

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO ESPORTE**

Vernon Martins da Cruz

**SUPLEMENTAÇÃO AGUDA DE CAFEÍNA E CAPSAICINA NO DESEMPENHO DA  
MUSCULAÇÃO**

Belo Horizonte  
2022

Vernon Martins da Cruz

**SUPLEMENTAÇÃO AGUDA DE CAFEÍNA E CAPSAICINA NO DESEMPENHO DA  
MUSCULAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências do Esporte.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Daniel Motta Drummond

Belo Horizonte  
2022

C957s Cruz, Vernon Martins da  
2022 Suplementação aguda de cafeína e capsaicina no desempenho da musculação.  
[manuscrito] / Vernon Martins da Cruz – 2022.  
60 f.: il.

Orientador: Marcos Daniel Motta Drummond

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.

Bibliografia: f. 47-55

1. Exercícios físicos – aspectos fisiológicos – Teses. 2. Musculação – Teses. 3. Atletas – Nutrição – Teses. 4. Cafeína – efeitos fisiológicos – Teses. 5. Regulação corporal – Teses. I. Drummond, Marcos Daniel Motta. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 612:796

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Danilo Francisco de Souza Lage, CRB-6: n° 3132, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E TERAPIA OCUPACIONAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO ESPORTE

### FOLHA DE APROVAÇÃO

### SUPLEMENTAÇÃO AGUDA DE CAFEÍNA E CAPSAICINA NO DESEMPENHO DA MUSCULAÇÃO

**VERNON MARTINS DA CRUZ**

Dissertação submetida à 377ª Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS DO ESPORTE, como requisito para obtenção do grau de Mestre em CIÊNCIAS DO ESPORTE, área de concentração TREINAMENTO ESPORTIVO.

Aprovada em 03 de junho de 2022, pela banca constituída pelos membros:

Prof. Dr. Marcos Daniel Motta Drummond (Orientador) - UFMG

Prof. Dr. Luciano Sales Prado - UFMG

Prof. Dr. Fabrício Eduardo Rossi - UFPI

Belo Horizonte, 03 de junho de 2022.



Documento assinado eletronicamente por **Marcos Daniel Motta Drummond, Professor do Magistério Superior**, em 25/06/2022, às 10:11, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fabrício Eduardo Rossi, Usuário Externo**, em 29/06/2022, às 16:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luciano Sales Prado, Membro de comissão**, em 05/07/2022, às 19:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1534745** e o código CRC **FCFDFA40**.

*Dedico à minha esposa, Maria  
Magdalena, e aos meus pais, Oswaldo e  
Márcia, por estarem sempre ao meu lado  
em todos os percalços da vida.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, Professor Dr. Marcos Daniel Motta Drummond, por todos os ensinamentos.

Aos membros do LAN, em especial ao Matheus Mendes, pela parceria e apoio no processo de execução deste trabalho.

Ao Angelo Nonato Natale Cardoso, pelos conselhos transmitidos.

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - código de financiamento 001.

“Se cheguei até aqui, foi porque me apoiei nos ombros de gigantes.”

(ISAC NEWTON)

## RESUMO

O presente estudo teve como objetivo verificar e comparar os possíveis efeitos agudos da suplementação de cafeína e capsaicina, bem como a combinação das duas substâncias, no treinamento de força (TF) em homens treinados. Para tanto, participaram do estudo 14 homens treinados com idade média de  $24,8 \pm 3,3$  anos, massa corporal média de  $82,4 \pm 7,1$  kg, e  $5,6 \pm 3,5$  anos de experiência no TF. O estudo foi do tipo transversal, randomizado, duplo-cego, cruzado e controlado por placebo. Os participantes foram submetidos a oito sessões: sendo a primeira para a apresentação e explicação da pesquisa, a segunda para a caracterização da amostra, a terceira e quarta para teste de 1RM, e as quatro últimas para as sessões experimentais, com um intervalo de uma semana entre as sessões. Quarenta e cinco minutos antes do protocolo de TF, os participantes consumiram placebo (PLA: 50 mg de amido), ou cafeína (CAF:  $\approx 5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), ou capsaicina (CAP: 12 mg), ou o combinado das duas substâncias (CAF+CAP). Os participantes realizaram repetições máximas com 70% de 1RM nos exercícios supino reto e inclinado, ambos com barra. Foram realizadas cinco séries em cada exercício. As pausas entre as séries e exercícios, respectivamente, foram 90 segundos e 120 segundos. As seguintes variáveis foram verificadas: Volume Total (VT), percepção de esforço durante (PSE) e após a sessão de treinamento (PSEsessão), concentração de lactato ([LAC]), frequência cardíaca (FC) e efeitos colaterais imediatamente após o TF e 24 horas após a suplementação. Os resultados do presente estudo não encontraram diferença estatisticamente significativa ( $p > 0,05$ ) entre as condições experimentais nos dados das variáveis VT (PLA:  $7257,0 \pm 1644,6$  kg; CAF:  $7024,6 \pm 1448,2$  kg; CAP:  $7332,7 \pm 1866,2$  kg; CAF+CAP:  $6827,3 \pm 1494,0$  kg), PSE (PLA:  $15,4 \pm 2,2$ ; CAF:  $15,6 \pm 2,5$ ; CAP:  $15,1 \pm 2,4$ ; CAF+CAP:  $14,8 \pm 2,7$ ) e PSEsessão (PLA:  $80,5 \pm 38,8$ ; CAF:  $89,8 \pm 39,6$ ; CAP:  $77,1 \pm 41,9$ ; CAF+CAP:  $90,3 \pm 34,4$ ), [LAC] (pré-treino - PLA:  $2,4 \pm 0,9$  mmol/L; CAF:  $2,1 \pm 0,5$  mmol/L; CAP:  $1,8 \pm 0,4$  mmol/L; CAF+CAP:  $2,1 \pm 0,5$  mmol/L / pós-treino - PLA:  $10,4 \pm 2,6$  mmol/L; CAF:  $10,2 \pm 2,4$  mmol/L; CAP:  $9,7 \pm 2,1$  mmol/L; CAF+CAP:  $9,6 \pm 2,3$  mmol/L) e FC (PLA:  $114,7 \pm 15,8$  bpm; CAF:  $119,0 \pm 18,6$  bpm; CAP:  $117,2 \pm 14,1$  bpm; CAF+CAP:  $119,4 \pm 22,1$  bpm). Em relação aos efeitos colaterais, a suplementação e o placebo resultaram em uma baixa ocorrência. Concluindo, a suplementação de CAF e CAP, bem como CAF+CAP, pode não melhorar o desempenho de homens treinados no treinamento de força.

**Palavras-chave:** Recursos ergogênicos nutricionais. Desempenho. Treinamento de força.



## ABSTRACT

The present study aimed to verify and compare the possible acute effects of caffeine and capsaicin supplementation, as well as the combination of the two substances, on strength training (ST) in trained men. For that, 14 trained men with a mean age of  $24.8 \pm 3.3$  years, mean body mass of  $82.4 \pm 7.1$  kg, and  $5.6 \pm 3.5$  years of experience in ST participated in the study. The study was a cross-sectional, randomized, double-blind, crossover and placebo-controlled study. Participants underwent eight sessions: the first for the presentation and explanation of the research, the second for sample characterization, and the third and fourth for the 1RM test, and the last four for the experimental sessions, with an interval of one week between sessions. Forty-five minutes before the ST protocol, participants consumed either placebo (PLA: 50 mg starch), or caffeine (CAF:  $\approx 5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ), or capsaicin (CAP: 12 mg), or a combination of two substances (CAF+CAP). Participants performed maximum repetitions with 70% of 1RM in the bench press and incline exercises, both with a barbell. Five sets were performed in each exercise. The pauses between sets and exercises, respectively, were 90 seconds and 120 seconds. The following variables were verified: Total Volume (TV), perceived exertion during (PSE) and after the training session (PSE<sub>session</sub>), lactate concentration ([LAC]), heart rate (HR) and side effects immediately after the ST and 24 hours after supplementation. The results of the present study found no statistically significant difference ( $p > 0.05$ ) between the experimental conditions in the data of the TV variables (PLA:  $7257,0 \pm 1644,6$  kg; CAF:  $7024,6 \pm 1448,2$  kg; CAP:  $7332,7 \pm 1866,2$  kg; CAF+CAP:  $6827,3 \pm 1494,0$  kg), PSE (PLA:  $15,4 \pm 2,2$ ; CAF:  $15,6 \pm 2,5$ ; CAP:  $15,1 \pm 2,4$ ; CAF+CAP:  $14,8 \pm 2,7$ ) and PSE<sub>session</sub> (PLA:  $80,5 \pm 38,8$ ; CAF:  $89,8 \pm 39,6$ ; CAP:  $77,1 \pm 41,9$ ; CAF+CAP:  $90,3 \pm 34,4$ ), [LAC] (pre-training - PLA:  $2,4 \pm 0,9$  mmol/L; CAF:  $2,1 \pm 0,5$  mmol/L; CAP:  $1,8 \pm 0,4$  mmol/L; CAF+CAP:  $2,1 \pm 0,5$  mmol/L / post-workout - PLA:  $10,4 \pm 2,6$  mmol/L; CAF:  $10,2 \pm 2,4$  mmol/L; CAP:  $9,7 \pm 2,1$  mmol/L; CAF+CAP:  $9,6 \pm 2,3$  mmol/L) and HR (PLA:  $114,7 \pm 15,8$  bpm; CAF:  $119,0 \pm 18,6$  bpm; CAP:  $117,2 \pm 14,1$  bpm; CAF+CAP:  $119,4 \pm 22,1$  bpm). Regarding side effects, supplementation and placebo resulted in a low occurrence. In conclusion, supplementation of CAF and CAP, as well as CAF+CAP, may not improve the performance of trained men in strength training.

**Keywords:** Nutritional ergogenic resources. Performance. Strength training.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Desenho experimental do presente estudo.....	23
Figura 2 - Classificação de acordo com o consumo habitual de cafeína.....	27
Figura 3 - Procedimentos de presente estudo.....	29
Figura 4 - Escala de Borg de 6-20 pontos.....	30
Figura 5 - Escala CR-10 de Foster.....	31
Figura 6 - Questionário de efeitos colaterais.....	32
Gráfico 1 - Média do Volume Total nas condições experimentais e as variações individuais.....	34
Gráfico 2 - Média da [LAC] pré-sessão e as variações individuais.....	36
Gráfico 3 - Média da [LAC] pós-sessão e as variações individuais.....	36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média e desvio padrão do Volume Total (KG) das condições experimentais .....	34
Tabela 2 - Média e desvio padrão da PSE e PSEsessão das condições experimentais .....	35
Tabela 3 - Média e desvio padrão da [LAC] pré e pós-treino das condições experimentais .....	35
Tabela 4 - Valores em percentuais da resposta referente aos efeitos colaterais imediatamente após o treinamento e 24 horas após a suplementação .....	37
Tabela 5 - Média e desvio padrão da ingestão de energia e macronutrientes do recordatório alimentar .....	38
Tabela 6 - Média e desvio padrão da ingestão de energia e macronutrientes do momento pré-esforço .....	38

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAF - Cafeína

CAF+CAP - Cafeína + Capsaicina

CAP - Capsaicina

FC - Frequência cardíaca

NRM - Número de repetições máximas

PLA - Placebo

PSE - Percepção subjetiva de esforço

PSEsessão - Percepção subjetiva de esforço da sessão

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TF - Treinamento de força

VT - Volume Total

1RM - 1 repetição máxima

[LAC] - Concentração de lactato

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>1.1 Objetivos</b> .....	21
1.1.1 Objetivo geral .....	21
1.1.2 Objetivo específico .....	21
<b>1.2 Hipóteses</b> .....	21
<b>2 MÉTODOS</b> .....	22
<b>2.1 Delineamento do estudo</b> .....	22
<b>2.2 Amostra</b> .....	24
<b>2.3 Cuidados éticos</b> .....	25
<b>2.4 Procedimentos</b> .....	25
2.4.1 Caracterização da amostra .....	25
2.4.2 Familiarização .....	25
2.4.3 Protocolo do teste de 1 repetição máxima (1RM) .....	26
2.4.4 Consumo habitual de cafeína .....	27
2.4.5 Protocolo de suplementação .....	28
2.4.6 Protocolo de treinamento de força (TF) .....	28
2.4.7 Análise de lactato .....	29
2.4.8 Percepção subjetiva de esforço (PSE) .....	30
2.4.9 Percepção subjetiva de esforço da sessão (PSEsessão) .....	31
2.4.10 Questionário de efeitos colaterais .....	31
2.4.11 Frequência cardíaca (FC) .....	32
2.4.12 Recordatório alimentar .....	32
<b>2.5 Análise estatística</b> .....	33
<b>3 RESULTADOS</b> .....	33
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	39
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	46
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	47
<b>APÊNDICE 1</b> .....	56
<b>ANEXO 1</b> .....	60

## 1 INTRODUÇÃO

A manipulação das variáveis de treinamento é uma estratégia para maximizar as adaptações induzidas pelo treinamento de força (TF), sobretudo a hipertrofia muscular (SCHOENFELD *et al.*, 2017; SCHOENFELD; GRGIC, 2018). As evidências têm mostrado que o volume de treinamento é uma das variáveis que apresenta gradativa e positiva relação com a resposta hipertrófica muscular (SCHOENFELD *et al.*, 2017; SCHOENFELD *et al.*, 2019). Já o volume total (VT) de treinamento pode ser definido pela multiplicação do número total de repetições máximas realizadas pela massa deslocada (MCBRIDE *et al.*, 2009; SCHOENFELD *et al.*, 2016; SCHOENFELD; GRIGIC, 2018; FREITAS *et al.*, 2018a; FREITAS *et al.*, 2019b).

Sendo positiva e gradativa a relação dose-resposta entre volume e hipertrofia muscular (SCHOENFELD *et al.*, 2017; SCHOENFELD *et al.*, 2019), a busca por estratégias para aumentar o desempenho refletindo no aumento do VT torna-se cada vez mais recorrente. Dessa forma, a suplementação nutricional pode ser utilizada para tal finalidade, sendo a cafeína (SALATTO *et al.*, 2018; POLITO *et al.*, 2016; GRGIC, 2021a) e a capsaicina (FREITAS *et al.*, 2018a; FREITAS *et al.*, 2019b) alguns dos possíveis recursos ergogênicos nutricionais.

A cafeína é considerada um dos estimulantes mais consumidos no mundo e compõem vários alimentos, medicamentos e bebidas (FILIP *et al.*, 2020; MCLELLAN *et al.*, 2016; MARTINS *et al.*, 2020). Essa substância alcança o pico de concentração sanguínea entre 30 a 120 minutos e a sua meia-vida tem uma duração que pode variar de 4 a 6 horas (GUEST *et al.*, 2021). Além de ser utilizada para a melhora da cognição e do desempenho durante o treinamento aeróbico (MCLELLAN *et al.*, 2016), a cafeína também é comumente utilizada para melhorar o desempenho durante o TF (HELMS *et al.*, 2014; SALATTO *et al.*, 2018; GRGIC *et al.*, 2019b, GRGIC, 2021a). Essa melhora do desempenho pode ser explicada por alguns mecanismos fisiológicos mediados pela cafeína, tais como o antagonismo dos receptores de adenosina e o aumento da liberação de cálcio do retículo sarcoplasmático para o meio intracelular (MARTINS *et al.*, 2020).

