e 6 mg/kg de massa corporal, 60min antes do exercício para ocorrer um efeito ergogênico, atuando principalmente no sistema nervoso central ( Pickering; Grgic, 2019; Guest *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2023; Antonio *et al.*, 2024). Com estrutura molecular semelhante à da adenosina, quando a cafeína é absorvida essa se liga aos receptores da adenosina anulando sua ação, o que promove o aumento da liberação de neurotransmissores como: serotonina, dopamina, acetilcolina, noradrenalina e glutamato, resultando em alterações tanto no desempenho físico quanto no cognitivo (Guest *et al.*, 2021).

Já em relação ao nitrato, segundo Maughan *et al.* (2018) recomenda-se utilizar doses entre 5 e 9 mmol de forma aguda, consumidas 2 a 3 horas antes do exercício, para obter um efeito ergogênico eficiente. O nitrato irá aumentar a biodisponibilidade de Óxido Nítrico no plasma, melhorando a captação e o transporte de oxigênio (Gao *et al.*, 2021), gerando efeitos também na vasodilatação, eficiência metabólica muscular, respiração mitocondrial e contratilidade muscular (Thompson *et al.*, 2016).

Os estudos que analisam os efeitos de suplementos ergogênicos são predominantemente relacionados às respostas de desempenho (Domínguez 2017; Vitale *et al.*, 2019; Grgic *et al.*, 2020). Os impactos que a suplementação tem no estado de humor não estão totalmente definidos (Acute *et al.*, 2019; Jodra *et al.*, 2019, 2020). Portanto, o objetivo desse estudo foi comparar o perfil do estado de humor e a percepção subjetiva de esforço, em praticantes de

corrida recreacionalmente ativos na utilização da suplementação aguda de nitrato e de cafeína em um treinamento intervalado de *sprint*.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **Participantes**

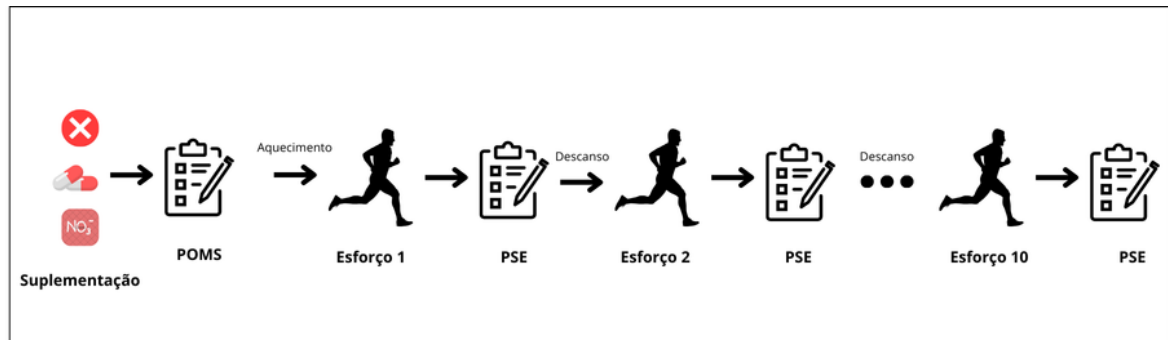
Participaram dessa pesquisa 17 atletas masculinos de corrida recreacionalmente ativos (idade média de  $29,09 \pm 10,64$  anos; massa corporal  $73,0 \pm 8,98$  kg; estatura  $1,72 \pm 0,77$  m) de forma voluntária e atendendo a resolução CNS.466/12, e em conformidade com os protocolos éticos, o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade (CAAE: 20221419.7.0000.5148) e todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE). Os participantes completaram os seguintes critérios de elegibilidade: ser praticante da modalidade há pelo menos um ano, não ser atleta profissional, não ter nenhuma doença cardiorrespiratória e não ter nenhuma lesão que impeça a realização das atividades. Os indivíduos foram instruídos a evitarem o consumo de álcool, alimentos ricos em nitrato (por exemplo beterraba, alface, espinafre, etc.), atividades extenuantes e a manterem o consumo habitual dietético, antes do teste.

### **Desenho experimental**

O desenho do estudo foi cruzado e randomizado aleatoriamente. Cada participante foi ao laboratório da universidade quatro vezes, sendo que a primeira sessão foi para assinar o termo de consentimento livre e esclarecido e sanar possíveis dúvidas. Nas demais sessões foram realizadas as intervenções, de forma que a primeira não havia a suplementação (controle) e nas outras duas os participantes recebiam aleatoriamente a cafeína ou o nitrato.

Nos momentos de intervenção, os participantes inicialmente recebiam o nitrato ou a cafeína, e após o tempo de ação de cada suplemento, preencheram o questionário Perfil de Estado de Humor (POMS). Após a este momento, os sujeitos realizaram o protocolo de teste na pista de atletismo, que consistia em primeiramente um aquecimento e depois dez esforços *all out*, com um período de descanso entre cada um, e a cada esforço os participantes classificavam a Percepção Subjetiva de Esforço (Figura 7).

Figura 7- Desenho experimental da intervenção.



Legenda: POMS: Questionário do Perfil do Estado de Humor; PSE; Percepção Subjetiva de Esforço.  
Fonte: Do Autor (2025).

