

CENTRO UNIVERSITÁRIO SÃO CAMILO

Curso de Nutrição

Arthur Teixeira Rodrigues

Camila Luques de Brito

Marcella Almeida Correia Silva

Thais Cristina Leal

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO
DE PESSOAS ADULTAS SUBMETIDAS A TESTES DE FORÇA MUSCULAR: UM
ESTUDO CLÍNICO, DUPLO CEGO, PARALELO E CONTROLADO POR
PLACEBO**

São Paulo

2023

Arthur Teixeira Rodrigues

Camila Luques de Brito

Marcella Almeida Correia Silva

Thais Cristina Leal

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO
DE PESSOAS ADULTAS SUBMETIDAS A TESTES DE FORÇA MUSCULAR: UM
ESTUDO CLÍNICO, DUPLO CEGO, PARALELO E CONTROLADO POR
PLACEBO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Nutrição do Centro Universitário
São Camilo como requisito parcial para
obtenção do título de bacharel em nutrição
orientado pelo Prof. Dr. Marcus Vinicius Lucio
dos Santos Quaresma.

São Paulo

2023

Ficha catalográfica elaborada pelas Bibliotecas São Camilo

A suplementação de cafeína não afetou a força e a resistência muscular de pessoas saudáveis: dados preliminares de um ensaio clínico, duplo-cego, cruzado e controlado por placebo / Arthur Teixeira Rodrigues... [et al.]. -- São Paulo: Centro Universitário São Camilo, 2023. 86 p.

Orientação de Marcus Vinicius Lucio dos Santos Quaresma.

Trabalho de Conclusão de Curso de Nutrição (Graduação), Centro Universitário São Camilo, 2023.

1. Cafeína 2. Desempenho físico funcional 3. Força muscular I. Rodrigues, Arthur Teixeira II. Brito, Camila Luques de III. Silva, Marcella Almeida Correia IV. Leal, Thais Cristina V. Quaresma, Marcus Vinicius Lucio dos Santos VI. Centro Universitário São Camilo VII. Título

CDD: 613.28

Arthur Teixeira Rodrigues

Camila Luques de Brito

Marcella Almeida Correia Silva

Thais Cristina Leal

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO
DE PESSOAS ADULTAS SUBMETIDAS A TESTES DE FORÇA MUSCULAR: UM
ESTUDO CLÍNICO, DUPLO CEGO, PARALELO E CONTROLADO POR
PLACEBO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Nutrição do Centro Universitário
São Camilo como requisito parcial para
obtenção do título de bacharel em nutrição
orientado pelo Prof. Dr. Marcus Vinicius Lucio
dos Santos Quaresma.

BANCA EXAMINADORA



Marcus V. L. Santos Quaresma
Nutricionista
CRN3: 41045

Prof. Dr. Marcus Quaresma Lucio dos Santos Quaresma

Prof. Dra. Luciana Setaro

Trabalho apresentado no VIII Congresso Multiprofissional do Centro Universitário São
Camilo

RESUMO

INTRODUÇÃO: Embora a suplementação de cafeína seja proposta para otimizar o desempenho físico em exercícios físicos de longa duração e baixa intensidade do tipo endurance, o seu uso tem sido sugerido para exercícios de força, sobretudo, pelos seus efeitos neuromusculares e na percepção de esforço. **OBJETIVO:** Verificar o efeito da suplementação de cafeína sobre a força e resistência muscular de pessoas fisicamente ativas e saudáveis. **MÉTODOS:** Trata-se de um ensaio clínico, duplo-cego, randomizado, cruzado e controlado por placebo. O projeto foi aprovado pelo COEP sob o nº (5.951.416) e está em fase de coletas na clínica escola (PROMOVE) do Centro Universitário São Camilo. A amostra foi composta por homens e mulheres de 18 a 36 anos, saudáveis, com experiência no treino de força e não usuários de suplementos alimentares ergogênicos. Os participantes foram randomizados e alocados para consumir 6 mg/kg de cafeína ou placebo 1 hora antes dos testes de força. O delineamento experimental consistiu em três visitas. Na primeira, os participantes foram submetidos à avaliação da composição corporal pela bioimpedância (Biodynamics®) e preenchimento de questionários sobre os dados sociodemográficos, consumo alimentar e consumo de cafeína. Ademais, nessa visita, foram familiarizados com os testes de força máxima (FM) e resistência muscular (RM). Nas visitas 2 e 3, de maneira aleatória, foram alocados nos grupos de intervenção. Os testes foram feitos pela manhã ou à tarde; entretanto, os voluntários repetem o período que fizeram o primeiro teste, para evitar vieses relacionados ao ritmo circadiano. Uma hora antes da ingestão de cafeína, todos os participantes foram orientados a realizar uma refeição padronizada, contendo 1 g/kg de carboidratos. Os participantes fizeram testes de FM para o músculo quadríceps, glúteo máximo e médio, bíceps braquial, deltoide e peitoral utilizando o dinamômetro. E para RM foi avaliado o tempo (s) em posição sentada e número máximo de flexões de braço. Para rejeitar a hipótese nula, o valor de $p < 0,05$ foi adotado e o tamanho de efeito de Cohen (d) foi calculado. **RESULTADOS:** A amostra preliminar contou com 14 pessoas, sendo 7 homens e 7 mulheres ($24,9 \pm 4,88$ anos; $69,1 \pm 10,2$ kg de massa corporal; $21,6 \pm 5,77$ % de gordura corporal). Pode-se verificar que a FM e a RM dos agrupamentos musculares avaliados não diferiram entre as intervenções. Além disso, não houve diferença entre os sexos na análise controlada pela massa magra. **CONCLUSÃO:** A suplementação de cafeína não afetou a força e a resistência muscular de pessoas adultas saudáveis.