A cafeína é um antagonista dos receptores de adenosina, cuja formação depende das taxas relativas de degradação e síntese de adenosina trifosfato (ATP) (MCLELLAN *et al.*, 2016). A ligação da adenosina em receptores que se encontram no sistema nervoso central (SNC) (GRAHAM, 2001) inibe a liberação de vários

neurotransmissores, tais como acetilcolina e dopamina (GRGIC *et al.*, 2019b). A cafeína compete com a adenosina na ligação dos receptores, pois apresenta um formato estrutural semelhante à molécula de adenosina (GRGIC *et al.*, 2019b). Sendo assim, a ligação da cafeína em receptores de adenosina promove a liberação dos neurotransmissores mencionados acima, assim, exercendo efeitos no SNC alterando a sua excitação, o que pode levar a melhora do desempenho no TF (GRGIC *et al.*, 2019b) pela redução da percepção subjetiva de esforço (PSE) e diminuição da fadiga (GLADE, 2010; POLITO *et al.*, 2019; MARTINS *et al.*, 2020; FILIP *et al.*, 2020).

Outro possível efeito da cafeína é o aumento da liberação e a inibição da recaptação de cálcio pelo retículo sarcoplasmático (MARTINS *et al.*, 2020). Esse efeito seria devido à interação da cafeína com os canais de cálcio, os quais são definidos como receptores de rianodina, e que estão presentes no retículo sarcoplasmático (TALLIS *et al.*, 2015). O aumento do cálcio no meio intracelular pode favorecer uma maior produção de força por proporcionar maior interação entre os filamentos de actina e miosina (LINARI *et al.*, 2015), desta maneira, podendo explicar alguns dos efeitos ergogênicos da cafeína sobre o desempenho no TF (GRGIC *et al.*, 2019b).

Ademais, a liberação de adrenalina devido à presença de cafeína pode resultar em uma maior mobilização de ácidos graxos e, possivelmente, a sua oxidação, o que possibilitaria diminuir a depleção do glicogênio muscular e a produção de lactato, assim podendo resultar na melhora do desempenho em exercícios (MARTINS *et al.*, 2020).

A cafeína pode ser utilizada como um recurso ergogênico nutricional para melhorar o desempenho no TF, quando o número de repetições máximas (NRM) é utilizado como um parâmetro de desempenho, bem como o VT. Salatto *et al.* (2018) observaram que 800 mg cafeína aumentou significativamente o NRM realizadas nos exercícios supino reto e inclinado, ambos com barra. Corroborando com este resultado, outros estudos mostraram que a ingestão prévia de cafeína aumenta significativamente o NRM realizadas em um protocolo de TF, refletindo no aumento do VT (DUNCAN *et al.*, 2012; DUNCAN *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2015; POLITO *et al.*, 2019; GRGIC *et al.*, 2020). Além disso, perante a cafeína comparado com placebo, não foi observado diferença significativa na concentração de lactato

(DUNCAN *et al.*, 2013) e na frequência cardíaca (DUNCAN *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2015).

Entretanto, outros estudos não encontraram diferença significativa no NRM realizadas durante o TF entre as condições cafeína e placebo (ASTORINO *et al.*, 2008, WILLIAMS *et al.*, 2008; WILK *et al.*, 2019). Wilk *et al.* (2019) atribuem os resultados a uma possível tolerância dos voluntários à suplementação de cafeína.

No estudo de Simões *et al.* (2022), os autores não encontraram diferença significativa no NRM, bem como no VT, no exercício agachamento com 70% de 1RM, entre as condições cafeína ( $\approx 5 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) e placebo. Além disso, a frequência cardíaca não apresentou diferença significativa entre as condições experimentais (SIMÕES *et al.*, 2022).

Além das possíveis respostas individuais (GRGIC *et al.*, 2019b), os resultados sobre o desempenho no TF mediante a suplementação de cafeína podem ser contraditórios devido ao segmento corporal e respectivos músculos ativados (GRGIC *et al.*, 2020; SIMÕES *et al.*, 2022). Alguns autores apontam que a suplementação de cafeína pode ser mais eficaz em exercícios que envolvem o tronco e membros superiores (SALATTO *et al.*, 2018; GRGIC *et al.*, 2020; FERREIRA *et al.*, 2020).

Em relação à PSE, estudos mostram um benefício agudo da suplementação de cafeína na redução dessa variável (DUNCAN *et al.*, 2012; DUNCAN *et al.*, 2013; GRGIC; MIKULIC, 2017). Entretanto, outros estudos não encontraram diferença significativa na PSE entre as condições cafeína e placebo (GREEN *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2015; SALATTO *et al.*, 2018; SIMÕES *et al.*, 2022). Porém, no estudo de Green *et al.* (2007), os autores indicam que a melhora do desempenho pode ter sido devido à capacidade de atenuação da PSE pela cafeína, pois nessa condição houve um maior NRM realizadas na ausência de alteração na PSE, comparado com placebo.

Além de promover efeitos ergogênicos, a cafeína pode causar efeitos colaterais, como desconforto gastrointestinal, nervosismo, incapacidade de se concentrar, cefaleia, taquicardia ou palpitação no coração, e distúrbios no sono (SPRIET, 2014; WILK *et al.*, 2019; SIMÕES *et al.*, 2022). Além disso, a cafeína pode ser responsável por um aumento na frequência cardíaca (FC) (CAPPELLETTI *et al.*, 2015; GRGIC *et al.*, 2019b). Contudo, doses consideradas moderadas ( $5 - 6 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) podem manter os efeitos ergogênicos com a possibilidade de redução dos efeitos



colaterais (SPRIET, 2014; SOUZA *et al.*, 2022). Assim sendo, na possibilidade da cafeína causar efeitos colaterais adversos, outros recursos nutricionais com possíveis efeitos ergogênicos semelhantes aos da cafeína devem ser investigados, tal como a capsaicina (FREITAS *et al.*, 2018a; FREITAS *et al.*, 2019b; MOURA e SILVA *et al.*, 2021a).

Considerada outro possível recurso ergogênico, a capsaicina é o principal componente ativo das pimentas, caracterizando seu sabor picante peculiar e, também, é encontrada em outros alimentos picantes (MOURA e SILVA *et al.*, 2021a). Atingindo o pico de concentração sanguínea 45 minutos após a sua ingestão, e com uma meia-vida de aproximadamente 25 minutos (MOURA e SILVA *et al.*, 2021a), a capsaicina ativa o receptor vanilóide de potencial transitório 1 (TRPV1) que está presente nos músculos esqueléticos (LUO *et al.*, 2012; MOURA e SILVA *et al.*, 2021a), retículo sarcoplasmático (LOTTEAU *et al.*, 2013) e nas fibras nervosas mielinadas e nociceptores não-mielinados (HUDSON *et al.*, 2016).

A ativação do TRPV1 pela capsaicina pode modular a atividade do sistema nervoso simpático (FREITAS *et al.*, 2018a), configurando um efeito estimulante ao SNC, o que pode incidir um aumento do estado de alerta (CATERINA; JULIUS, 2001; LUDY *et al.*, 2012; GOLZARAND *et al.*, 2018). Além disso, ativando o TRPV1, a capsaicina pode promover possíveis efeitos ergogênicos que podem ser explicados por potenciais mecanismos fisiológicos, tais como aumento da liberação do cálcio para o meio intracelular e a possível dessensibilização do TRPV1 (MOURA e SILVA *et al.*, 2021a).

A ativação do TRPV1 pela capsaicina pode aumentar a liberação de cálcio do retículo sarcoplasmático para o meio intracelular (MOURA e SILVA *et al.*, 2021a). Isto seria semelhante à cafeína, mas por via diferente, favorecendo uma maior produção de força devido a maior interação entre os filamentos de actina e miosina durante o TF (LINARI *et al.*, 2015; MOURA e SILVA *et al.*, 2021a). Além disso, a capsaicina pode apresentar um potencial efeito analgésico, que por sua vez pode dessensibilizar o TRPV1 regulando a nocicepção, assim, podendo aumentar o limiar de desconforto refletindo em uma menor PSE no TF (FREITAS *et al.*, 2018a; MOURA e SILVA *et al.*, 2021a).

Devido a presença de capsaicina no organismo, pode ocorrer a liberação de adrenalina, que de tal modo, pode aumentar a mobilização de ácidos graxos, bem

como a sua oxidação, o que possivelmente diminuiria a degradação do glicogênio muscular e a produção de lactato, podendo influenciar na melhora do desempenho em exercícios (MOURA e SILVA *et al.*, 2021a), assim como a cafeína. Portanto, os possíveis efeitos ergogênicos da capsaicina podem trazer respostas satisfatórias para indivíduos não responsivos à cafeína ou sensíveis aos seus efeitos colaterais.

Existem poucos estudos que investigaram os efeitos da capsaicina no desempenho de humanos em exercícios físicos, sendo a maioria realizados com ratos (MOURA e SILVA *et al.* 2021a). Em estudos com ratos, autores observaram que a capsaicina aumenta o desempenho em exercícios (KIM *et al.*, 1998a; KIM *et al.*, 1998b; KIM *et al.*, 1997; OH; OHTA, 2003; HARAMIZU *et al.*, 2006). Em relação à força muscular, estudos observaram aumento em ratos após a suplementação de capsaicina (KAZUYA *et al.*, 2014; HSU *et al.*, 2016). Entretanto, outros estudos não encontraram diferença significativa na produção de força muscular após os ratos serem submetidos à suplementação de capsaicina (FARAUT *et al.*, 2007; YASHIRO *et al.*, 2015).

A respeito dos efeitos da capsaicina no desempenho de humanos em exercícios físicos, alguns estudos reportam que essa substância não melhora o desempenho (OPHEIM; RANKIN, 2012; LANGAN; GROSICKI, 2020; PADILHA *et al.*, 2020; AH MORANO *et al.*, 2021). Entretanto, outros estudos encontraram resultados positivos semelhantes a respeito do efeito agudo da capsaicina em exercícios físicos (FREITAS *et al.*, 2018b; FREITAS *et al.*, 2019a; COSTA *et al.*, 2020). No que se refere à suplementação de capsaicina e o desempenho de humanos no TF, os estudos são escassos (MOURA e SILVA *et al.*, 2021a).

Investigando os efeitos da capsaicina no TF, Simões *et al.* (2022) observaram que o NRM realizadas, assim como o VT, PSE e FC, não apresentaram diferença significativa entre as condições capsaicina e placebo, com a condição capsaicina apresentando um tamanho de efeito pequeno para o VT. Entretanto, em um estudo semelhante ao de Simões *et al.* (2022), Freitas *et al.* (2018a) observaram que a condição capsaicina aumentou significativamente o NRM realizadas no exercício agachamento e diminui a PSE, além de não apresentar diferença significativa na concentração de lactato, comparado com placebo. A diferença nos resultados referente ao desempenho, entre os estudos de Simões *et al.* (2022) e Freitas *et al.* (2018a), pode ser atribuída a uma possível variação individual de resposta à

suplementação de capsaicina (BINDER *et al.*, 2011; O'NEILL *et al.*, 2012; COSTA *et al.*, 2020). Não foram encontrados outros estudos que investigaram o efeito da suplementação de capsaicina em protocolos de TF com múltiplas séries e vários exercícios. Tal protocolo pode ser mais eficiente para hipertrofia muscular (SCHOENFELD *et al.*, 2017; SCHOENFELD; GRGIC, 2018), indicando que são necessários novos estudos com tal configuração no protocolo de TF.

Já utilizando um protocolo de treinamento concorrente, Freitas *et al.* (2019b) indicam que a capsaicina pode diminuir a PSE após o exercício intermitente de alta intensidade realizado na esteira e, subsequentemente, aumentar o VT por ter sido realizado um maior NRM no exercício agachamento. Ademais, Moura e Silva *et al.* (2021b) observaram que o grupo capsaicina aumentou o NRM realizadas após 6 semanas de TF, sem diferença significativa com o grupo placebo. Também, o grupo capsaicina apresentou um aumento significativo da massa magra comparado com o grupo placebo (MOURA e SILVA *et al.*, 2021b). Ainda, concernente à produção da força muscular, a suplementação de capsaicina pode aumentar significativamente a força, quando comparado com placebo (CROSS *et al.*, 2020; GOMES *et al.*, 2021).

Alguns efeitos colaterais podem ocorrer devido à suplementação de capsaicina, como náuseas, desconforto gastrointestinal, cólicas abdominais, azia, flatulências, diarreia e taquicardia ou palpitação no coração (OPHEIM; RANKIN, 2012; ARNOLD *et al.*, 2016). Também, a capsaicina pode provocar um aumento na FC (SCHWARZ *et al.*, 2013). Esses efeitos podem estar relacionados à capacidade de tolerância individual (ARNOLD *et al.*, 2016; SIMÕES *et al.*, 2022). Nos estudos de Simões *et al.* (2022) e Freitas *et al.* (2018a), não foram relatados ocorrências de efeitos colaterais relacionados à suplementação de capsaicina. Não foram encontrados outros estudos que investigaram a ocorrência de efeitos colaterais com a suplementação de capsaicina, o que aponta para a necessidade de mais estudos sobre o tema.

A respeito dos efeitos da combinação de substâncias no TF, a cafeína e a capsaicina são possíveis substâncias ergogênicas que possuem respostas fisiológicas semelhantes, mas por vias diferentes. Então, a combinação dessas substâncias poderia apresentar um efeito sinérgico, resultando em um suplemento pré-treino multi ingredientes, com possível efeito ergogênico somado, que influenciaria positivamente o desempenho no TF (GONZALEZ *et al.*, 2011;

BERGSTROM *et al.*, 2018; GONZALEZ *et al.*, 2020; KACZKA *et al.*, 2020). Esse possível efeito sinérgico entre substâncias pode ser observado no estudo de Kaczka *et al.* (2020), onde os autores observaram que a combinação de cafeína, extrato de capsaicina, extrato de pimenta preta, L-citrulina, beta-alanina, taurina, L-arginina, L-tirosina, extrato de guaraná, extrato de cevada, e extrato de huperzia, aumentou significativamente o desempenho no teste de força máxima (3RM). Entretanto, como no estudo de Kaczka *et al.* (2020) combinou diversas substâncias, não é possível apontar a principal substância agente ergogênica, ou afirmar que a cafeína e a pimenta apresentaram efeito sinérgico.

Simões *et al.* (2022) não encontraram diferença significativa no NRM, bem como no VT, na PSE e FC, perante a condição combinando capsaicina e cafeína, comparado com placebo. Contudo, a combinação de capsaicina e cafeína apresentou um tamanho de efeito pequeno para o VT (SIMÕES *et al.*, 2022). Não foram encontrados outros estudos que investigaram tal combinação de substâncias, com outros protocolos de treino, segmentos corporais e indivíduos, o que aponta para a necessidade de novos estudos.

Ainda, com a possibilidade dos efeitos colaterais ocorrerem também de forma somada, é necessário investigar esse aspecto ao adotar essa suplementação. Além disso, de acordo com a sensibilidade individual do consumidor (ARNOLD *et al.*, 2016; SIMÕES *et al.*, 2022), é necessário comparar os efeitos positivos e colaterais, pois a sensibilidade individual pode exigir a substituição de uma substância pela outra, uma vez que os seus efeitos fisiológicos sejam análogos (SIMÕES *et al.*, 2022).

Conforme os resultados acerca da suplementação de cafeína (SALATTO *et al.*, 2018), embora não haver consenso, e da suplementação de capsaicina (FREITAS *et al.*, 2018a; SIMÕES *et al.*, 2022), emerge a necessidade de conhecer e comparar os efeitos dessas substâncias, bem como a combinação das mesmas, em um protocolo de TF com múltiplas séries e vários exercícios. Ainda, a combinação dessas substâncias poderia atenuar os possíveis efeitos cumulativos da fadiga que podem ser acometidos em um protocolo de TF com múltiplas séries e vários exercícios, assim, podendo resultar em um maior NRM, refletindo no aumento do VT.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo geral**

Verificar e comparar os possíveis efeitos agudos da suplementação de cafeína e de capsaicina, bem como a combinação das duas substâncias, em um protocolo de treinamento de força, em homens treinados.