### Protocolo de suplementação

A suplementação de cafeína foi realizada por meio de cápsula contendo uma dosagem fixa de 420mg, equivalente em média a  $5,59\text{g/kg} \pm 0,79\text{g/kg}$  de massa corporal, administradas 60 minutos antes da realização do teste. Já o nitrato foi consumido 2,5 horas antes do teste, através do suco de beterraba 70ml rico em nitrato ( $\sim 6,4\text{mmol}$  de  $\text{NO}_3^-$  - 400mg - Beet IT; James White Drinks Ltd, Ipswich, UK) (Gao *et al.*, 2021).

### Instrumentos

O questionário do Perfil do Estado de Humor (POMS) foi aplicado antes de iniciar o protocolo de teste. Este instrumento consiste em avaliar seis escalas: tensão (T), depressão (D), hostilidade (H), vigor (V), fadiga (F) e confusão (C). A soma total do estado de ânimo é representada pela Perturbação Total de Humor (PTH), calculada somando as cinco dimensões e subtraindo a dimensão de vigor, acrescentando uma constante de 100 para evitar resultados valor negativo ( $\text{PTH} = \text{D} + \text{T} + \text{H} + \text{F} + \text{C} - \text{V} + 100$ ). Os participantes respondiam os 36 itens por meio da escala de likert variando de zero (nada) a quatro (muitíssimo) (Viana; Almeida; Santos, 2012).

A Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) foi avaliada usando a versão modificada de Forster et al., (2001). Este instrumento consiste em uma escala de zero a 10, onde zero representa repouso e 10 corresponde ao esforço máximo. Assim que os participantes terminavam os esforços *all out* eram solicitados a relatarem a PSE, indicando na escala como estavam se sentindo naquele momento.

### Protocolo de teste

Os participantes iniciavam com um aquecimento de cinco minutos, em uma intensidade moderada na pista de atletismo. Após a este momento, os sujeitos tinham que realizar dez

esforços em sua intensidade máxima. Ao final de cada esforço foi solicitada a PSE e o descanso entre cada esforço foi três vezes o tempo realizado (3:1).

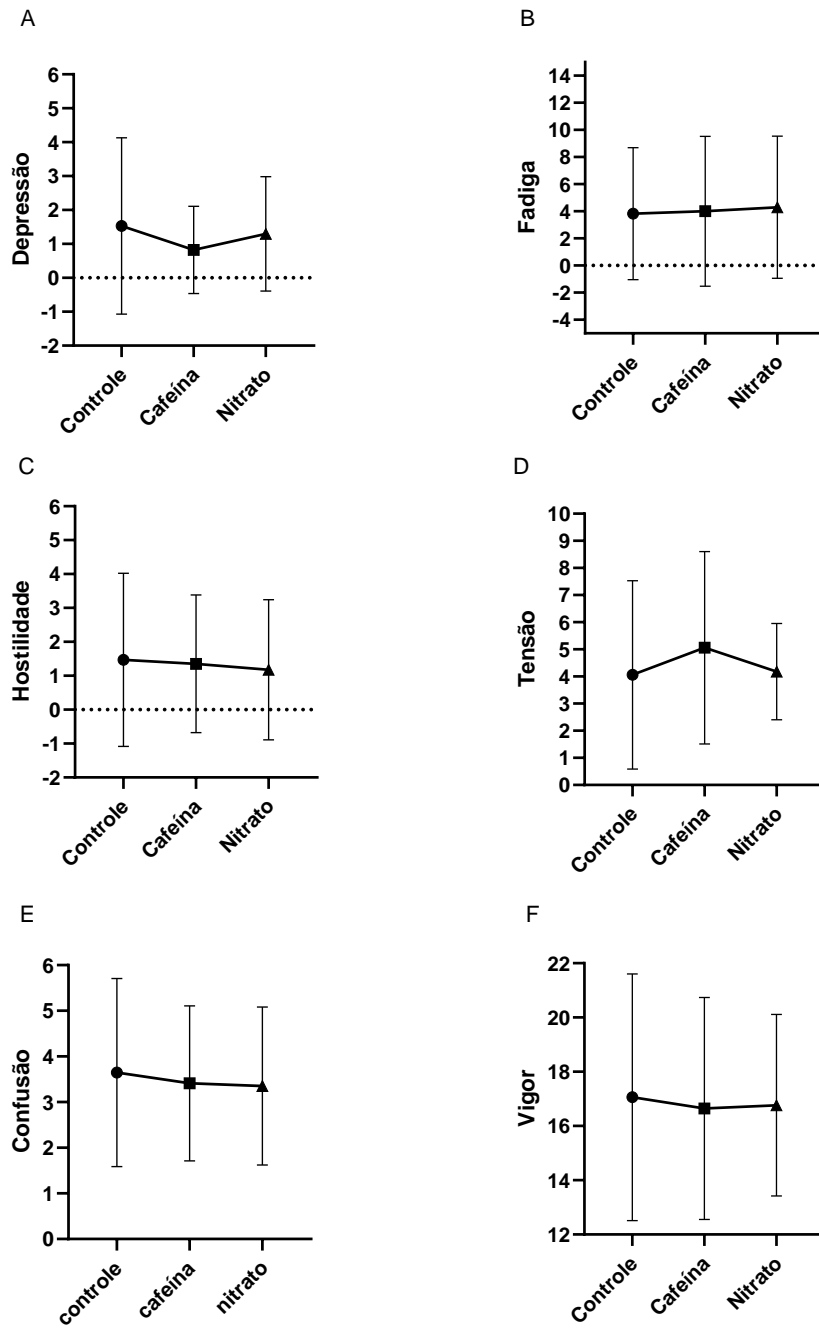
### **Análise estatística**

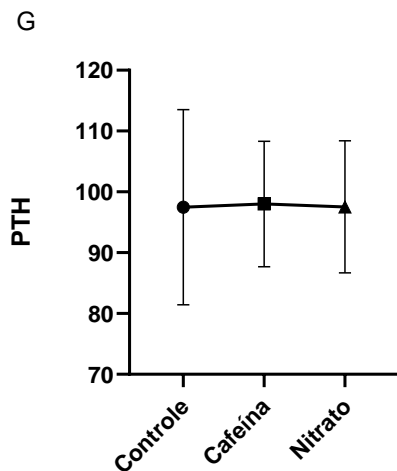
Os dados foram expressos em média e desvio padrão e a distribuição normal foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk. Para comparar as condições controle x cafeína x nitrato com as variáveis de PSE e do questionário POMS foi utilizado o teste ANOVA two-way de comparações múltiplas ou o teste de Friedman para os dados não paramétricos, com Post-Hoc de Tukey e Bonferroni. Todas as análises estatísticas foram realizadas no programa Jamovi® versão 2.3.28 e Graph Prism® versão 8.0, com nível de significância de  $p < 0,05$ .

### **RESULTADOS**

Os valores médios psicológicos em relação ao perfil do estado de humor, são apresentados na figura 8 (A-B-C-D-E-F-G). Nenhum efeito significativo foi identificado nas variáveis de humor em relação as condições ( $p > 0,05$ ).

Figura 8- Valores médios e desvio padrão dos fatores avaliados pelo POMS.



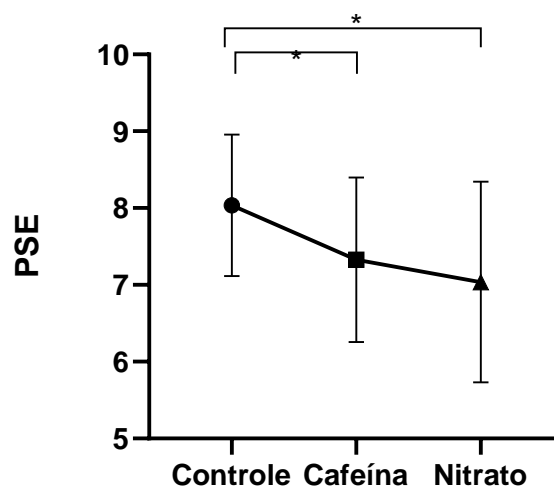


Legenda: A- Desorientação; B- Fadiga; C- Hostilidade; D- Tensão; E- Confusão; F- Vigor; G- Perturbação Total de Humor (PTH).

Fonte: Do autor (2025).

A percepção subjetiva de esforço é apresentada na figura 9 e 10. Observou-se um efeito significativo na média da PSE nos momentos de intervenção ( $p < 0,001$ ), obtendo  $8,1 \pm 0,9$  no controle,  $7,4 \pm 1,1$  na cafeína e  $7,1 \pm 1,2$  no nitrato. O teste de post hoc identificou que a condição de controle apresentou valores maiores do que a cafeína ( $p = 0,003$ ) e maiores do que o nitrato ( $p = 0,014$ ). Não houve efeito significativo na comparação entre nitrato e cafeína ( $p = 0,69$ ) (Figura 8).

Figura 9- Média da PSE em cada condição.

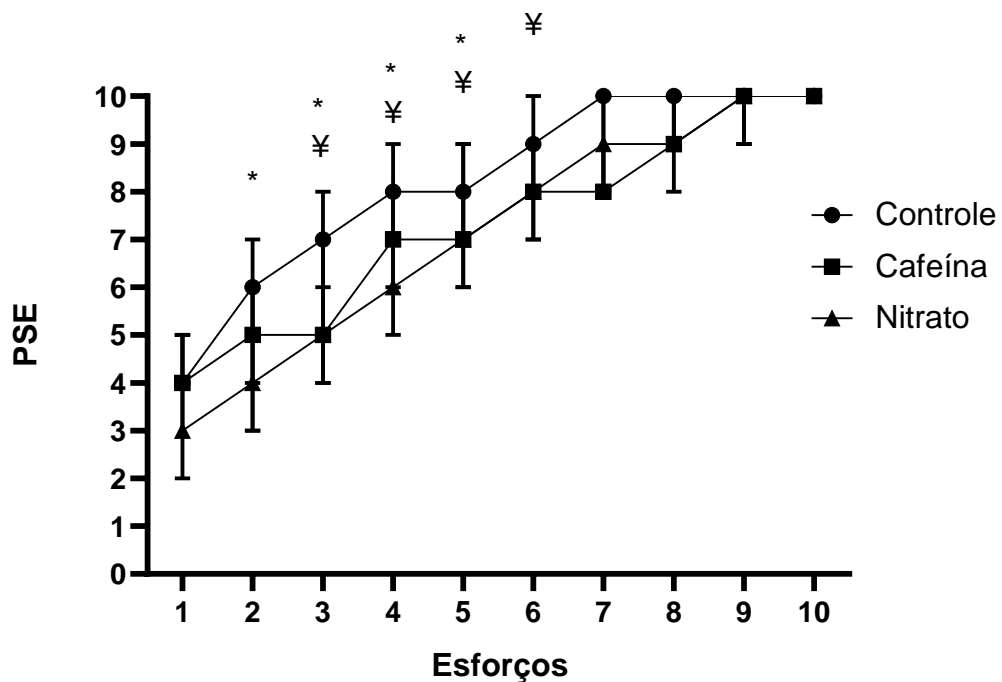


Legenda: \*  $p < 0,05$ .

Fonte: Do autor (2025).