### **1.1.2 Objetivo específico**

Verificar e comparar os possíveis efeitos agudos da suplementação de cafeína e de capsaicina, bem como a combinação das duas substâncias, no volume total de treinamento, PSE, concentração de lactato, efeitos colaterais e FC.

## **1.2 Hipóteses**

H0 - Não haverá influência significativa da suplementação de cafeína e de capsaicina, bem como a combinação das substâncias, sobre o desempenho no treinamento de força.

H1 - As suplementações de cafeína e de capsaicina, bem como a combinação das duas substâncias, resultarão no aumento do desempenho no treinamento de força, sendo que a combinação das duas substâncias resultará em um maior desempenho, quando comparado com as suplementações de cafeína e de capsaicina.

H2 - Haverá uma redução na percepção de esforço durante e após o protocolo de treinamento de força nas condições cafeína, capsaicina e combinação das substâncias, sem diferença significativa entre as condições.

H3 - Haverá um aumento da concentração de lactato, não havendo diferença significativa entre as condições placebo, cafeína, capsaicina e combinação das duas substâncias.

H4 - As suplementações de cafeína e de capsaicina, bem como a combinação das substâncias, resultarão em uma baixa ocorrência de efeitos colaterais, sem diferença significativa na frequência cardíaca.

## 2 MÉTODOS

### 2.1 Delineamento do estudo

A pesquisa foi do tipo transversal e com um desenho metodológico randomizado, duplo-cego, cruzado e controlado por placebo. O cegamento e a randomização, que foi através de um sorteio dentro de um quadrado latino, foram realizados por uma pessoa que não estava diretamente envolvida na coleta dos dados. Foram oito sessões, com um intervalo de uma semana entre as mesmas, para cada participante. Entre as sessões experimentais, esse intervalo foi adotado para permitir uma recuperação completa dos participantes em relação ao esforço realizado (WILK *et al.*, 2019). Cada participante realizou o protocolo de treinamento no mesmo horário do dia.

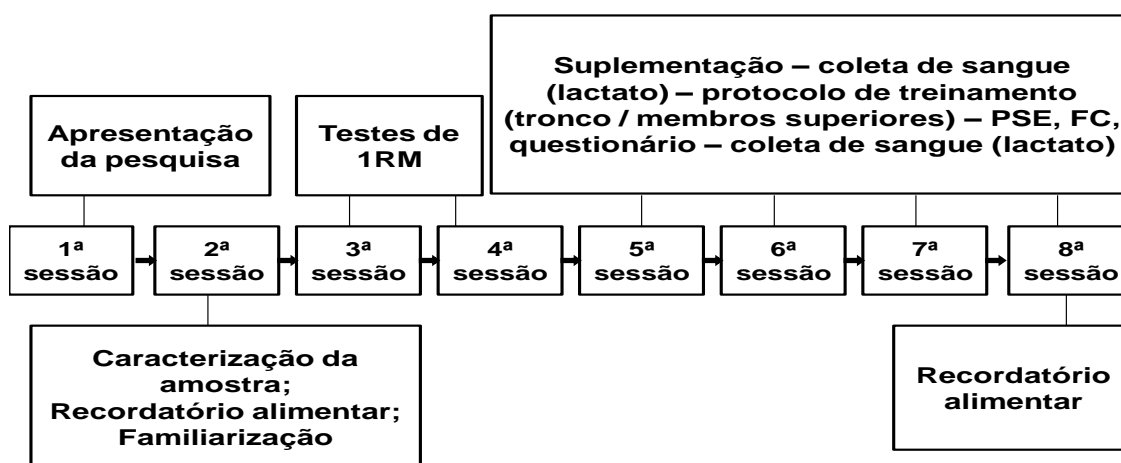
A coleta de dados do presente estudo foi realizada durante a pandemia do novo coronavírus. Diante deste cenário, foram seguidos os protocolos de higienização e prevenção ao COVID-19: utilização de máscaras, assepsia das mãos antes e depois do protocolo de treinamento e limpeza dos aparelhos de musculação utilizados, assim como as barras e pesos, com álcool 70%.

A primeira sessão foi destinada para a apresentação da pesquisa e, as sete seguintes, para ensaios experimentais (figura 1). Na segunda sessão ocorreu a caracterização da amostra e familiarização ao ambiente, exercícios a serem executados, equipamentos, teste de 1 repetição máxima (1RM), tabelas (percepção de esforço) e questionários. Na caracterização da amostra foram realizadas as medições antropométricas (massa corporal total e estatura) e registrados os dados dos participantes: nome completo, idade, endereço, telefone, e-mail, tempo de treinamento em musculação (em anos), frequência de treino semanal, frequência de treino semanal de tronco / membros superiores. Também nessa sessão, foi realizado um recordatório alimentar de 24 horas, com registro da refeição pré-esforço. Esta ferramenta de investigação nutricional foi novamente aplicada na última sessão experimental. Ainda na caracterização da amostra, cada participante respondeu um questionário relativo ao consumo habitual de cafeína por meio de algumas bebidas e alimentos, com o intuito de classificá-los em relação ao consumo dessa substância. O mesmo não foi feito em relação ao consumo de pimentas, pois não foi encontrado um questionário específico. O recordatório alimentar de 24 horas, a descrição da

refeição pré-esforço e a aplicação do questionário referente ao consumo habitual de cafeína, foram realizados por um experiente pesquisador Nutricionista.

Na terceira sessão, foi realizado o teste de 1RM no exercício supino reto. Na quarta sessão, foi realizado o teste de 1RM no supino inclinado. Nas quatro sessões seguintes, os participantes consumiram aleatoriamente e de forma cega o placebo (PLA), ou a cafeína (CAF), ou a capsaicina (CAP), ou o combinado de cafeína e capsaicina (CAF+CAP), antes do protocolo de TF.

FIGURA 1 - Desenho experimental do presente estudo.



Fonte: Elaboração própria.

A refeição realizada antes das sessões de testes e treinos (refeição pré-esforço) foi padronizada individualmente, sendo mantida a refeição usual realizada pelos participantes, que devia ser consumida com 1 hora de antecedência a cada sessão (SIMÕES *et al.*, 2022). Esse procedimento, junto à aplicação do recordatório alimentar, foi utilizado a fim de garantir a manutenção de um padrão alimentar pelo participante durante toda a pesquisa, principalmente na última refeição antes de cada sessão experimental. Os participantes foram instruídos a não fazerem alterações às suas dietas regulares e rotina de exercícios durante o período do estudo.

Durante o protocolo de TF, houve o registro do NRM, da PSE e da FC, além da aplicação de um questionário de efeitos colaterais imediatamente após o término do protocolo de TF. Também, o questionário de efeitos colaterais foi respondido no dia seguinte (24 horas) após a suplementação. Ainda, para análise da concentração

de lactato, amostras sanguíneas foram coletadas imediatamente após a suplementação (pré-treino) e imediatamente após a realização da sessão de treinamento (pós-treino). Além disso, foi registrada a PSE após 30 minutos do término da sessão para determinação da percepção de esforço em relação à sessão de treino (PSE<sub>sessão</sub>).

## 2.2 Amostra

Os participantes foram selecionados por meio de divulgação de cartazes em centros de treinamento físico e esportivos, e também, via rede social, com as relevantes informações relacionadas à pesquisa, por 30 dias.

A amostra foi definida por conveniência, sendo recrutados todos os voluntários após explicação dos procedimentos no primeiro encontro, que atendiam aos critérios de inclusão.

Participaram deste estudo 14 homens com idade média de  $24,8 \pm 3,3$  anos. Foram incluídos os participantes que tivessem pelo menos 12 meses de experiência no TF, e uma frequência mínima regular de 3 dias por semana. Deste modo, os participantes apresentaram em média  $5,6 \pm 3,5$  anos de experiência no TF, com uma frequência média semanal de  $5 \pm 0,8$  dias, sendo considerados treinados (ACSM, 2009). Além disso, os participantes apresentavam experiência nos exercícios supino reto e inclinado, ambos com barra, e na realização de séries até a falha concêntrica. Também, os voluntários deveriam não consumir qualquer tipo de recurso ergogênico nutricional há pelo menos 6 meses.

Como critérios de exclusão, os participantes não podiam apresentar lesões articulares, musculares e/ou ósseas no tronco e membros superiores, assim como histórico de doenças gastrointestinais, doenças cardiovasculares, alergias alimentares, serem fumantes, condições médicas que poderiam interferir no protocolo de treinamento.

Os participantes foram instruídos a não usarem qualquer outro suplemento ou substância ergogênica durante o período da coleta de dados e, não consumirem pimentas ou alimentos picantes, café, chás, bebidas estimulantes (energéticos) e bebidas alcoólicas, 24 horas antes de cada sessão de teste e de treinamento (LANGAN; GROSICKI, 2020; GUEST *et al.*, 2021).



## 2.3 Cuidados éticos

Aos participantes, foram explicados todos os procedimentos adotados no estudo, assim como os possíveis riscos e propósito. Após essa explicação, os mesmos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE - APÊNDICE 1) concordando em participarem do estudo. O projeto desse estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (CAAE: 32570820.6.0000.5149).

## 2.4 Procedimentos

### 2.4.1 Caracterização da amostra

A massa corporal total e a estatura foram as variáveis utilizadas para caracterizar os participantes. Ambas as variáveis foram obtidas através de uma balança digital (*Welmy*, modelo W200) com precisão de 100 g. Já a estatura, foi aferida pelo estadiômetro acoplado na balança com precisão de 0,5 cm. A massa corporal média dos participantes foi  $82,4 \pm 7,1$  kg. A estatura média dos participantes foi  $178,6 \pm 4,9$  cm.

A respeito do consumo habitual de cafeína, foi utilizado um questionário validado e desenvolvido por Buhler *et al.* (2014). Através desse questionário foi possível estimar o consumo médio diário de cafeína dos participantes por meio de bebidas e alimentos. A classificação dos participantes referente ao consumo habitual de cafeína foi de acordo com a classificação proposta por Filip *et al.* (2020). Referente ao consumo habitual de pimenta, não foi encontrado um questionário específico para estimar o consumo médio diário deste condimento.

### 2.4.2 Familiarização

A sala de treinamento de força foi apresentada na sessão de familiarização e, também os equipamentos em que seriam realizados os exercícios, além do protocolo de teste de 1RM. Ademais, aos participantes foram apresentadas as escalas de PSE, a de PSEsessão e os questionários de efeitos colaterais e de consumo habitual de cafeína.

Na familiarização do teste de 1RM, foram adotados os procedimentos de Grgic e Mikulic (2017) e Fonseca *et al.* (2020), ou seja, o participante foi questionado quanto ao peso utilizado nos exercícios e quanto ao NRM com o mesmo, para que estes pudessem ser testados em uma série. O participante realizando mais do que 12 repetições com o peso relatado, um acréscimo de 10% a 15% seria feito de acordo com a percepção do avaliador e do participante e, logo após 5 minutos de pausa, foi realizada mais uma série (FONSECA *et al.*, 2020). Após a realização dessa série, os valores da massa deslocada e o número de repetições foram utilizados para uma estimativa do valor de 1RM com o auxílio do aplicativo 1RM-Musculação (IOS App Store Brasil) que utiliza a equação de Brzycki (1993) (GRGIC; MIKULIC, 2017; FONSECA *et al.*, 2020). Posteriormente, após uma pausa de 5 minutos, a partir do valor estimado de 1RM, o participante realizou 3 repetições com 90% de 1RM e, finalmente, após nova pausa de 5 minutos, o participante realizou 1 repetição com o peso estimado de 1RM (FONSECA *et al.*, 2020).

#### 2.4.3 Protocolo de teste de 1 repetição máxima (1RM)

O protocolo de teste de 1RM foi realizado após a sessão de familiarização, sendo uma sessão de teste para cada exercício, com um intervalo de uma semana (FONSECA *et al.*, 2020).

Cinco minutos antes da realização do teste de 1RM, cada participante realizou um aquecimento que consistiu de duas séries com 3 minutos de pausa entre as mesmas. Na primeira e segunda séries, respectivamente, foram realizadas 8 repetições (50% de 1RM estimado) e 3 repetições (70% de 1RM estimado) (BROWN; WEIR, 2001).

O participante iniciou o teste com o valor de 1RM que foi estimado na familiarização. A partir disso, foi adotado o procedimento de Drummond *et al.* (2014), ou seja, com uma pausa de cinco minutos entre as tentativas, que foram no máximo cinco, e uma progressão do peso entre 5% e 15% de acordo com a percepção subjetiva do participante e do avaliador, cada participante realizou apenas uma (1) repetição. Por fim, o participante não conseguindo executar uma repetição completa, o valor de 1RM considerado foi o da tentativa antecedente (DRUMMOND *et al.*,

2014). Os participantes foram instruídos a não realizarem esforços físicos vigorosos 72 horas antes das sessões de teste.

Todos os participantes foram submetidos a este teste nos exercícios supino reto e supino inclinado, ambos com barra. O participante deitou-se no banco de supino ficando no centro do mesmo, de uma forma que a barra estivesse na direção da boca, e com os pés posicionados no chão de forma paralela a fim de manter a estabilidade no momento da execução do determinado exercício. No ato da execução, o participante desceu a barra realizando um breve toque no peito, com os cotovelos ficando próximos dos 90° de flexão. O mesmo procedimento adotado no supino reto foi adotado no exercício supino inclinado. No supino inclinado o banco estava posicionado a 35° em relação ao solo. A posição das mãos foi registrada por meio de marcação na barra, sendo padronizada em todas as execuções dos exercícios.

#### 2.4.4 Consumo habitual de cafeína

É relatado que uma possível tolerância à cafeína poderia impactar negativamente os seus efeitos ergogênicos (WILK *et al.*, 2019). Devido a isto, foi utilizado um questionário validado (BUHLER *et al.*, 2014) para estimar o consumo habitual de cafeína dos participantes do presente estudo, através de algumas bebidas e alimentos (ANEXO 1). Além disso, conforme os valores relativos ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) referentes ao consumo habitual de cafeína, os participantes foram classificados de acordo com a recente classificação proposta por Filip *et al.* (2020) (figura 2).

FIGURA 2 - Classificação de acordo com o consumo habitual de cafeína.

Consumo habitual de cafeína	Dose de cafeína (> 4 semanas)
Inexperiente consumidor	< 25 mg / kg / dia
Baixo consumidor	De 25 mg / kg / dia à 0,99 mg / kg / dia
Leve consumidor	1,00 - 2,99 mg / kg / dia
Moderado consumidor	3,00 - 5,99 mg / kg / dia
Alto consumidor	6,00 - 8,99 mg / kg / dia
Muito alto consumidor	> 9,00 mg / kg / dia

Fonte: Adaptado para português de FILIP *et al.* (2020).

#### 2.4.5 Protocolo de suplementação

Quarenta e cinco minutos antes do protocolo de TF (FREITAS *et al.*, 2018a; GUEST *et al.*, 2021), o participante consumiu de forma aleatória, cega e cruzada, seis cápsulas idênticas: uma de PLA (50 mg de amido) e cinco de CAF; ou cinco de PLA e uma de CAP; ou cinco de CAF e uma de CAP; ou seis de PLA. Nem o avaliador, tampouco o participante, tiveram o conhecimento do conteúdo das cápsulas em cada sessão.