A Figura 10 apresenta o comportamento da PSE em cada esforço do teste. Observou-se um efeito significativo ( $p < 0,001$ ) nos esforços dois (controle x nitrato,  $p = 0,0018$ ), três (controle x cafeína  $p = 0,0089$  e controle x nitrato  $p = 0,0019$ ), quatro (controle x cafeína  $p = 0,0031$  e controle x nitrato  $p = 0,0218$ ), cinco (controle x cafeína  $p = 0,0056$  e controle x nitrato  $p = 0,0334$ ) e seis (controle x cafeína  $p = 0,0273$ ). Nos demais esforços e condições não foram observadas diferenças estatísticas.

Figura 10- Comportamento da média da PSE em cada esforço comparado em cada condição.



Legenda: \*  $p < 0,05$  controle x nitrato; ¥  $p < 0,05$  controle x cafeína.

Fonte: Do autor (2025).

## DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo comparar o perfil do estado de humor e a percepção subjetiva de esforço, em praticantes de corrida recreacionalmente ativos na utilização da suplementação aguda de nitrato e de cafeína em um treinamento intervalado de *sprint*. O principal resultado indica que tanto a cafeína quanto o nitrato foram capazes de diminuir a percepção subjetiva de esforço (PSE) em comparação com a condição controle. Entretanto, não foram observados efeitos significativos no perfil do estado de humor entre as condições.

O estudo de Domínguez *et al.*, (2021) demonstrou que a suplementação de cafeína em indivíduos treinados tem efeitos positivos nas variáveis de humor, aumentando os aspectos de

tensão e vigor enquanto reduz a PSE. Semelhantemente, o estudo de *Jodra et al.*, (2019) utilizando a suplementação de nitrato resultou no aumento do aspecto de tensão e uma menor PSE, em atletas treinados em resistência. Os achados relacionados a PSE corroboram com a pesquisa atual, no qual houve uma diminuição dessa variável, no entanto o aumento do aspecto de tensão não foi observado nesse estudo.

A capacidade da cafeína de se ligar aos receptores de adenosina, promovendo a liberação de neurotransmissores (*Guest et al.*, 2021) e a capacidade do nitrato em reduzir o acúmulo de metabólitos no músculo (*Bailey et al.*, 2010), podem explicar os resultados encontrados na PSE. Neste trabalho, observou-se uma redução significativa na PSE tanto com a suplementação de cafeína quanto de nitrato, em comparação com a condição controle (cafeína x controle  $p=0,003$  e nitrato x controle  $p=0,0014$ ). Resultados semelhantes são encontrados em estudos anteriores, que relataram efeitos positivos associados à utilização de cafeína (*Duncan et al.*, 2013; *Stojanović et al.*, 2019) e de nitrato (*Jodra et al.*, 2019; *Casado et al.*, 2021) na diminuição da PSE.

Os achados deste estudo não mostraram efeitos significativos no perfil de estado de humor dos participantes com o uso de nitrato ou cafeína, em comparação com o controle. Entretanto, pode-se observar um valor sutil mais alto no aspecto de tensão na condição cafeína, e o estudo de *Jodra et al.* (2019), relaciona que o aumento do aspecto de tensão pode promover um estado emocional favorável para realização do exercício físico, resultando em uma melhora do desempenho.

Um fator limitante desta pesquisa, foi a ausência da condição placebo. O efeito placebo foi investigado no estudo de *Valero et al.* (2024) que verificou o efeito placebo da cafeína, no qual os participantes não ingeriram nenhuma substância, mas foram informados que estavam utilizando a cafeína. O que demonstrou que o efeito placebo foi suficiente para produzir melhoras significativas no desempenho. Então, acreditava-se que ao informar aos participantes sobre o suplemento e seus benefícios, esperava-se que isso influenciasse as avaliações nos aspectos do POMS.

## **CONCLUSÃO**

Conclui-se que, a suplementação aguda de cafeína e de nitrato resultou em melhorias nos processos psicológicos, evidenciados através da diminuição da PSE em comparação com o controle. No entanto, não foi possível observar efeitos significativos no perfil do estado de humor dos indivíduos, avaliados pelo questionário POMS. Futuras pesquisas são necessárias para comparar os efeitos do uso de suplementos em condições placebo, a fim de avaliar com maior precisão os fatores relacionados ao estado de humor.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo comparar o efeito agudo da suplementação de cafeína e nitrato, sobre o desempenho no SIT, potência no salto vertical, variáveis hemodinâmicas e psicológicas em corredores recreacionais, por meio de um protocolo de avaliação utilizando o treinamento intervalado de *sprint*. A pesquisa permitiu compreender os impactos dos suplementos nos aspectos psicofisiológicos.

Os resultados demonstraram que a suplementação de cafeína foi superior ao nitrato no tempo total do protocolo de intervenção, enquanto a suplementação de nitrato demonstrou efeitos benéficos durante os esforços do protocolo. Ambos os suplementos resultaram em efeitos positivos na diminuição da PSE, indicando que tanto a suplementação de cafeína quanto a de nitrato demonstraram efeitos ergogênicos.

Este estudo contribuiu para o entendimento de que diferentes tipos de suplementos podem influenciar em um mesmo protocolo de treinamento. Esses achados são relevantes para a prescrição de estratégias nutricionais que buscam melhorar o desempenho em modalidades que exigem esforços intermitentes em alta intensidade.

Para pesquisas futuras, sugere-se compreender os efeitos da co-ingestão de cafeína e nitrato em um treinamento intervalado de *sprint*, elucidando possíveis efeitos sinérgicos ou adversos dessa combinação compreendendo melhor a interação dos dois suplementos. Assim, concluiu-se que tanto a cafeína quanto o nitrato se mostraram eficazes para melhorar o desempenho em um treinamento intervalado de alta intensidade.

## REFERÊNCIAS

- ACUTE, E *et al.* nutrients Maximal Performance , Reaction Times , Psychological and Physiological Parameters : Insights from a. **Nutrients** **2019**, [s. l.], p. 14, 2019.
- ALTIMARI, Leandro Ricardo *et al.* Caffeine: nutritional ergogenic in Sports. **Rev. Bras. Ciên. e Mov.** , Brasilia, p. 57–64, 2001.
- ANTONIO, Jose *et al.* Common questions and misconceptions about caffeine supplementation: what does the scientific evidence really show?. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, [s. l.], v. 21, n. 1, 2024.
- APPLEGATE, Elizabeth A; GRIVETTI, Louis E. **Symposium: Nutrition and Physical Performance: A Century of Progress and Tribute to the Modern Olympic Movement Search for the Competitive Edge: A History of Dietary Fads and Supplements 1J. Nutr.** [S. l.: s. n.], 1997.
- BAILEY, Stephen J. *et al.* Dietary nitrate supplementation enhances muscle contractile efficiency during knee-extensor exercise in humans. **Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 109, n. 1, p. 135–148, 2010.
- BENJAMIM, Cicero Jonas R. *et al.* Caffeine slows heart rate autonomic recovery following strength exercise in healthy subjects. **Revista Portuguesa de Cardiologia**, [s. l.], v. 40, n. 6, p. 399–406, 2021.
- BERJISIAN, Erfan *et al.* Acute effects of beetroot juice and caffeine co-ingestion during a team-sport-specific intermittent exercise test in semi-professional soccer players: a randomized, double-blind, placebo-controlled study. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, [s. l.], v. 14, n. 1, 2022.
- BESTWICK-STEVENSON, Thomas *et al.* **Assessment of Fatigue and Recovery in Sport: Narrative Review.** [S. l.]: Georg Thieme Verlag, 2021.
- BEVILACQUA, Guilherme Guimarães *et al.* Mood states and sports results of a team throughout the second phase of the national futsal league. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, [s. l.], v. 35, 2019.
- BOULLOSA, Daniel *et al.* Effects of short sprint interval training on aerobic and anaerobic indices: A systematic review and meta-analysis. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, [s. l.], v. 32, n. 5, p. 810–820, 2022.
- BROCHERIE, Franck *et al.* Relationships between anthropometric measures and athletic performance, with special reference to repeated-sprint ability, in the Qatar national soccer team. **Journal of Sports Sciences**, [s. l.], v. 32, n. 13, p. 1243–1254, 2014.
- BURKE, Louise M. Caffeine and sports performance. *In:* , 2008. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism.** [S. l.: s. n.], 2008. p. 1319–1324.
- CAPPELLETTI, Simone *et al.* Caffeine: Cognitive and Physical Performance Enhancer or

- Psychoactive Drug?. **Current Neuropharmacology**, [s. l.], v. 13, p. 71–88, 2015.
- CASADO, Arturo *et al.* Influence of sex and acute beetroot juice supplementation on 2 km running performance. **Applied Sciences (Switzerland)**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. 1–10, 2021.
- CHRISTENSEN, Peter M. *et al.* **Caffeine and bicarbonate for speed. A meta-analysis of legal supplements potential for improving intense endurance exercise performance.** [S. l.]: Frontiers Research Foundation, 2017.
- CLARKE, Neil D. *et al.* Coffee ingestion enhances 1-mile running race performance. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, [s. l.], v. 13, n. 6, p. 789–794, 2018.
- COLLADO-MATEO, Daniel *et al.* **Effect of acute caffeine intake on the fat oxidation rate during exercise: A systematic review and meta-analysis.** [S. l.]: MDPI AG, 2020.
- CONWAY, Joan M *et al.* Effectiveness of the US Department of Agriculture 5-step multiple-pass method in assessing food intake in obese and nonobese women 1-3. **Am J Clin Nutr**, [s. l.], v. 77, p. 1171–1179, 2003. Disponível em: <https://academic.oup.com/ajcn/article-abstract/77/5/1171/4689816>.
- COYLE, Edward F *et al.* **Determinants of endurance in well-trained cyclists****J. Appl. Physiol.** [S. l.: s. n.], 1988. Disponível em: [www.physiology.org/journal/jappl](http://www.physiology.org/journal/jappl). .
- CUENCA, Eduardo *et al.* Effects of Beetroot Juice Supplementation on Performance and Fatigue in a 30-s All-Out Sprint Exercise: A Randomized, Double-Blind Cross-Over Study. **Nutrients**, [s. l.], v. 10, n. 9, p. 1222, 2018.
- DAAB, Wael *et al.* Chronic Beetroot Juice Supplementation Accelerates Recovery Kinetics following Simulated Match Play in Soccer Players. **Journal of the American College of Nutrition**, [s. l.], v. 40, n. 1, p. 61–69, 2020
- DE SOUZA, Jefferson Gomes *et al.* **Risk or benefit? Side effects of caffeine supplementation in sport: a systematic review.** [S. l.]: Springer Science and Business Media Deutschland GmbH, 2022.
- DOHERTY, M.; SMITH, P. M. **Effects of caffeine ingestion on rating of perceived exertion during and after exercise: A meta-analysis.** [S. l.: s. n.], 2005.
- DOMÍNGUEZ, Raúl *et al.* Acute effects of caffeine intake on psychological responses and high-intensity exercise performance. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 18, n. 2, p. 1–10, 2021.
- DOMÍNGUEZ, Raúl *et al.* **Effects of beetroot juice supplementation on cardiorespiratory endurance in athletes. A systematic review.** [S. l.]: MDPI AG, 2017.
- DUNCAN, Michael J. *et al.* Acute caffeine ingestion enhances strength performance and reduces perceived exertion and muscle pain perception during resistance exercise. **European Journal of Sport Science**, [s. l.], v. 13, n. 4, p. 392–399, 2013.