A dose de CAP foi de 12 mg, já que a forma (cápsula) e a dosagem pode ser bem tolerada pelos participantes e possivelmente aumentar o NRM, bem como o VT, no TF (FREITAS *et al.*, 2018a). As cápsulas de CAF variaram em miligrama (mg): 50, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100 e 350. Dessa forma, a dose de CAF foi ajustada para que aproximasse de 5 mg.kg<sup>-1</sup> para cada participante, visto que doses de CAF próximas de 5 mg.kg<sup>-1</sup> pode apresentar efeitos benéficos no aumento do desempenho no TF (GRGIC *et al.*, 2019a). As substâncias foram manipuladas em laboratório farmacêutico (Sempervivium, Belo Horizonte / Brasil).

#### 2.4.6 Protocolo de treinamento de força (TF)

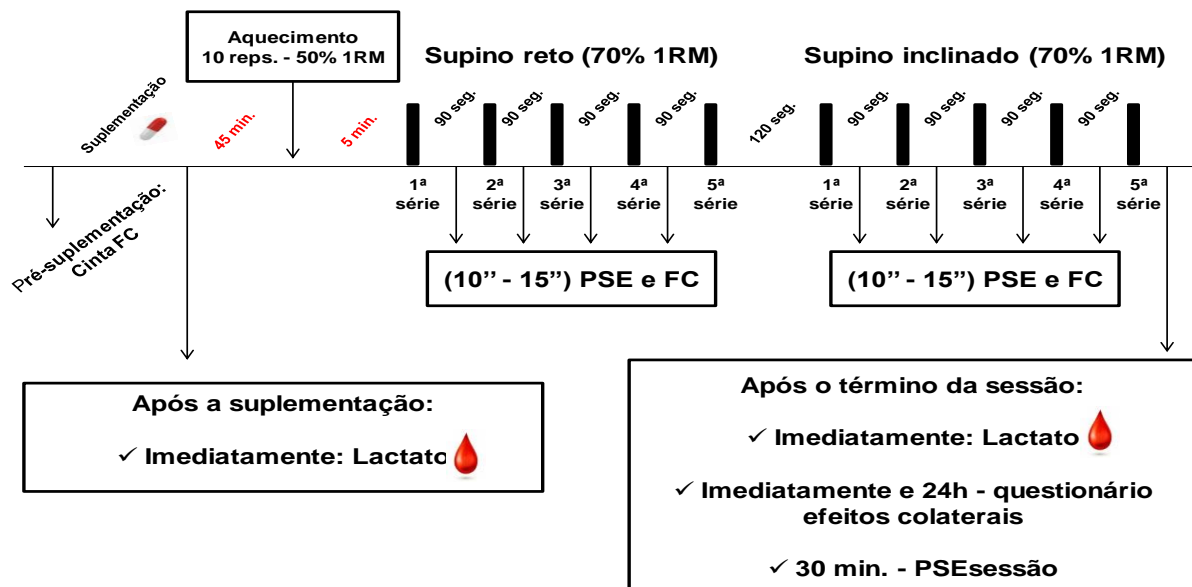
Estão ilustrados na figura 3 todos os procedimentos referentes ao protocolo de TF. Antes de realizar o protocolo de treinamento, cada participante realizou uma série de aquecimento que consistiu na realização de 10 repetições com 50% de 1RM (POLITO *et al.*, 2019), no exercício supino reto. Referente à execução dos exercícios, os participantes foram solicitados a manterem os mesmos procedimentos descritos no tópico protocolo de teste de 1RM.

Cinco minutos após o aquecimento, cada participante realizou o protocolo de treinamento que consistiu de dez séries totais (SCHOENFELD *et al.*, 2017), sendo cinco séries em cada exercício (supino reto e inclinado) realizados até a falha muscular concêntrica (repetições máximas), com uma pausa de 90 e 120 segundos entre as séries e exercícios, respectivamente (KRAEMER; RATAMESS, 2004; ACSM, 2009). A intensidade foi de 70% de 1RM em cada exercício, a mesma adotada por Polito *et al.* (2019) e Freitas *et al.* (2018a). O NRM e as massas deslocadas foram registrados para a análise de desempenho. Sendo assim, o

Volume Total (VT) (repetições máximas x massa deslocada) (MCBRIDE *et al.*, 2009; SCHOENFELD *et al.*, 2016; SCHOENFELD; GRIGIC, 2018; FREITAS *et al.*, 2018a; FREITAS *et al.*, 2019b) foi utilizado como um parâmetro de desempenho, por ser considerado conveniente pela praticidade e facilidade de ser controlado (MCBRIDE *et al.*, 2009), além de poder apresentar relação diretamente proporcional com a resposta de hipertrofia muscular (SCHOENFELD *et al.*, 2016). Não foram fornecidos aos participantes encorajamento verbal, pois este estímulo externo pode resultar em melhoria do desempenho, o que poderia ser um fator de confusão referente aos resultados (GRGIC; MIKULIC, 2021b).

Assim como nas sessões de teste de 1RM, os participantes foram instruídos a não realizarem esforços físicos vigorosos 72 horas antes das sessões de treinamento.

FIGURA 3 - Procedimentos do presente estudo (5ª à 8ª sessão).



Fonte: Elaboração própria.

#### 2.4.7 Análise de lactato

Foi realizada a coleta de 2 microlitros de sangue a fim de comparação da resposta da concentração de lactato devido ao TF, entre as condições

experimentais, imediatamente após o consumo da suplementação e imediatamente após o término do protocolo de treinamento (figura 3).

Adotando os mesmos procedimentos de Gonzalez *et al.* (2020), após a esterilização local com álcool etílico 70%, uma amostra de sangue foi coletada através de um dos dedos do participante utilizando uma lanceta descartável (Accu-Chek Safe-T-Pro Uno, 28g / 0.36mm - Roche) e, imediatamente, 2 microlitros de sangue foi transferido para uma fita reagente (Tira Teste Lactato Detect - modelo: TD-4261; validade: 21/02/2022; Lote: WL20E1210 - ECO Diagnóstica LTDA) para uma posterior análise em um analisador portátil de lactato (Lactato Detect - modelo: TD-4261 - ECO Diagnóstica LTDA). O descarte das lancetas foi feito em uma caixa coletora de agulhas descartáveis perfurantes (*GRANDESC* - 3 litros).

#### 2.4.8 Percepção subjetiva de esforço (PSE)

Entre 10 e 15 segundos após o término de cada série (GREEN *et al.*, 2007; HUDSON *et al.*, 2008), o participante indicou um valor na escala referente à PSE e, logo em seguida, foi feito o registro (figura 3). A escala de Borg de 6 - 20 pontos (BORG *et al.*, 1982) foi utilizada (figura 4).

Acerca da possibilidade de redução da PSE como efeito da suplementação de CAF (GRGIC *et al.*, 2019b) e de CAP (FREITAS *et al.*, 2018a), foi realizada uma comparação entre as condições experimentais.

FIGURA 4 - Escala de Borg de 6 - 20 pontos (PSE).

Escala de percepção de esforço	
6, 7, 8	Muito Fácil
9, 10	Fácil
11, 12	Relativamente fácil
13, 14	Relativamente cansativo
15, 16	Cansativo
17, 18	Muito cansativo
19, 20	Exaustivo

Fonte: Adaptado de Borg *et al.* (1982).

#### 2.4.9 Percepção subjetiva de esforço da sessão (PSEsessão)

A PSEsessão do participante foi registrada utilizando a escala de Borg (1982), modificada por Foster *et al.* (1996) (figura 5). Após 30 minutos do término da sessão (figura 3), o participante apontou um valor na devida escala, que foi enviada e respondida via mensagem (SMS ou semelhante), concernente ao esforço percebido na sessão de treinamento. A PSEsessão foi calculada a partir de uma equação [PSEsessão = PSE (CR - 10) x duração de treino (minutos)] (FOSTER *et al.*, 1996). Tal ferramenta foi utilizada para registrar a percepção de esforço do participante em relação a toda sessão, em um estado de repouso, minimizando possíveis vieses do efeito momentâneo da realização do esforço máximo.

FIGURA 5 - Escala CR-10 de Foster.

Nota	Descritor
0	Repouso
1	Muito, muito fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um pouco difícil
5	Difícil
6	Difícil
7	Muito difícil
8	Muito difícil
9	Muito difícil
10	Máximo

Fonte: BORG *et al.* (1982), modificada por FOSTER *et al.* (1996).

#### 2.4.10 Questionário de efeitos colaterais

O questionário de efeitos colaterais utilizado foi o mesmo de Simões *et al.* (2020) (figura 6). O questionário foi aplicado imediatamente após o término da sessão e no dia seguinte (24 horas) à suplementação (WILK *et al.*, 2019; SIMÕES *et al.*, 2022) (figura 3). Um questionário referente à suplementação de CAP e seus efeitos colaterais, não foi encontrado.

Os efeitos colaterais descritos no questionário são: cefaleia, desconforto intestinal ou abdominal, dor muscular, taquicardia ou palpitação cardíaca, insônia, aumento da produção de urina e aumento da ansiedade. Também, é relatado o

aumento do vigor/atividade que pode ser considerado um efeito ergogênico. Isto significa que são descritos 7 efeitos colaterais e 1 efeito ergogênico. Considerado como um efeito colateral, a FC foi verificada por um aplicativo específico da Polar, após ser colocada no participante uma cinta transmissora desta variável fisiológica.

Figura 6 - Questionário de efeitos colaterais.

Questionário de efeitos colaterais		
Sintomas	Sim	Não
Cefaleia		
Desconforto intestinal ou abdominal		
Dor muscular		
Aumento do vigor/atividade		
Taquicardia ou palpitação no coração		
Insônia		
Aumento da produção de urina		
Aumento da ansiedade		

Fonte: SIMÕES *et al.* (2022).

#### 2.4.11 Frequência cardíaca (FC)

Entre 10 e 15 segundos após o término de cada série, foi verificada e registrada a FC do participante (GREEN *et al.*, 2007; HUDSON *et al.*, 2008) (figura 3). O participante utilizou uma cinta transmissora da FC (marca: Polar; modelo: T-31 Coded - Embu das Artes, São Paulo - Brasil) e, foi utilizado um aplicativo específico da Polar (Polar Beat, versão 3.4.6 - IOS App Store Brasil) compatível com a cinta, a fim de verificar os possíveis aumentos da FC devido à suplementação de CAF (CAPPELLETTI *et al.*, 2015) e de CAP (SCHWARZ *et al.*, 2013), assim como de CAF+CAP. Por fim, foram comparados os dados da FC entre condições experimentais.

#### 2.4.12 Recordatório alimentar

O intuito da aplicação desta ferramenta de investigação nutricional é para verificar as possíveis alterações no perfil dietético da alimentação dos participantes,



em relação aos consumos médios de calorias e de macronutrientes que possam interferir nos resultados do estudo (SIMÕES *et al.*, 2022). O *software* DietBox® (versão 6.8.3, Brasil) foi utilizado para os cálculos nutricionais e definição dos perfis dietéticos (SIMÕES *et al.*, 2022).

## 2.5 Análise estatística

A normalidade dos dados foi verificada utilizando o teste Shapiro-Wilk. A esfericidade dos dados foram verificadas a partir do teste de Mauchly. O pressuposto de esfericidade não sendo atendido, a correção de Greenhouse-Geisser seria utilizado. Para as variáveis que apresentaram distribuição normal, foi utilizado a ANOVA *one way* com medidas repetidas, e se necessário, o *Post-hoc* de Bonferroni. Para as variáveis que não apresentaram distribuição normal, foi utilizado o teste de Friedman. O nível de significância adotado foi de  $\alpha = 0,05$ . Para determinar o tamanho de efeito (d), foi utilizado o cálculo e a classificação sugeridos por Rhea (2004).

Referente ao perfil dietético avaliado no início e final da intervenção experimental, as médias das quilocalorias (kcal) e gramas (g) dos macronutrientes que apresentaram distribuição normal, foram comparadas utilizando o teste *t* pareado. Para as médias que não apresentaram distribuição normal, foi utilizado o teste de Wilcoxon.

O *software* SPSS (versão 22.0) foi utilizado para as análises estatísticas. Para a elaboração dos gráficos, foi utilizado o *software* *GraphPad Prism* (versão 9.3.1). Ademais, foi realizada uma análise descritiva dos dados, bem como a respeito dos efeitos colaterais.

## 3 RESULTADOS

Acerca da distribuição dos dados, as variáveis VT, PSE, ingestão de energia (Kcal) e de lipídios nos dois momentos do recordatório alimentar e refeição pré-esforço, apresentaram distribuição normal ( $p > 0,05$ ). Já as variáveis PSEsessão, FC, Lactato pré-treino e pós-treino, ingestão de Kcal e dos macronutrientes carboidratos e proteínas nos dois momentos do recordatório alimentar e refeição

pré-esforço, não apresentaram distribuição normal ( $p < 0,05$ ). Em relação às variáveis VT e PSE, foi apresentado esfericidade ( $p > 0,05$ ).

Em relação ao VT, as médias e os desvios padrões das condições experimentais estão apresentados na tabela 1. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias das condições experimentais [ $F(3) = 2,144$ ;  $p = 0,110$ ].

Tabela 1: Média e desvio padrão (DP) do Volume Total (kg) das condições experimentais.

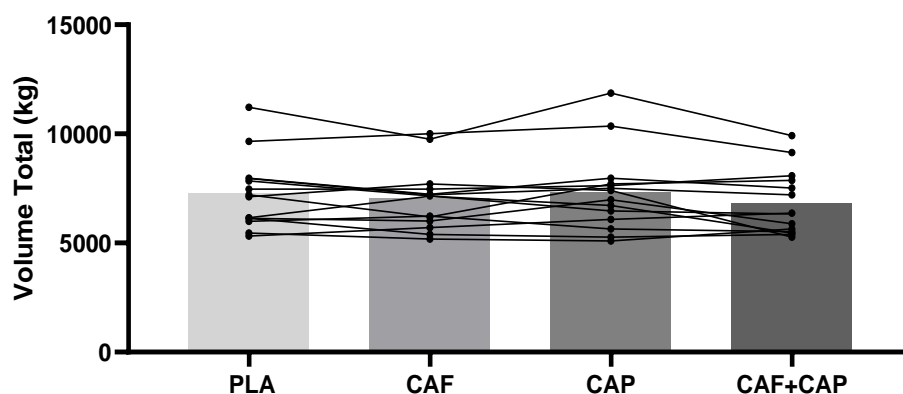
PLA	CAF	CAP	CAF+CAP
7257,0 ± 1644,6	7024,6 ± 1448,2	7332,7 ± 1866,2	6827,3 ± 1494,0

Fonte: Elaboração própria.

Legenda - PLA: placebo; CAF: cafeína; CAP: capsaicina; CAF+CAP: cafeína + capsaicina.

As condições experimentais CAF, CAP e CAF+CAP comparadas à condição PLA, apresentaram um tamanho de efeito trivial ( $d = 0,14$ ;  $d = 0,05$ ;  $d = 0,26$ , respectivamente). As médias das condições experimentais e as variações individuais estão ilustradas no gráfico 1.

Gráfico 1 - Média do Volume Total nas condições experimentais e as variações individuais.



Fonte: Elaboração própria.

Legenda - PLA: placebo; CAF: cafeína; CAP: capsaicina; CAF+CAP: cafeína e capsaicina.

Para a PSE e PSEsessão, as médias e os desvios padrões estão apresentadas na tabela 2. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias das condições experimentais [PSE:  $F(3) = 1,486$ ,  $p = 0,233$ ; PSEsessão:  $p = 0,694$ ].

Tabela 2: Média e desvio padrão (DP) da PSE e da PSEsessão das condições experimentais.

PSE			
PLA	CAF	CAP	CAF+CAP
15,4 ± 2,2	15,6 ± 2,5	15,1 ± 2,4	14,8 ± 2,7
PSEsessão			
PLA	CAF	CAP	CAF+CAP
80,5 ± 38,8	89,8 ± 39,6	77,1 ± 41,9	90,3 ± 34,4

Fonte: Elaboração própria.