- ESEN, Ozcan; DOMÍNGUEZ, Raúl; KARAYIGIT, Raci. Acute Beetroot Juice Supplementation Enhances Intermittent Running Performance but Does Not Reduce Oxygen Cost of Exercise among Recreational Adults. **Nutrients**, [s. l.], v. 14, n. 14, 2022.
- FIGUEIREDO, Diogo Hilgemberg *et al.* Peak Running Velocity or Critical Speed Under Field Conditions: Which Best Predicts 5-km Running Performance in Recreational Runners?. **Frontiers in Physiology**, [s. l.], v. 12, 2021.
- FIORINZA, Matteo *et al.* Neuromuscular Fatigue and Metabolism during High-Intensity Intermittent Exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, [s. l.], v. 51, n. 8, p. 1642–1652, 2019.
- FLÁVIO BATISTA BORGES PEREIRA, Ernesto; COSTA BORGES, Adriana. Influencia da Corrida como Exercício Aeróbico na Melhora do Condicionamento Cardiorespiratório. **Revista Estudos- Revista de Ciências Ambientais e Saúde (EVS)**, [s. l.], v. 33, n. 4, p. 573–588, 2007.
- FONTELLES, Mauro José *et al.* Metodologia da pesquisa científica: diretrizes para a elaboração de um protocolo de pesquisa / Scientific research methodology: guidelines for elaboration of a research protocol. **Rev. para. med**, [s. l.], v. 23, n. 3, 2009.
- GAO, Chloe *et al.* The effects of dietary nitrate supplementation on endurance exercise performance and cardiorespiratory measures in healthy adults: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, [s. l.], v. 18, n. 1, 2021.
- GARNACHO-CASTAÑO, Manuel Vicente *et al.* Circulating nitrate-nitrite reduces oxygen uptake for improving resistance exercise performance after rest time in well-trained CrossFit athletes. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 12, n. 1, 2022.
- GILSANZ, Laura *et al.* Effect of Caffeine and Nitrates Combination on Exercise Performance, Heart Rate and Oxygen Uptake: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Nutrients**, [s. l.], v. 16, n. 19, 2024.
- GLAISTER, Mark *et al.* Caffeine supplementation and multiple sprint running performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 40, n. 10, p. 1835–1840, 2008.
- GLAISTER, Mark *et al.* EFFECTS OF DIETARY NITRATE, CAFFEINE, AND THEIR COMBINATION ON 20-KM CYCLING TIME TRIAL PERFORMANCE. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], 2015. Disponível em: [www.nsc.com](http://www.nsc.com).
- GRGIC, Jozo; PICKERING, Craig. The effects of caffeine ingestion on isokinetic muscular strength: A meta-analysis. **Journal of Science and Medicine in Sport**, [s. l.], v. 22, n. 3, p. 353–360, 2019.
- GUEST, Nanci S. *et al.* **International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance**. [S. l.]: BioMed Central Ltd, 2021.
- HESPEL, P; OP 'T EIJNDE, B; VAN LEEMPUTTE, M. Opposite actions of caffeine and creatine on muscle relaxation time in humans. **J Appl Physiol**, [s. l.], 2002. Disponível em: <http://www.jap.org>.

HORD, Norman G.; TANG, Yaoping; BRYAN, Nathan S. **Food sources of nitrates and nitrites: The physiologic context for potential health benefits.** [*S. l.*: *s. n.*], 2009.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**, [*s. l.*], v. 40, n. 3, p. 497–504, 1978.

JODRA, Pablo *et al.* Effect of beetroot juice supplementation on mood, perceived exertion, and performance during a 30-second wingate test. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, [*s. l.*], v. 15, n. 2, p. 243–248, 2019.

JODRA, P. *et al.* Effects of caffeine supplementation on physical performance and mood dimensions in elite and trained-recreational athletes. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, [*s. l.*], v. 17, 2020.

JONES, Andrew M. Dietary nitrate supplementation and exercise performance. **Sports Medicine**, [*s. l.*], v. 44, n. SUPPL.1, 2014.

KERKSICK, Chad M. *et al.* **ISSN exercise & sports nutrition review update: Research & recommendations.** [*S. l.*]: BioMed Central Ltd., 2018.

KNAPIK, Joseph J. *et al.* **Prevalence of Dietary Supplement Use by Athletes: Systematic Review and Meta-Analysis.** [*S. l.*]: Springer International Publishing, 2016.

KNICKER, Axel J *et al.* Interactive Processes Link the Multiple Symptoms of Fatigue in Sport Competition. **Sports Med**, [*s. l.*], v. 41, n. 4, p. 307–328, 2011.

LAGO-RODRÍGUEZ, Ángel *et al.* Caffeine improves performance but not duration of the countermovement jump phases. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, [*s. l.*], v. 61, n. 2, p. 199–204, 2021.