Legenda - PLA: placebo; CAF: cafeína; CAP: capsaicina; CAF+CAP: cafeína e capsaicina.

Em relação à concentração de lactato ([LAC]) pré-treino e pós-treino, as médias e desvios padrões estão apresentadas na tabela 3.

Tabela 3: Média e desvio padrão (DP) da [LAC] pré e pós-treino das condições experimentais.

[LAC] pré-treino			
PLA	CAF	CAP	CAF+CAP
2,4 ± 0,9	2,1 ± 0,5	1,8 ± 0,4	2,1 ± 0,5
[LAC] pós-treino			
PLA	CAF	CAP	CAF+CAP
10,4 ± 2,6	10,2 ± 2,4	9,7 ± 2,1	9,6 ± 2,3

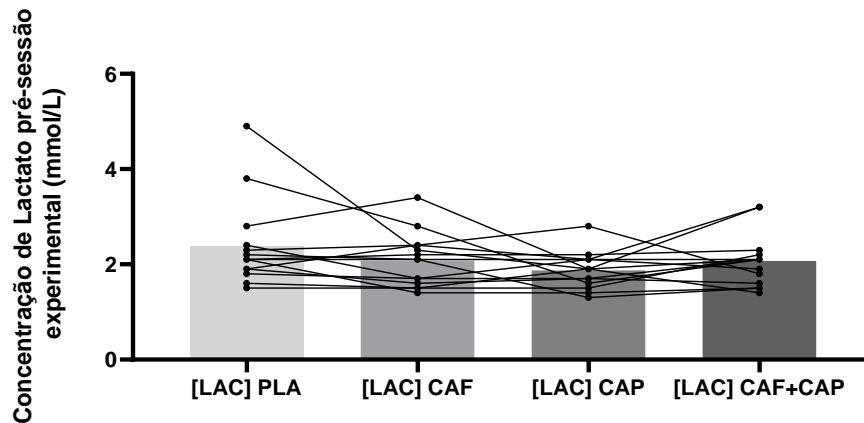
Fonte: Elaboração própria.

Legenda - PLA: placebo; CAF: cafeína; CAP: capsaicina; CAF+CAP: cafeína e capsaicina; [LAC]: concentração de lactato).

Não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias das condições experimentais ([LAC] pré-treino:  $p = 0,331$ ; [LAC] pós-treino:  $p = 0,350$ ).

Os gráficos 2 e 3 apresentam as médias da concentração de lactato pré-treino e pós-treino, respectivamente, referente às condições experimentais, e também apresentam as variações individuais.

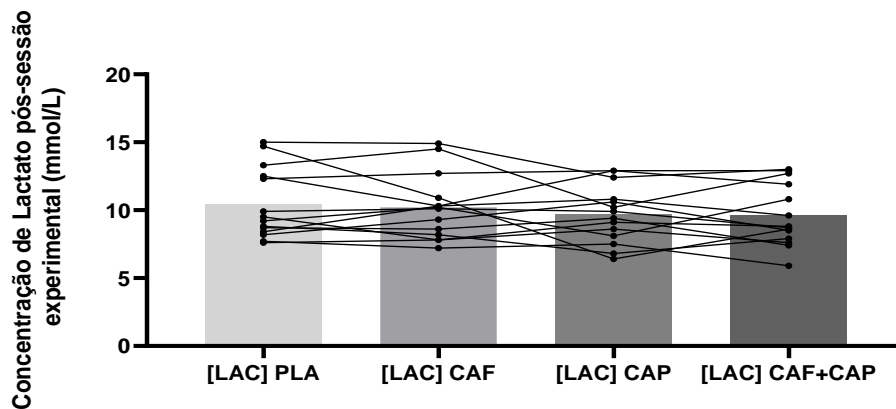
Gráfico 2 - Média da [LAC] pré-sessão e as variações individuais.



Fonte: Elaboração própria.

Legenda - PLA: placebo; CAF: cafeína; CAP: capsaicina; CAF+CAP: cafeína e capsaicina; [LAC]: concentração de lactato).

Gráfico 3 - Média da [LAC] pós-sessão e as variações individuais.



Fonte: Elaboração própria.

Legenda - PLA: placebo; CAF: cafeína; CAP: capsaicina; CAF+CAP: cafeína e capsaicina; [LAC]: concentração de lactato).

Em relação à variável FC, não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias (PLA:  $114,7 \pm 15,8$  bpm; CAF:  $119,0 \pm 18,6$  bpm; CAP:  $117,2 \pm 14,1$  bpm; CAF+CAP:  $119,4 \pm 22,1$  bpm) das condições experimentais ( $p = 0,405$ ).

Para o consumo habitual de cafeína, a média para o consumo relativo foi  $1,1 \pm 0,9 \text{ mg.kg}^{-1}$  e para o consumo absoluto foi  $92,9 \pm 77,4 \text{ mg}$ . Sendo assim, os participantes do presente estudo foram classificados como leve consumidores de cafeína.

Referente aos efeitos colaterais, as respostas “sim” de cada condição experimental respondida imediatamente após o término do treinamento e 24 horas após a suplementação, são apresentadas em valores percentuais na tabela 4.

A maioria dos participantes respondeu “não” para os efeitos colaterais questionados, tanto imediatamente após o treinamento, quanto 24 horas após a suplementação.

Tabela 4: Valores em percentual (%) da resposta referente aos efeitos colaterais imediatamente após o treinamento e 24 horas após a suplementação.

	Imediatamente após o treinamento (%)				24 horas após a suplementação (%)			
	PLA	CAF	CAP	CAF+CAP	PLA	CAF	CAP	CAF+CAP
Cefaleia	14,29	7,14	7,14	21,43	0	7,14	0	14,29
Desconforto intestinal ou abdominal	0	7,14	7,14	7,14	0	21,43	0	7,14
Dor muscular	50	42,86	35,71	28,57	35,71	21,43	28,57	35,71
Taquicardia ou palpitação no coração	35,71	35,71	21,43	42,86	7,14	14,29	7,14	14,29
Insônia	0	0	0	0	14,29	14,29	21,43	21,43
Aumento da produção de urina	0	0	0	0	21,43	14,29	7,14	21,43
Aumento da ansiedade	21,43	21,43	7,14	7,14	21,43	14,29	14,29	21,43

Fonte: Elaboração própria.

Não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias referentes à ingestão média de energia e macronutrientes, obtidas nos recordatórios alimentares (tabela 5).

Tabela 5: Média e desvio padrão (DP) da ingestão de energia e macronutrientes do recordatório alimentar.

Ingestão média de energia (Kcal)		
Primeiro momento: 2213,8 ± 440,7	Segundo momento: 2186,2 ± 653,4	p = 0,874
Macronutrientes (g)		
Primeiro momento	Segundo momento	
Carboidrato: 248,1 ± 18,9	Carboidrato: 249,6 ± 24,8	p = 0,917
Proteína: 140,9 ± 14,3	Proteína: 119,5 ± 8,6	p = 0,345
Lipídios: 74,5 ± 6,2	Lipídios: 78,5 ± 8,2	p = 0,700

Fonte: Elaboração própria.

Acerca da refeição pré-esforço, também não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias referentes à ingestão de energia e de macronutrientes, entre os dois momentos (tabela 6).

Tabela 6: Média e desvio padrão (DP) da ingestão de energia e macronutrientes do momento pré-esforço.

Ingestão média de energia (Kcal)		
Primeiro momento: 566,8 ± 267,1	Segundo momento: 627,3 ± 294,3	p = 0,345
Macronutrientes (g)		
Primeiro momento	Segundo momento	
Carboidrato: 66,0 ± 9,4	Carboidrato: 55,9 ± 9,7	p = 0,208
Proteína: 44,3 ± 7,6	Proteína: 45,9 ± 6,9	p = 0,600
Lipídios: 20,0 ± 2,6	Lipídios: 25,9 ± 4,1	p = 0,101

Fonte: Elaboração própria.

## 4 DISCUSSÃO

O presente estudo verificou os efeitos agudos da suplementação de cafeína (CAF) e capsaicina (CAP), bem como da combinação dessas substâncias (CAF+CAP), em uma sessão de treinamento de força (TF) com múltiplas séries nos exercícios supino reto e inclinado, ambos com barra, com repetições máximas.

Os resultados apontam que não houve diferença estatisticamente significativa nos dados das variáveis VT, PSE, PSEsessão, concentração de lactato e FC, entre as condições experimentais. Além disso, os resultados indicam uma baixa ocorrência de efeitos colaterais. Sendo assim, os resultados desse estudo refutam as seguintes hipóteses: aumento do desempenho (VT) e redução da PSE e PSEsessão. No entanto, foram confirmadas as hipóteses referentes à baixa ocorrência de efeitos colaterais relatados, concentração de lactato e FC. Portanto, a hipótese do estudo foi parcialmente comprovada.

Em relação ao VT, outras pesquisas corroboram os achados do presente estudo. Simões *et al.* (2022) não encontraram diferença significativa no NRM realizadas, assim como no VT, no TF suplementado com CAP, CAF, combinação dessas substâncias ou placebo. Além disso, comparado com placebo, o tamanho de efeito para as condições CAP e combinação das substâncias foi pequeno, enquanto para a condição CAF foi trivial (SIMÕES *et al.*, 2022). Williams *et al.* (2008) e Astorino *et al.* (2008) também não encontraram diferença significativa no VT entre as condições CAF e placebo. Um fator que se assemelha entre o presente estudo e os estudos mencionados anteriormente é o nível de condicionamento dos indivíduos, ou seja, homens treinados. Diferente da dose moderada como a utilizada no presente estudo, é especulado que indivíduos treinados necessitam de altas doses de CAF (MARTINS *et al.*, 2020), o que também pode ser especulado referente às suplementações de CAP e CAF+CAP. Pois, comparados com indivíduos destreinados, parece que os treinados apresentam uma maior concentração dos receptores de adenosina (MIZUNO *et al.*, 2005; MARTINS *et al.*, 2020). Não foram encontrados estudos acerca da resposta à suplementação de CAP e nível de condicionamentos dos indivíduos. Diante deste cenário, são necessários mais estudos referentes a esse questionamento e possivelmente sobre a concentração de TRPV1, sobretudo em indivíduos treinados.

Contrariando os achados do presente estudo, outros estudos encontraram efeitos positivos no VT, aumentando o NRM durante o TF com intensidade invariável, perante as suplementações de CAF e CAP. Concernente à suplementação de CAP no TF, distintos estudos encontraram aumento significativo no VT, quando comparado com placebo (FREITAS *et al.*, 2018a; FREITAS *et al.*, 2019b; MOURA e SILVA *et al.*, 2021b). Já a respeito da suplementação de CAF, outros estudos também encontraram resultados contrários aos do presente estudo, ressaltando que essa substância pode aumentar o VT no TF (DUNCAN *et al.*, 2012; DUNCAN *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2015; POLITO *et al.*, 2019). A diferença dos resultados entre o presente estudo e os estudos mencionados acima pode ser devido a alguns fatores, como variação individual de resposta às suplementações, doses das substâncias e diferença de ativação muscular entre os diferentes segmentos corporais.

Em relação à variabilidade individual, no estudo de Simões *et al.* (2022) é possível observar que alguns voluntários apresentaram melhora no desempenho nas condições CAP e no combinado dessa substância com a CAF. Da mesma forma, Costa *et al.* (2020) relatam que nem todos os voluntários responderam positivamente à suplementação de CAP. Em ambos os estudos, os autores discutem e sugerem que pode ocorrer uma variação individual da resposta à suplementação desta substância no TF. Essa diferente resposta individual pode ser justificada por uma possível variação genética acerca do TRPV1 (BINDER *et al.*, 2011; O'NEILL *et al.*, 2012). Porém, são necessários mais estudos para verificar se um possível polimorfismo genético relacionado ao TRPV1 influenciaria na variabilidade de resposta à suplementação de CAP no TF. Já para a suplementação de CAF, a literatura também reporta que pode ocorrer variações individuais de resposta, uma vez que podem existir respondedores e não respondedores a esta substância (GRGIC *et al.*, 2019b; GUEST *et al.*, 2021). As possíveis causas dessa variabilidade de resposta à suplementação de CAF não estão muito bem esclarecidas (MARTINS *et al.*, 2020), contudo, o nível de condicionamento e o consumo habitual desta substância, com possível *up-regulation* na concentração de receptores de adenosina, são mencionados como possíveis fatores que podem influenciar na resposta à CAF (GRGIC *et al.*, 2018; MARTINS *et al.*, 2020). Tais variações nas



respostas individuais podem ter influenciado os resultados em relação ao combinado CAF+CAP, que também apresentaram variações individuais.

Em relação ao consumo habitual de CAF, os resultados do presente estudo indicam que os participantes são considerados consumidores leve (FILIP *et al.*, 2020), devido ao consumo médio diário de  $1,1 \text{ mg.kg}^{-1}$  desta substância. Com resultados semelhantes aos do presente estudo, Wilk *et al.* (2019) indicam que os resultados podem ser devido a uma tolerância dos voluntários aos efeitos ergogênicos da CAF. Comparando com os voluntários do estudo de Wilk *et al.* (2019) que apresentaram um consumo médio diário de  $4,9 \text{ mg.kg}^{-1}$  de CAF, os participantes do presente estudo apresentaram um menor consumo médio diário desta substância. Dessa forma, uma tolerância à ergogenicidade da CAF, devido ao alto consumo diário desta substância, talvez não explique os resultados do presente estudo. Contudo, para conclusões mais robustas se consumidores habituais e não habituais de CAF responderão ou não de maneira diferente no TF, são necessários estudos específicos sobre o tema (GUEST *et al.*, 2021; GRGIC *et al.*, 2019b; MARTINS *et al.*, 2020; GRGIC, 2021a).

Outra possível causa da diferença de resultados entre estudos pode ser a dose das substâncias. Não foram encontrados na literatura estudos classificando as doses de CAP em baixas, moderadas e altas, bem como as comparando em um protocolo de TF. No entanto, Oh e Ohta (2003) observaram que  $15 \text{ mg.kg}^{-1}$  de CAP aumentou significativamente o desempenho de ratos em exercícios, quando comparado com os grupos  $6 \text{ mg.kg}^{-1}$ ,  $10 \text{ mg.kg}^{-1}$  e controle. O resultado do estudo de Oh e Ohta (2003) indica uma possível dose-dependência entre a CAP e o desempenho em exercícios. Não foram encontrados estudos com humanos, que compararam diferentes doses na suplementação desta substância. Também não foram encontrados estudos que utilizaram doses diferentes de 12 mg de CAP, na suplementação associada ao TF. Então, fica clara a necessidade de novos estudos com diferentes doses, também comparativos entre doses, acerca da suplementação de CAP no TF.

Também se especula que a resposta aguda à suplementação de CAF pode ser influenciada pela dose (BROOKS *et al.*, 2015). Altas doses de CAF estão associadas com a magnitude dos efeitos nas manifestações da força, como força máxima e potência (MARTINS *et al.*, 2020) e resistência de força (WARREN *et al.*,

2010). Isto é possível observar no estudo de Salatto *et al.* (2018), que observaram que uma dose de CAF próxima de  $9 \text{ mg.kg}^{-1}$ , dose considerada alta (SPRIET, 2014), foi eficaz no aumento do desempenho dos voluntários no TF com múltiplas séries e vários exercícios. Então, a menor dose de CAF adotada no presente estudo pode justificar a diferença dos resultados em comparação ao estudo de Salatto *et al.* (2018).

Ainda, os resultados do presente estudo sugerem que a soma entre as doses de CAF e CAP, no combinado CAF+CAP, não foi suficiente para apresentar efeito somado, sinérgico, não mitigando os efeitos cumulativos da fadiga incidida pelo protocolo de TF com múltiplas séries e exercícios. O mesmo foi encontrado por Simões *et al.* (2022), que também sugerem que a combinação CAF+CAP não apresenta efeito sinérgico. É importante salientar que Simões *et al.* (2022) utilizaram as mesmas doses nas suplementações de CAF, CAP e CAF+CAP, encontrando resultados semelhantes aos do presente estudo, em todas as condições experimentais. Isto aponta para a necessidade de novos estudos com novas doses na suplementação destas substâncias, no TF.

Visto como uma possível explicação para a diferença de resultados, uma diferença de ativação pode ocorrer entre os grupos musculares dos diferentes segmentos corporais perante as suplementações de CAF e CAP, assim como CAF+CAP. Referente à suplementação de CAP, é plausível haver uma diferença de concentração do receptor TRPV1 entre os grupos musculares dos diferentes segmentos corporais, já que é reportado na literatura um possível polimorfismo genético referente a este receptor (BINDER *et al.*, 2011; O'NEILL *et al.*, 2012). Para essa hipótese, são necessários mais estudos que comparem a ativação muscular dos diferentes segmentos corporais perante a suplementação de CAP, bem como a respeito da concentração de TRPV1 entre os grupos musculares dos díspares segmentos corporais.

Mediante a suplementação de CAF, também parece haver uma diferença de ativação muscular entre os diferentes segmentos corporais (WARREN *et al.* 2010; BLACK *et al.*, 2015). O resultado de um estudo mostrou que a suplementação de CAF aumentou significativamente a ativação dos músculos dos membros inferiores, o mesmo não sendo observado para os músculos do tronco e membros superiores (BLACK *et al.*, 2015). Reforçando, Warren *et al.* (2010) reportam uma possível

diferença de ativação entre os músculos dos diferentes segmentos corporais (tronco e membros superiores: 90-99%; membros inferiores: 85-95%), sugerindo que a CAF pode aumentar a ativação dos músculos dos membros inferiores comparado com os do tronco e membros superiores. Já Trevino *et al.* (2015), mencionam a possibilidade de os músculos dos membros inferiores serem mais sensíveis a CAF do que os músculos do tronco e membros superiores. Dito isto, é provável que os músculos dos membros inferiores apresentem uma maior concentração dos receptores de adenosina do que os músculos do tronco e membros superiores (TIMMINS; SAUNDERS, 2014). Sendo assim, essa possível diferença de ativação muscular perante a suplementação de CAF pode justificar, em partes, os resultados do presente estudo. Entretanto, no estudo de Simões *et al.* (2022), os resultados não corroboram essa premissa, uma vez que as mesmas suplementações adotadas no presente estudo foram investigadas no desempenho de força em membros inferiores, sendo encontrados resultados semelhantes ao presente estudo. São necessários novos estudos comparativos entre segmentos, com a suplementação de CAF e CAP no TF.

Em relação à percepção de esforço, no presente estudo não houve diferença estatisticamente significativa na PSE e PSEsessão entre as condições experimentais, refutando uma das hipóteses. Corroborando com esse resultado, Simões *et al.* (2022) não encontraram redução na PSE mediante as suplementações de CAP, CAF e combinação das substâncias, comparado com placebo. Além disso, outros estudos não observaram diferença significativa na PSE entre as condições CAF e placebo (GREEN *et al.*, 2007; SILVA *et al.*, 2015; GRGIC; MIKULIC, 2017; SALATTO *et al.*, 2018; FERREIRA *et al.*, 2020). Entretanto, diferentes estudos encontraram uma redução significativa na PSE perante as suplementações de CAF (DUNCAN *et al.*, 2012; DUNCAN *et al.*, 2013) e CAP (FREITAS *et al.*, 2018a).

Diferente do presente estudo que utilizou dez séries totais (cinco em cada exercício) e pausas de 90 e 120 segundos entre séries e exercícios, respectivamente, Duncan *et al.* (2012) e Duncan *et al.* (2013) utilizaram uma (1) série em cada exercício com uma pausa de 3 minutos entre os exercícios, e Freitas *et al.* (2018a) utilizaram 4 séries em apenas um (1) exercício com 90 segundos de pausa entre as séries. Essa diferença nos protocolos entre os estudos pode justificar, pelo menos em partes, os diferentes resultados acerca da PSE e

PSEessão. Além disso, o tipo de exercício utilizado no presente estudo pode ter influenciado nos resultados acerca da PSE. Pois, a percepção de esforço para os exercícios que envolvem o tronco e membros superiores pode ser menos extenuante do que para os exercícios que envolvem os membros inferiores, dessa forma, podendo ser menos afetado pela suplementação (SALATTO *et al.*, 2018). Outro fator que pode influenciar na resposta da PSE é a realização de todas as séries até a falha muscular. Segundo Ferreira *et al.* (2020), em um estudo de revisão e metanálise, a suplementação de CAF parece não atenuar a PSE em protocolos de TF realizados até a falha muscular, o que pode ser especulado também a respeito das suplementações de CAP e CAF+CAP. Portanto, a necessidade de realizar as séries até a falha, pode ter influenciado nos resultados relativos à percepção de esforço.

No que diz respeito aos parâmetros fisiológicos, ou seja, concentração de lactato e FC, o presente estudo não encontrou diferenças estatisticamente significativas entre as condições experimentais, confirmando uma das hipóteses. Referente à concentração de lactato, outros estudos corroboram com os resultados do presente estudo acerca da CAF (DUNCAN *et al.*, 2013) e CAP (FREITAS *et al.*, 2018a). É reportado que a CAF (MARTINS *et al.*, 2020) e CAP (MOURA e SILVA *et al.*, 2021a) teriam um efeito poupador do glicogênio muscular devido ao possível aumento da mobilização e oxidação dos ácidos graxos, sendo este efeito fisiológico considerado um possível mecanismo que pode influenciar na melhora do desempenho em exercícios. No entanto, a falta de diferença significativa nas concentrações de lactato entre as condições experimentais apresentada no presente estudo, indica que a CAF e CAP, bem como CAF+CAP, podem não apresentar efeito poupador de glicogênio muscular no TF. Além disso, é reportado que este efeito fisiológico pode não explicar os efeitos ergogênicos observados pela CAF (GRGIC *et al.*, 2019b) e CAP (FREITAS *et al.*, 2018a) no TF.

Já a respeito da FC, corroborando com o presente estudo, pesquisas não encontraram diferença significativa no aumento entre as condições CAF e placebo (DUNCAN *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2015) e entre as condições placebo, CAP, combinação das substâncias e CAF (SIMÕES *et al.*, 2022). É reportado que a CAF (CAPPELLETTI *et al.*, 2015; GRGIC *et al.*, 2019b) e CAP (SCHWARZ *et al.*, 2013) podem aumentar a FC pela ação no sistema nervoso simpático. Talvez, as doses

utilizadas no presente estudo não foram suficientes para influenciar no aumento significativo da FC, ou os mesmos não foram suficientes para somar o efeito do esforço realizado na FC. Pois, Cappelletti *et al.* (2015) relatam que uma alta dose de CAF seria responsável pelo aumento da FC. O que pode ser estendido às suplementações de CAP e CAF+CAP. É importante salientar que aumento na FC é um efeito colateral, reportado na literatura principalmente em relação à suplementação de CAF (WILK *et al.*, 2019). Portanto, a suplementações investigadas no presente estudo não apresentaram esse efeito colateral.

Referente aos efeitos colaterais percebidos, poucos participantes do presente estudo responderam “sim” aos efeitos colaterais listados no questionário. Vale salientar, que este questionário foi preenchido pelos próprios participantes imediatamente após o término do protocolo de TF e 24 horas após a suplementação. Com um protocolo de suplementação semelhante e corroborando com o presente estudo, Simões *et al.* (2022) também observaram que a maioria dos participantes responderam “não” aos efeitos colaterais, imediatamente após o término do protocolo de TF e 24 horas após a suplementação. Wilk *et al.* (2019) observaram uma maior ocorrência de efeitos colaterais para 9 e 11 mg.kg<sup>-1</sup> de CAF imediatamente e 24 horas após o protocolo de TF, sendo que a maior dose (11 mg.kg<sup>-1</sup>) produziu um aumento drástico na intensidade e na ocorrência dos efeitos colaterais. Além disso, Opheim e Rankin (2012) concluem que uma dose de 25,8 mg de CAP aumenta substancialmente o desconforto gastrointestinal. Os resultados do presente estudo indicam que as doses dos suplementos (5 mg.kg<sup>-1</sup> de CAF e 12 mg de CAP, bem como CAF+CAP) podem resultar em uma menor ocorrência de efeitos colaterais. É importante salientar, que a incidência dos efeitos colaterais pode estar relacionada à capacidade de tolerância individual e dose utilizada (ARNOLD *et al.*, 2016; SIMÕES *et al.* 2022; SOUZA *et al.*, 2022).

A respeito das ingestões de energia e de macronutrientes, não houve alteração significativa no consumo alimentar, assim como na nutrição no momento pré-esforço. A avaliação do perfil dietético da alimentação dos participantes foi realizada com o intuito de minimizar as possíveis influências nas variações dietéticas nos resultados do presente estudo (SIMÕES *et al.*, 2022). Assim, o resultado descrito acima, indica que o perfil dietético pode não ter sido um fator que influenciou no desempenho dos participantes.

Dentre outras previamente apontadas e discutidas, uma limitação do presente estudo pode estar relacionada ao número de participantes, que foi definida por conveniência, recrutando todos os voluntários obtidos pela divulgação, atendendo os critérios de inclusão. Portanto, é recomendado que os próximos estudos verificassem os efeitos das substâncias utilizadas no presente estudo (CAF, CAP e CAF+CAP) em um maior número de participantes.

## **5 CONCLUSÃO**

As suplementações de cafeína e capsaicina, bem como a combinação das duas substâncias, pode não resultar na melhora do desempenho no treinamento de força em homens treinados. Ainda, essas substâncias podem não atenuar a percepção de esforço durante e após uma sessão de treinamento com repetições máximas. Além disso, durante o treinamento de força, as suplementações de cafeína e capsaicina não têm influência direta na diminuição da concentração de lactato. Também, as suplementações destas substâncias, nas doses utilizadas, resultam em uma baixa ocorrência de efeitos colaterais, além disso, apresentando nenhuma diferença significativa na frequência cardíaca.

## REFERÊNCIAS

AH MORANO, A.E.V.; PADILHA, C.S.; SOARES, V.A.M.; MACHADO, F.A.; HOFMANN, P.; ROSSI, F.E.; LIRA, F.S. Capsaicin Analogue Supplementation Does Not Improve 10 km Running Time-Trial Performance in Male Amateur Athletes: A Randomized, Crossover, Double-Blind and Placebo-Controlled Study. **Nutrients**, v.13, n.1, p.34, 2021.

ARNOLD, JOSH & BRUCE-LOW; STEWART & SAMMUT, LUKE. Oral Capsaicin Ingestion: A Brief Update - Dose, Tolerance and Side-Effects. **Research and Reviews: Journal of Herbal Sciences**, v.5, n.2, p.1-5, 2016.

ASTORINO, T.A.; ROHMANN, R.L.; FIRTH, K. Effect of caffeine ingestion on one-repetition maximum muscular strength. **European Journal of Applied Physiology**, v.102, n.1, p.127-132, 2008.

ASTORINO, T.A.; MARTIN, B.J.; SCHACHTSIEK, L.; WONG, K.; NG, K. Minimal effect of acute caffeine ingestion on intense resistance training performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.6, p.1752-1758, 2010.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Position stand on progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.41, p. 687-708, 2009.

BERGSTROM H.C.; BYRD, M.T; WALLACE, B.J.; CLASEY, J.L. Examination of a multi-ingredient preworkout supplement on total volume of resistance exercise and subsequent strength and power performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.32, n.6, p.1479-1490, 2018.

BINDER, A.; MAY, D.; BARON, R.; MAIER, C.; TOLLE, T. R.; TREEDE, R. D.; BERTHELE, A.; FALTRACO, F.; FLOR, H.; GIERTHMHULEN, J.; HAENISCH, S.; HUGE, V.; MAGERL, W.; MAIHOFNER, C.; RICHTER, H.; ROLKE, H.; SCHERENS, A.; UCEYLER, N.; UFER, M.; WASNER, G.; ZHU, J.; CASCORBI, I. Transient receptor potential channel polymorphisms are associated with the somatosensory function in neuropathic pain patients. **PloS one**, v.6, n.3, e17387, 2011.

BORG, G.A.V. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.14, n.5, p.377-381, 1982.

BROWN, L.E.; WEIR, J. Procedures recommendation I: Accurate assessment of muscular strength and power. **Journal of Exercise Physiology online**, v.4, n.3, p.1-21, 2001.

BRZYCKI, M. Strength Testing-Predicting a One-Rep Max from Reps-to-Fatigue. **Journal of Physical Education, Recreation & Dance**, v.64, n.1, p.88-90, 1993.

BURLER, E.; LACHENMEIER, D.W.; SCHLEGEL, K.; WINKLER, G. Development of a tool to assess the caffeine intake among teenagers and young adults. **Science & Research**, v.61, p.58-63, 2014.

CAPPELLETTI, S.; DARIA, P.; SANI, G.; AROMATARIO, M. Caffeine: Cognitive and physical performance enhancer or psychoactive drug? **Current Neuropharmacology**, v.13, p.71-88, 2015.

CATERINA, M.J.; JULIUS, D. The vanilloid receptor: A Molecular Gateway to the Pain Pathway. **Annual Review of Neuroscience**, v. 24, p.487-517, 2001.

COSTA, L.A.; FREITAS, M.C.; CHOLEWA, J.M.; PANISSA, V.L.G.; NAKAMURA, F.Y.; SILVA, V.E.L.M.; SÁ, A.M.; ROSSI, P.A.Q.; RIBEIRO, S.L.G.; SANTOS, M.A.P.; ZANCHI, N.E.; LIRA, F.S.; ROSSI, F.E. Acute capsaicin analog supplementation improves 400 m and 3000 m running time-trial performance. **International Journal of Exercise Science**, v.13, n.2, p.755-765, 2020.

CROSS, B.L.; PARKER, D.; LANGAN, S.P.; GROSICKI, G.J. Effect of a commercially available low-dose capsaicin supplement on knee extensor contractile function. **International Journal of Exercise Science**, v.13, n.2, p.312-318, 2020.

DEL COSO, J.; SALINERO, J.J.; GONZÁLEZ-MILLÁN, C.; ABIÁN-VICÉN, J.; PÉREZ-GONZÁLEZ, B. Dose response effects of a caffeine-containing energy drink on muscle performance: a repeated measures design. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v.9, n.21, p.1-10, 2012.

DRUMMOND, M.D.M.; COUTO, B.P.; AUGUSTO, I.G.; RODRIGUES, S.A.; SZMUCHROWSKI, L.A. Effects of 12 weeks of dynamic strength training with local vibration. **European Journal of Sport Science**, v.14, n.7, p.695-702, 2014.

DUNCAN, M.J.; SMITH, M.; COOK, K.; JAMES, R.S. The acute of a caffeine containing energy drink on mood state, readiness to invest effort and resistance exercise to failure. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.26, n.10, p.2858-2865, 2012.

DUNCAN, M.J.; STANLEY, M.; PARKHOUSE, N.; COOK, K.; SMITH, M. Acute caffeine ingestion enhances strength performance and reduces perceived exertion and muscle pain perception during resistance exercise. **European Journal of Sport Science**, v.13, n.4, p.392-399, 2013.