LANE, Stephen C *et al.* Single and combined effects of beetroot juice and caffeine supplementation on cycling 1 time trial performance. 2 3. **Appl. Physiol. Nutr. Metab.** Downloaded from [www.nrcresearchpress.com](http://www.nrcresearchpress.com) by GRAND VALLEY STATE UNIVERSITY on, [*s. l.*], 2014. Disponível em: [www.nrcresearchpress.com](http://www.nrcresearchpress.com).

LEE, Jeong Beom *et al.* Blood dopamine level enhanced by caffeine in men after treadmill running. **Chinese Journal of Physiology**, [*s. l.*], v. 62, n. 6, p. 279–284, 2019.

LÓPEZ-SAMANES, Alvaro *et al.* Nutritional Ergogenic Aids in Tennis: A Brief Review. **Strength and Conditioning Journal**, [*s. l.*], 2015. Disponível em: <http://journals.lww.com/nsca-scj>.

MAUGHAN, Ronald J. *et al.* **IOC consensus statement: Dietary supplements and the high-performance athlete.** [*S. l.*]: BMJ Publishing Group, 2018.

MURPHY, Molly J. *et al.* **Dietary Supplements for Athletic Performance in Women: Beta-Alanine, Caffeine, and Nitrate.** [*S. l.*]: Human Kinetics Publishers Inc., 2022.

NABUCO, Hellen Clair Garcez *et al.* Use of dietary supplements among Brazilian athletes. **Revista de Nutricao**, [s. l.], v. 30, n. 2, p. 163–173, 2017.

NYAKAYIRU, Jean *et al.* Beetroot juice supplementation improves high-intensity intermittent type exercise performance in trained soccer players. **Nutrients**, [s. l.], v. 9, n. 3, 2017.

OSKARSSON, Johanna; MCGAWLEY, Kerry. No individual or combined effects of caffeine and beetroot-juice supplementation during 1 submaximal or maximal running 2 3. **Appl. Physiol. Nutr. Metab.** Downloaded from [www.nrcresearchpress.com](http://www.nrcresearchpress.com) by UNIVERSITY OF OREGON on, [s. l.], 2018.

PEREZ, Anselmo José *et al.* Perfil cardiopulmonar de corredores de rua atletas e não atletas caracterizados por nível de desempenho esportivo. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**, [s. l.], v. 26, n. 1, p. 105–115, 2018.

PICKERING, Craig; GRGIC, Jozo. **Caffeine and Exercise: What Next?**. [S. l.]: Springer International Publishing, 2019.

ROCHA, Pedro Lucas de Amorim *et al.* Development of a Caffeine Content Table for Foods, Drinks, Medications and Supplements Typically Consumed by the Brazilian Population. **Nutrients**, [s. l.], v. 14, n. 20, 2022.

SAN JUAN, Alejandro F. *et al.* Caffeine supplementation improves anaerobic performance and neuromuscular efficiency and fatigue in Olympic-level boxers. **Nutrients**, [s. l.], v. 11, n. 9, 2019.

SENEFELD, Jonathon W. *et al.* **Ergogenic Effect of Nitrate Supplementation: A Systematic Review and Meta-analysis**. [S. l.]: Lippincott Williams and Wilkins, 2020.

SHABIR, Akbar *et al.* **The influence of caffeine expectancies on sport, exercise, and cognitive performance**. [S. l.]: MDPI AG, 2018.

SHANNON, Oliver M. *et al.* Dietary Inorganic Nitrate as an Ergogenic Aid: An Expert Consensus Derived via the Modified Delphi Technique. **Sports Medicine**, [s. l.], 2022.

SNELL, Peter G. *et al.* Maximal oxygen uptake as a parametric measure of cardiorespiratory capacity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 39, n. 1, p. 103–107, 2007.

STEIN, Jesse A *et al.* **Effects of Caffeine on Exercise Duration, Critical Velocity, and Ratings of Perceived Exertion During Repeated-Sprint Exercise in Physically Active Men** *International Journal of Exercise Science*. [S. l.: s. n.], 2021. Disponível em: <http://www.intjexersci.com>. .

STOJANOVIĆ, Emilija *et al.* Acute caffeine supplementation promotes small to moderate improvements in performance tests indicative of in-game success in professional female basketball players. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, [s. l.], v. 44, n. 8, p. 849–856, 2019.

TAN, Rachel *et al.* The Effects of Dietary Nitrate Supplementation on Explosive Exercise

Performance: A Systematic Review. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 19, n. 2, 2022.

TANABE, Yoko; FUJII, Naoto; SUZUKI, Katsuhiko. **Dietary supplementation for attenuating exercise-induced muscle damage and delayed-onset muscle soreness in humans**. [S. l.]: MDPI, 2022.

THOMPSON, Christopher *et al.* Dietary nitrate supplementation improves sprint and high-intensity intermittent running performance. **Nitric Oxide - Biology and Chemistry**, [s. l.], v. 61, p. 55–61, 2016.

TSCHAKERT, Gerhard; HOFMANN, Peter. High-Intensity Intermittent Exercise: Methodological and Physiological Aspects. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, [s. l.], v. 8, n. 6, p. 600–610, 2013.

VALERO, Fernando; GONZÁLEZ-MOHÍNO, Fernando; SALINERO, Juan José. Belief That Caffeine Ingestion Improves Performance in a 6-Minute Time Trial Test without Affecting Pacing Strategy. **Nutrients**, [s. l.], v. 16, n. 2, 2024.

VIANA, Miguel; ALMEIDA, Pedro; SANTOS, Rita C. Adaptação portuguesa da versão reduzida do Perfil de Estados de Humor – POMS. **Análise Psicológica**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 77–92, 2012.