FARAUT, B.; GIANNESINI, B.; MATARAZZO, V.; MARQUESTE, T.; DALMASSO, C.; ROUGON, G.; COZZONE, P.J.; BENDAHAN, D. Downregulation of uncoupling protein-3 in vivo is linked to changes in muscle mitochondrial energy metabolism as a result of capsiate administration. **American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism**, v.292, n.5, p.1474-1482, 2007.

FERREIRA, T.T.; SILVA, J.V.F.; BUENO, N.B. Effects of caffeine supplementation on muscle endurance, maximum strength, and perceived exertion in adults submitted to strength training: a systematic review and meta-analyses. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.61, n.15, p.2587-2600, 2020.



FILIP, A.; WILK, M.; KRZYSZTOFIK, M.; DEL COSO, J. Inconsistency in the ergogenic effect of caffeine in athletes who regularly consume caffeine: Is it due to the disparity in the criteria that defines habitual caffeine intake? **Nutrients**, v.12, n.4, p.1087, 2020.

FONSECA, I.C.S.; CRUZ, V.; FONSECA, M.; SIMÕES, C.; COSSENZO, P.; SZMUCHROWSKI, L.A.; DRUMMOND, M.D.M.; SILVA, R.A.D. Subsequent performance of two 1RM tests in the same session reduces 1RM and consequently the volume load of strength training session. **Journal of Exercise Physiology online**, v.23, n.5, p.65-75, 2020.

FOSTER, C.; DAINES, E.; HECTOR, L.; SNYDER, A.C.; WELSH, R. Athletic performance in relation to training load. **Wisconsin Medical Journal, Madison**, v. 95, no. 6, p. 370-374, 1996.

FREITAS, M.C.; CHOLEWA, J.M.; FREIRE, R.V.; CARMO, B.A.; BOTTAN, J.; BRATICH, M.; BANDEIRA, M.P.D.; GONÇALVES, D.A.; CAPERUTO, E.C.; LIRA, F.S.; ROSSI, F.E. Acute capsaicin supplementation improvises resistance training performance in trained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 8, p. 2227-2232, 2018a.

FREITAS, M.C.; CHOLEWA, J.M.; GOBBO, L.A.; OLIVEIRA, J.V.N.S.; LIRA, F.S.; ROSSI, F.E. Acute capsaicin supplementation improves 1500 m running time-trial performance and rate of perceived exertion in physically active adults. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.32, n.2, p.572-577, 2018b.

FREITAS, M.C.; BILLAUT, F.; PANISSA, V.L.G.; ROSSI, F.E. FIGUEIREDO, C.; CAPERUTO, E.C.; Lira, F.S. Capsaicin supplementation increases time to exhaustion in high-intensity intermittent exercise without modifying metabolic responses in physically active men. **European Journal of Applied Physiology**, v.119, p.971-979, 2019a.

FREITAS, M. C. *et al.* Acute Capsaicin Supplementation Improved Resistance Exercise Performance Performed After a High-Intensity Intermittent Running in Resistance-Trained Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**. Epub ahead of print, nov. 2019b.

GLADE, M.J. Caffeine - Not just a stimulant. **Nutrition**, v.26, n.10, p.932-938, 2010.

GOLZARAND, M; TOOLABI, K; AGHASI, M. Effect of green tea, caffeine and capsaicin supplements on the anthropometric indices: a meta-analysis of randomized clinical trials. **Journal of Functional Foods**, v.46, p.320-328, 2018.

GOMES, W.S.; FREITAS, M.C.; DUTRA, Y.M.; ROSSI, F.; ESTANISLAU, T.B.; GONÇALVES, D.C.; CAMPOS, E.Z. Effects of capsiate supplementation on maximal voluntary contractions in healthy men. **International Journal of Sports Medicine**, v.43, n.4, 2021.

GONZALEZ, A.M.; WALSH, A.L.; RATAMESS, N.A.; KANG, J.; HOFFMAN, J.R. Effect of a pre-workout energy supplement on acute multi-joint resistance exercise. **Journal of Sports Science and Medicine**, v.10, n.2, p.261-266, 2011.

GONZALEZ, A.M.; PINZONE, A.G.; BRAM, J.; SALISBURY, J.L.; LEE, S.; MANGINE, G. T. Effect of Multi-Ingredient Preworkout Supplementation on Repeated Sprint Performance in Recreationally Active Men and Women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.34, n. 4, p. 918-923, 2020.

GRAHAM, T.E. Caffeine and exercise: Metabolism, endurance and performance. **Sports Medicine**, v.31, n.11, p.785-807, 2001.

GREEN, J.M; WICKWIRE, P.J.; MCLESTER, J.R.; GENDLE, S.; HUDSON, G.; PRITCHETT, R.C.; LAURENT, C.M. Effects of caffeine on repetitions to failure and ratings of perceived exertion during resistance training. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.2, n.3, p.250-259, 2007.

GRGIC, J.; MIKULIC, P. Caffeine ingestion acutely enhances muscular strength and power but not muscular endurance in resistance-trained men. **European Journal of Sport Science**, 2017.

GRGIC, J; TREXLER, E.T.; LAZINICA, B.; PEDISIC, Z. Effects of caffeine intake on muscle strength and power: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v.15, n.11, p.1-10, 2018.

GRGIC, J; SABOL, F; VENIER, S; MIKULIC, I; BRATKOVIC, N; SCHOENFELD, B.J; PICKERING, C; BISHOP, D.J; PEDISIC, Z; MIKULIC, P. What dose of caffeine to use: Acute effects of 3 doses of caffeine on muscle endurance and strength. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.15, n.4, p.470-477, 2019a.

GRGIC, J.; MIKULIC, P.; SCHOENFELD, B.J.; BISHOP, D.J.; PEDISIC, Z. The Influence of Caffeine Supplementation on Resistance Exercise: A Review. **Sports Medicine**, v.49, n.1, p.17-30, 2019b.

GRGIC, J.; PICKERING, C.; BISHOP, D.J.; SCHOENFELD, B.J.; MIKULIC, P.; PEDISIC, Z. CYP1A2 genotype and acute effects of caffeine on resistance exercise, jumping, and sprinting performance. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v.17, n.21, p.1-11, 2020.

GRGIC, J. Effects of caffeine on resistance exercise: A review of recent research. **Sports Medicine**, v.51, n.11, p.2281-2298, 2021a.

GRGIC, J; MIKULIC, P. Effects of attentional focus on muscular endurance: A meta-analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.19, n.1, p.89, 2021b.

GRGIC, J.; MIKULIC, P. Effects of attentional focus on muscular endurance: A meta-analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.19, n.1, p.89, 2022.

GUEST, N.S.; VANDUSSELDORP, T.A.; NELSON, M.T.; GRGIC, J.; SCHOENFELD, B.J.; JENKINS, N.D.M.; ARENT, S.M.; ANTONIO, J.; STOUT, J.R.; TREXLER, E.T.; SMITH-RYAN, A.E.; GOLDSTEIN, E.R.; KALMAN, D.S.; CAMPBELL, B.I. International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v.18, n.1, p.1-37, 2021.

HARAMIZU, S.; MIZUNOYA, W.; MASUDA, Y.; OHNUKI, K.; WATANABE, T.; YAZAWA, S.; FUSHIKI, T. Capsiate, a nonpungent capsaicin analog, increases endurance swimming capacity of mice by stimulation of vanilloid receptors. **Bioscience, Biotechnology & Biochemistry**, v.70, n.4, p.774-781, 2006.

HELMS, E.R.; AARAGON, A.A.; FITSCHEN, P.J. Evidence-based recommendations for natural bodybuilding contest preparation: nutrition and supplementation. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v.11, n.20, p.1-20, 2014.

HSU, Y.J.; HUANG, W.C.; CHIU, C.C.; LIU, Y.L.; CHIU, W.C.; CHIU, C.H.; CHIU, Y.S.; HUANG, C.C. Capsaicin supplementation reduces physical fatigue and improves exercise performance in mice. **Nutrients**, v.8, n.10, p.648, 2016.

HUDSON, A.S.R.; KUNSTETTER, A.C.; DAMASCENO, W.C.; WANNER, S.P. Involvement of the TRPV1 channel in the modulation of spontaneous locomotor activity, physical performance and physical exercise-induced. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v.49, n.6, p.1-13, 2016.

HUDSON, G.M.; GREEN, J.M.; BISHOP, P.A.; RICHARDSON, M.T. Effect of caffeine and aspirin on light resistance training performance, perceived exertion and pain perception. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.22, n.6, p.1950-1957, 2008.

JAMES, J.E. Caffeine and cognitive performance: Persistent methodological challenges in caffeine research. **Pharmacology Biochemistry and Behavior**, v.124, p.117-122, 2014.

KACZKA, P.; BATRA, A.; KUBICKA, K.; MACIEJCZYK, M.; RZESZUTKO-BELZOWSKA, A.; PEZDAN-SLI'Z, I.; MICHALOWSKA-SAWCZYN, M.; PRZYDZIAL, M.; PLONKA, A.; CIESZCZYK, P.; HUMINSKA-LISOWSKA, K.; ZAJAC, T. Effects of pre-workout multi-ingredient supplement on anaerobic performance: randomized double-Blind crossover study. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v.17, n.21, p.8262, 2020.

KAZUYA, Y.; TONSON, A.; PECCHI, E.; DALMASSO, C.; VILMEN, C.; FUR, Y.L.; BERNARD, M.; BENDAHAN, D.; GIANNESINI, B. A single intake of capsiate improves mechanical performance and bioenergetics efficiency in contracting mouse skeletal muscle. **American Journal of Physiology, Endocrinology and Metabolism**, v.306, n.10, p.1110-1119, 2014.

KIM, K.M.; KAWADA, T.; ISHIHARA, K.; INOUE, K.; FUSHIKI, T. Increase in swimming endurance capacity of mice by capsaicin-induced adrenal catecholamine secretion. **Bioscience, Biotechnology & Biochemistry**, v.61, n.10, p.1718-1723, 1997.

KIM, K.M.; KAWADA, T.; ISHIHARA, K.; INOUE, K.; FUSHIKI, T. Swimming capacity of mice is increased by oral administration of a nonpungent capsaicin analog, stearoyl vanillylamide. **The journal of Nutrition**, v.128, n.11, p.1978-1983, 1998a.

KIM, K.M.; KAWADA, T.; ISHIHARA, K.; INOUE, K.; FUSHIKI, T. Inhibition by a capsaicin antagonist (capsazepine) of capsaicin-induced swimming capacity increase in mice. **Bioscience, Biotechnology & Biochemistry**, v.62, n.12, p.2444-2445, 1998b.

KRAEMER, W.J; RATAMESS, N.A. Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. **Medicine & Science in Sports & exercise**, v.36, n.4, p.674-688, 2004.

LANGAN, S.P.; GROSICKI, G.J. Commercially available capsaicin supplement fails to enhance time-to- exhaustion during cycling. **International Journal of Exercise Science**, v.12, n.2, p.225-233, 2020.

LINARI, M.; BRUNELLO, E.; RECONDITI, M.; FUSI, L.; CAREMANI, M.; NARAYANAN, T.; PIAZZESI, G.; LOMBARDI, V.; IRVING, M. Force generation by skeletal muscle is controlled by mechanosensing in myosin filaments. **Nature**, v.528, n.7581, p.276-279, 2015.

LYNGE, J, HELLSTEN, Y. Distribution of adenosine A1, A2A and A2B receptors in human skeletal muscle. **Acta Physiol Scand**, v. 169, p.283-290, 2000.

LOTTEAU, S.; DUCREUX, S.; ROMESTAING, C.; LEGRAND, C.; COPPENOLLE, F.V. Characterization of functional TRPV1 channels in the sarcoplasmic reticulum of mouse skeletal muscle. **PLoS One**, v.8, n.3, p.1-10 2013.

LUDY, M.J.; MOORE, G.E.; MATTES, R.D. The effects of capsaicin and capsiate on energy balance: critical review and meta-analyses of studies in humans. **Chemical Senses**, v.37, n.2, p.103-121, 2012.

LUO, Z.; MA, L.; ZHAO, Z.; HE, H.; YANG, D.; FENG, X.; MA, S.; CHEN, X.; ZHU, T.; CAO, T.; LIU, D.; NILIUS, B.; HUANG, Y.; YAN, Z.; ZHU, Z. TRPV1 activation improves exercise endurance and energy metabolism through PGC-1 $\alpha$  upregulation in mice. **Cell Research**, [s.l.], v. 22, n. 3, p.551-564, 2012.

MARTINS, G.L.; GUILHERME, J.P.L.F.; FERREIRA, L.H.B.; JUNIOR, T.P.S.; JUNIOR, A.H.L. Caffeine and exercise performance: Possible directions for definitive findings. **Frontiers in Sports and Active Living**, v.11, n.2, 2020.

MCBRIDE, J.M.; MCCAULLEY, G.O.; CORMIE, P.; NUZZO, J.L.; CAVILL, M.J.; TRIPLETT, N.T. Comparison of methods to quantify volume during resistance exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.23, n.1, p. 106-110, 2009.

MCLELLAN, T.M.; CALDWELL, J.A.; LIEBERMAN, H.R. A review of caffeine's effects on cognitive, physical and occupational performance. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, v.71, p.294-312, 2016.

MOURA E SILVA, V.E.L.; CHOLEWA, J.M.; BILLAUT, F.; JAGER, R.; FREITAS, M.C.; LIRA, F.S.; ROSSI, F.E. Capsaicinoid and Capsinoids as an Ergogenic Aid: A Systematic Review and the Potential Mechanisms Involved. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.16, n.4, p. 464-473, 2021a.

MOURA E SILVA, V.E.L.; CHOLEWA, J.M.; JAGER, R.; ZANCHI, N.E.; FREITAS, M.C.; MOURA, R.C.; BARROS, E.M.L.; ANTUNES, B.M.; CAPERUTO, E.C.; RIBEIRO, S.L.G.; LIRA, F.S.; SANTOS, M.A.P.; ROSSI, F.E. Chronic capsiate supplementation increases fat-free mass and upper body strength but not the inflammatory response to resistance exercise in young untrained men: a randomized, placebo-controlled and double-blind study. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v.18. n.50, 2021b.

OH, T.W.; OHTA, F. Dose-dependent effect of capsaicin on endurance capacity in rats. **British Journal of Nutrition**, v.90, n.3, p.515-520, 2003.

O'NEILL, J; BROCK, C; OLESEN, A.E.; ANDRESEN, T.; NILSSON, M.; DICKENSON, A. Unravelling the mystery of capsaicin: a tool to understand and treat pain. **Pharmacological reviews**, v.64, n.4, p.939-971, 2012.

OPHEIM, M.N.; RANKIN, J.W. Effect of capsaicin supplementation on repeated sprinting performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.26, n.2, p.319-326, 2012.

PADILHA, C.S.; BILLAUT, F.; FIGUEIREDO, C.; PANISSA, V.L.G.; ROSSI, F.R.; LIRA, F.S. Capsaicin supplementation during high-intensity continuous exercise: A double-blind study. **International Journal of Sports Medicine**, v.41, n.14, p.1061-1066, 2020.

POLITO, M.D.; SOUZA, D.B.; CASONATTO, J.; FARINATTI, P. Acute effect of caffeine consumption on isotonic muscular strength and endurance: A systematic review and meta-analysis. **Science & sports**, v.31, p.119-128, 2016.

POLITO, M.D.; GRANDOLFI, K.; SOUZA, D.B. Caffeine and resistance exercise: the effects of two caffeine doses and the influence of individual perception of caffeine. **European Journal of Sport Science**, v.19, p.1342-1348, 2019.

RICHARDSON, D.L.; CLARKE, N.D. Effect of coffee and caffeine ingestion on resistance exercise performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.30, n.10, p.2892-2900, 2016.