VITALE, Kenneth; GETZIN, Andrew. **Nutrition and supplement update for the endurance athlete: Review and recommendations**. [S. l.]: MDPI AG, 2019.

WANG, Ziyu *et al.* **Effects of Caffeine Intake on Endurance Running Performance and Time to Exhaustion: A Systematic Review and Meta-Analysis**. [S. l.]: MDPI, 2023.

WARREN, Gordon L. *et al.* Effect of caffeine ingestion on muscular strength and endurance: A meta-analysis. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, [s. l.], v. 42, n. 7, p. 1375–1387, 2010.

WEITMAN, A *et al.* **Prediction of lactate threshold (LT) and fixed blood lactate concentrations (FBLC) from 3200-m running performance in women** *IntJ Sports Med*. [S. l.: s. n.], 1990.

WESTON, Kassia S; WISLØFF, Ulrik; COOMBES, Jeff S. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, [s. l.], v. 48, n. 16, p. 1227–1234, 2014.

WICKHAM, Kate A.; SPRIET, Lawrence L. Food for thought: Physiological considerations for nutritional ergogenic efficacy. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, [s. l.], 2023.

WYLIE, Lee J. *et al.* Dietary nitrate supplementation improves team sport-specific intense intermittent exercise performance. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], v. 113, n. 7, p. 1673–1684, 2013.

ZAMANI, H. *et al.* **The benefits and risks of beetroot juice consumption: a systematic review**. [S. l.]: Bellwether Publishing, Ltd., 2021.

ZAMPARO, Paola; MONTE, Andrea; PAVEI, Gaspare. **Energetics (and Mechanical Determinants) of Sprint and Shuttle Running**. [S. l.]: Georg Thieme Verlag, 2024.

## APÊNDICES

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

#### Termo de consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

##### Grupo de Estudos e Pesquisa em Respostas Neuromusculares (GEPREN)

A pesquisa será desenvolvida para defesa do mestrado na área da nutrição e saúde no Programa de Pós-graduação em Nutrição e Saúde (PPGNS) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). As coletas serão inteiramente realizadas no laboratório de Estudos do Movimento Humano (LEMOH) e na pista de atletismo no departamento de Educação Física da UFLA.

**Pesquisador Responsável:** Caroline Santiago dos Santos, Sandro Fernandes da Silva e Francisco Emanuel.

#### I. TÍTULO DO TRABALHO EXPERIMENTAL

Efeitos agudos da suplementação de nitrato e cafeína no treinamento intervalado de alta intensidade

#### II. OBJETIVOS

A partir de um protocolo de treinamento intervalado de alta intensidade, verificar e comparar a resposta aguda da suplementação de cafeína e de nitrato na Percepção Subjetiva de Esforço (PSE), Frequência Cardíaca (FC), Pressão Arterial (PA), estado de humor, desempenho aeróbico e potência dos membros inferiores.

#### III. JUSTIFICATIVA

O uso de suplementação vem aumentando muito atualmente, principalmente por pessoas que praticam algum tipo de exercício. Os atletas têm utilizado esse tipo de auxílio com o objetivo de melhorar sua performance esportiva, como, aumentando a força, a resistência e a velocidade. Entretanto, muitos utilizam desses recursos excessivamente, podendo causar algum efeito adverso e conseqüentemente há a necessidade de pesquisar por completo todos os efeitos do uso de suplementos.

#### IV. PROCEDIMENTOS DO EXPERIMENTO

Os procedimentos da pesquisa serão realizados em quatro dias, utilizando instrumentos como anamnese, avaliação da composição corporal, aplicação do recordatório alimentar de 24h, saltos na plataforma de salto, teste de VO<sub>2</sub> máx.

na pista, e por fim a realização do protocolo de 10 tiros de 200 metros, com a utilização ou não do suplemento.

#### V. RISCOS ESPERADOS

O experimento não haverá nenhum tipo de coleta invasiva, mas com o uso de suplementos pode acontecer alguns efeitos colaterais. Caso haja algum imprevisto a assistência será realizada através do serviço de vigilância da UFLA que transporta o indivíduo ao centro de atendimento médico mais próximo, onde o responsável pela pesquisa fará o acompanhamento da pesquisa.

#### VI. BENEFÍCIOS

Através do desenvolvimento da pesquisa, o resultado poderá beneficiar praticantes, treinadores e pessoas envolvidas a prática de corrida, para que possa potencializar os treinos e ganhar performance esportiva.

#### VII. CRITÉRIO PARA SUSPENDER OU ENCERRAR A PESQUISA

A pesquisa será 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 202\_\_

NOME (legível)

\_\_\_\_\_

RG: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_



## 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 da 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 em Nutrição  
e Exercício ( 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 autorizo o uso acima descrito sem que  
nada haja a ser reclamado a título de direitos conexos à minha imagem ou a qualquer outro, e assino a  
presente autorização em 02 vias de igual teor e forma.

Lavras, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 202 .

---

(Assinatura)

## ANEXOS

Percepção Subjetiva de Esforço, adaptado por Borg (2001)

<b>0</b>	<b>Nenhum esforço (Repouso)</b>
<b>1</b>	<b>Muito Fraco</b>
<b>2</b>	<b>Fraco</b>
<b>3</b>	<b>Moderado</b>
<b>4</b>	<b>Um Pouco Forte</b>
<b>5</b>	<b>Forte</b>
<b>6</b>	
<b>7</b>	<b>Muito Forte</b>
<b>8</b>	
<b>9</b>	
<b>10</b>	<b>Esforço máximo</b>