RHEA, M. R. Determining the magnitude of treatment effects in strength training research through the use of the effect size. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, n.4, p.918-920, 2004.

SALATTO, R.W.; AREVALO, J.A.; BROWN, L.E.; WIERSMA, L.D.; COBURN, J.W. Caffeine's effects on an upper-body resistance exercise workout. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.34, n.6, p.1643-1648, 2018.

SCHOENFELD, B.J.; OGBORN, D.; CONTRERAS, B.; CAPPAERT, T.; RIBEIRO, A.S.; ALVAR, B.A.; VIGOTSKY, A.D. A Comparison of increases in volume load over 8 weeks of low-versus high-load resistance training. **Asian Journal of Sports Medicine**, v.7, n.2, p. 1-5, 2016.

SCHOENFELD, B.J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J.W. Dose-response relationship between weekly resistance training volume and increases in muscle mass: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Sports Sciences**, v.35, n.11, p.1073-1082, 2017.

SCHOENFELD, B.J.; GRGIC, J. Evidence-based guidelines for resistance training volume to maximize muscle hypertrophy. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.40, n.4, p.107-112, 2018.

SCHOENFELD, B.J.; CONTRERAS, B.; KRIEGER, J.; GRGIC, J.; DELCASTILLO, K.; BELLARD, R.; ALTO, A. Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy but Not Strength in Trained Men. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.51, n.1, p. 94-103, 2019.

SCHWARZ, N.A.; SPILLANE, M.; LA BOUNTY, P.; GRANDJEAN, P.W.; LEUTHOLTZ, B.; WILLOUGHBY, D.S. Capsaicin and evodiamine ingestion does not augment energy expenditure and fat oxidation at rest or after moderately-intense exercise. **Nutrition Research**, v.33, n.12, p.1034-1042, 2013.

SILVA, V.L.; MESSIAS, F.R.; ZANCHI, N.E.; GERLINGER-ROMERO, F.; DUNCAN, M.J.; GUIMARÃES-FERREIRA, L. Effects of acute caffeine ingestion on resistance training performance and perceptual responses during repeated sets to failure. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.55, n.5, p.383-389, 2015.

SIMÕES, C.B.; GOMES, P.L.C.; SILVA, R.A.D.; FONSECA, I.C.S.; FONSECA, M.; CRUZ, V.M.; DRUMMOND, M.D.M. Acute caffeine and capsaicin supplementation and performance in resistance training. **Motriz**, v.28, 2022.

SOUZA, J.G.; DEL COSO, J.; FONSECA, F.S.; SILVA, B.V.C.; SOUZA, D.B.; GIANONI, L.S.; FILIP-STACHNIK, A.; SERRÃO, J.C.; CLAUDINO, J.G. Risk or benefit? Side effects of caffeine supplementation in sports: a systematic review. **European Journal of Nutrition**, v.61, 2022.

SPRIET, L.L. Exercise and sport performance with low doses of caffeine. **Sports Medicine**, v.44, n.2, p.175-184, 2014.

TALLIS, J.; DUNCAN, M.J.; JAMES, ROB.S. What can isolated skeletal muscle experiments tell us about the effects of caffeine on exercise performance? **British Journal of Pharmacology**, v.172, n.15, p.3703-3713, 2015.

TIMMINS, T.D.; SAUNDERS, D.H. Effect of caffeine ingestion on maximal voluntary contraction strength in upper and lower body muscle groups. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.28, n.11, p.3239-3244, 2014.

WALTER, A.A.; HERDA, T.J.; RYAN, E.D.; COSTA, P.B.; HOGE, K.M.; BECK, T.W.; STOUT, J.R.; CRAMER, J.T. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v.6, n.1, p.15, 2009.

WARREN, G.L.; PARK, N.D.; MARESCA, R.D.; MCKIBANS, K.I.; MILLARD-STAFFORD, M.L. Effect of Caffeine Ingestion on Muscular Strength and Endurance: A Meta-Analysis. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v.42, n.7, p.1375-1387, 2010.

WILK, M.; KRZYSZTOFIK, M.; FILIP, A.; ZAJAC, A.; DEL COSO, J. The effects of high doses of caffeine on maximal strength and muscular endurance in athletes habituated to caffeine. **Nutrients**, v.11, n.8, p.1-13, 2019.

YASHIRO, K.; TONSON, A.; PECCHI, E.; VILMEN, C.; FUR, Y.L.; BERNARD, M.; BENDAHAN, D.; GIANNESINI, B. Capsiate supplementation reduces oxidative cost of contraction in exercising mouse skeletal muscle in vivo. **Plos One**, 2015.

## APÊNDICE 1 - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (T.C.L.E.)

(Em 2 vias, firmado por cada participante-voluntário/a da pesquisa e pelo responsável)

***“O respeito devido à dignidade humana exige que toda pesquisa se processe após consentimento livre e esclarecido dos sujeitos, indivíduos ou grupos que por si e/ou por seus representantes legais manifestem a sua anuência à participação na pesquisa.”*** (Resolução. nº 466/12, do Conselho Nacional de Saúde)

Você está sendo convidado a participar como voluntário(a) do estudo “INVESTIGAÇÃO DE POSSÍVEIS EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA DE CAPSAICINA E CAFEÍNA SOBRE O DESEMPENHO NO TREINAMENTO DE FORÇA”. O responsável pela sua execução é o professor Marcos Daniel Motta Drummond.

As seguintes informações são pertinentes ao estudo:

- O estudo se destina a investigar e comparar possíveis efeitos agudos da suplementação aguda de cafeína e de capsaicina no desempenho no treinamento de força.
- Esse estudo terá a duração de aproximadamente quatorze (14) semanas. Cada encontro será espaçado em uma semana, sendo realizados um (1) encontro presencial para apresentação do projeto, um (1) encontro presencial para a familiarização, dois (2) encontros presenciais para realização de testes de 1RM nos exercícios Agachamento e Leg press 45°, seguidos de mais quatro (4) encontros presenciais nos quais serão realizados treinos de força, com estes exercícios, e haverá administração aleatória da suplementação de um dos recursos ergogênicos a serem testados ou o placebo. Posteriormente serão realizados dois (2) encontros presenciais para realização de testes de 1RM nos exercícios Supino reto e Supino inclinado, seguidos de quatro (4) encontros presenciais nos quais serão realizados treinos de força, com estes exercícios, e administração aleatória da suplementação de um dos recursos ergogênicos a serem testados ou o placebo.
- O estudo será realizado da seguinte maneira:

Você será submetido a quatorze (14) encontros, no Centro de Treinamento Esportivo da UFMG (CTE), sendo que: um (1) encontro consistirá na apresentação do projeto, no auditório do CTE e treze (13) ensaios experimentais acontecerão no consultório de Nutrição e na sala de musculação do CTE. Todos os encontros serão realizados no mesmo período do dia, com horário marcado para cada voluntário. A primeira visita será a apresentação do projeto no auditório do CTE, explicitando os procedimentos a serem feitos, bem como a entrega deste documento para cada voluntário presente. A segunda visita ocorrerá para que você se familiarize com o ambiente, com o teste de 1RM, com os exercícios a serem executados, aos equipamentos e aos questionários que deverão ser respondidos nas visitas seguintes. No terceiro encontro será realizado o teste do seu valor de 1RM no



Agachamento, ou seja, iremos descobrir, na prática, qual o peso suportado por você para realizar uma (1) repetição máxima nesse exercício. Em seguida, após 10 minutos de pausa, faremos o mesmo teste de uma (1) repetição máxima, porém no exercício Leg press 45°. No seguinte encontro (quarto), faremos apenas o teste de 1RM no Leg press 45°, para avaliarmos se haverá diferença entre os dois testes realizados para esse exercício.

Da quinta a oitava visita, você consumirá aleatoriamente e de forma cega a cafeína, ou a capsaicina, ou o combinado de capsaicina e cafeína, ou o placebo. Quarenta e cinco (45) minutos após a ingestão, completará 5 séries de Agachamento, havendo 90 segundos de descanso entre séries, até a falha muscular momentânea com a carga correspondendo a 70% de 1RM. Em seguida, após dois (2) minutos de descanso, irá completar mais 5 séries no Leg press 45°, havendo 90 segundos de descanso entre séries, também até a falha muscular momentânea com a carga correspondendo a 70% de 1RM.

No nono encontro, será realizado o teste do seu valor de 1RM no Supino reto, ou seja, iremos descobrir, na prática, qual o peso suportado por você para realizar uma (1) repetição máxima nesse exercício. Em seguida, após 10 minutos de pausa, faremos o mesmo teste de uma (1) repetição máxima, porém no exercício Supino inclinado. Em outra sessão de teste, no décimo encontro, faremos apenas o teste de 1RM no Supino inclinado, para avaliarmos se haverá diferença entre os dois testes realizados para esse exercício.

Da décima primeira a décima quarta visita, você consumirá aleatoriamente e de forma cega a cafeína, ou a capsaicina, ou o combinado de capsaicina e cafeína, ou o placebo. Quarenta e cinco (45) minutos após a ingestão, completará 5 séries de Supino reto, havendo 90 segundos de descanso entre séries, até a falha muscular momentânea com a carga correspondendo a 70% de 1RM. Em seguida, após dois (2) minutos de descanso, irá completar mais 5 séries no Supino inclinado, havendo 90 segundos de descanso entre séries, também até a falha muscular momentânea com a carga correspondendo a 70% de 1RM.

Ainda, para análise dos níveis de lactato, serão coletadas amostras sanguíneas de um dos seus dedos (poderá escolher qual dedo), após esterilização local com álcool etílico a 70%. Isto será realizado imediatamente após a suplementação (pré-treino) e imediatamente após a realização do protocolo de treinamento (pós-treino). Seu dedo receberá uma pequena perfuração, sendo coletada uma gota de sangue em uma fita específica, esterilizada e nunca antes utilizada, para análise imediata, no local, em um equipamento específico (lactímetro) portátil e automático. Em seguida tal fita será descartada.

Em todos os dias de coleta, serão aplicadas a escala de percepção subjetiva de esforço (PSE) ao final de cada série e, a escala de humor de Brunel (BRUMS) imediatamente após o final da última série de cada exercício. Um questionário de efeitos colaterais será aplicado 15 minutos após o fim da sessão de treino. O questionário de efeitos colaterais e BRUMS também deverão ser respondidos 24 horas após a coleta, por meio de e-mail, telefone ou outra rede social de sua escolha.

▪ Os riscos envolvidos nesta pesquisa são inerentes ao treinamento de força e suplementação, sendo de baixa frequência de ocorrência e magnitude. Tais riscos consistem em: dor muscular tardia, lesões osteomusculares e articulares, cansaço ou aborrecimento ao responder questionários, constrangimento ao realizar exames antropométricos, efeitos colaterais das substâncias testadas, sendo esses, dor de

cabeça, náuseas, desconfortos gastrointestinais ou abdominal, taquicardia ou palpitação no coração, insônia, aumento da ansiedade, aumento da produção de urina, sensações de queimação na cavidade oral e diarreia.

Ainda, você poderá sentir leve dor ou desconforto momentâneo na polpa do dedo em que for realizada a coleta da gota de sangue, para análise da concentração de lactato, com baixo risco de infecção e/ou inflamação. Para minimizar tais riscos, a polpa do dedo será esterilizada com álcool etílico a 70% e será utilizada uma lanceta com disparador automático, além de que esses procedimentos serão realizados pelo responsável da pesquisa, treinado e experiente em tal procedimento.

Também para minimizar os riscos envolvidos nesta pesquisa, os pesquisadores se comprometem em realizar os procedimentos de forma que o seu conforto, bem-estar e aceitação sejam plenas, bem como minimizar os riscos na realização dos exercícios físicos, assegurando a boa execução dos mesmos, além de zelar pelo seu sigilo e privacidade.

- Os benefícios que deverá esperar com a sua participação, mesmo que não diretamente são: contribuir para o estudo da atividade física, nutrição e do esporte, ajudando a descobrir o efeito do uso dos referidos suplementos no desempenho da musculação.
- Sempre que desejar, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo.
- A qualquer momento você poderá se recusar a continuar participando do estudo e, também, poderá retirar este consentimento, sem que isso lhe traga qualquer penalidade ou prejuízo.
- As informações conseguidas através da sua participação não permitirão a identificação da sua pessoa, exceto aos responsáveis pelo estudo.
- Sua participação no estudo não terá custos, assim como não será remunerada. Você será ressarcido por quaisquer despesas extras que venha a ter com a sua participação nesse estudo, tais como deslocamento imprevisto para o local da coleta dos dados, ou alguma necessidade de alimentação especial.
- O COEP poderá ser acionado em caso de dúvidas relativas a aspectos éticos. Os dados para contato serão fornecidos a seguir.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais com espaço destinado para rubricas, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, no Laboratório de Nutrição e Treinamento Esportivo e a outra será fornecida ao Sr. Os dados, materiais e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos (ou até 10 (dez) anos) no Laboratório de Nutrição e Treinamento Esportivo da Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG e após esse tempo serão destruídos. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resoluções Nº 466/12; 441/11 e a Portaria 2.201 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares), utilizando as informações somente para fins acadêmicos e científicos.

Finalmente, tendo eu compreendido perfeitamente tudo o que me informado sobre a minha participação neste estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implica, concordo em dele participar e dar o meu consentimento sem que para isso tenha sido forçado ou obrigado.

**Endereço do (a) participante-voluntário (a)**

Domicílio:

Bairro: CEP:  
 Cidade: Telefone:  
 Ponto de referência:

**Contato de urgência:**

Domicílio:

Bairro: CEP:  
 Cidade: Telefone:  
 Ponto de referência:

**Endereço do responsável pela pesquisa:**

Pesquisador responsável: Marcos Daninel Motta Drummond  
 Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais  
 Endereço: Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627.  
 Bairro: Pampulha. CEP. 31270-901 Cidade: Belo Horizonte / MG.  
 Telefones p/contato: 31 34097443  
 e-mail: [zangmarcos@gmail.com](mailto:zangmarcos@gmail.com) ; [marcoszang@ufmg.br](mailto:marcoszang@ufmg.br)

**ATENÇÃO: Para informar ocorrências irregulares ou danosas durante a sua participação no estudo, dirija-se ao:**

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estácio de Sá de Belo Horizonte:  
 Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais  
 Endereço: Avenida Presidente Antônio Carlos, 6627.  
 Unidade Administrativa II - 2º andar – sala 2005  
 Bairro: Pampulha. CEP. 31270-901 Cidade: Belo Horizonte / MG.  
 Telefones p/contato: 31 3409-4592  
 e-mail: [coep@prpq.ufmg.br](mailto:coep@prpq.ufmg.br)

Belo Horizonte, de de 20 .

Nome e assinatura do voluntário (Rubricar as demais páginas)	Nome e assinatura do responsável pelo estudo (Rubricar as demais páginas)

**ANEXO 1 - Questionário sobre o consumo habitual de cafeína**

**Portion sizes**

Small cup 150 mL	Large cup 250 mL	Small glass 150 mL	Large glass 250 mL	Energy drink 250 mL can	Energy drink 500 mL can	Energy Shot 60 mL can	Espresso cup 60 mL	Chocolate bar 20g

For example, like this:

	Coffee	Cola, fizzy soft drink	Chocolate
<b>Breakfast</b>			

	Coffee	Decaffeinated coffee	Espresso	Black-, green, white, mate tea	Cocoa drink	Iced tea, drinks with tea extract	Cola, mixed cola beverages (but not orangeade and lemonade)	Energy drink	Energy shot	Alcopops with energy drink, cola or coffee	Chocolate
Breakfast											
Between breakfast and lunch											
lunch											
Between lunch and dinner											
Dinner											
After dinner											