Palavras-chave: Cafeína; Força Muscular; Exercício Físico.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Although caffeine supplementation is proposed to optimize physical performance in long-duration, low-intensity endurance exercises, its use has been suggested for strength exercises, mainly due to its neuromuscular and perceived exertion effects. **OBJECTIVE:** To verify the effect of caffeine supplementation on the muscular strength and endurance of physically active and healthy people. **METHODS:** This was a double-blind, randomized, crossover, placebo-controlled clinical trial. The project was approved by the COEP under number (5.951.416) and is currently being collected at the school clinic (PROMOVE) of the Centro Universitário São Camilo. The sample consisted of healthy men and women aged between 18 and 36, with experience in strength training and not using ergogenic food supplements. The participants were randomized and allocated to consume 6 mg/kg of caffeine or placebo 1 hour before the strength tests. The experimental design consisted of three visits. On the first visit, the participants underwent a body composition assessment (Biodynamics® bioimpedance) and completed questionnaires on sociodemographic data, food consumption and caffeine consumption. In addition, at this visit, they were familiarized with the maximum strength (FM) and muscular endurance (MR) tests. At visits 2 and 3, they were randomly assigned to the intervention groups. The tests were carried out in the morning or afternoon; however, the volunteers repeated the period they did the first test, to avoid biases related to the circadian rhythm. One hour before ingesting caffeine, all participants were instructed to eat a standardized meal containing 1 g/kg of carbohydrates. The participants performed FM tests for the quadriceps, gluteus maximus and medius, biceps brachii, deltoid and pectoral muscles using a dynamometer. For MRI, time (s) in a sitting position and maximum number of push-ups were assessed. To reject the null hypothesis, a value of $p < 0.05$ was adopted and Cohen's d effect size was calculated. **RESULTS:** The preliminary sample included 14 people, 7 men and 7 women (24.9 ± 4.88 years; 69.1 ± 10.2 kg body mass; 21.6 ± 5.77 % body fat). It can be seen that the FM and MRI of the muscle groups assessed did not differ between the interventions. In addition, there was no difference between the sexes in the analysis controlled for lean mass. **CONCLUSION:** Caffeine supplementation did not affect muscle strength and endurance in healthy adults.

Keywords: Caffeine; Muscular Strength; Physical exercise.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 JUSTIFICATIVA	12
3 HIPÓTESE	13
4 DESFECHOS	14
5 OBJETIVO	15
5.1 Principal	15
5.2 Específicos	15
6 CASUÍSTICA E MÉTODOS	16
6.1 Procedimentos éticos	16
6.2 Amostra, critérios de inclusão e exclusão	16
6.3 Tipo e local de pesquisa	17
6.4 Desenho do estudo	17
6.4.1 Desenho experimental	17
6.4.2 Convite e avaliações	18
6.4.3 Desenho experimental	21
6.4.4 Randomização dos voluntários	23
6.4.5 Primeiro encontro	23
6.4.6 Segundo e terceiro encontro – protocolos de exercício físico	23
6.4.7 Desfechos (força muscular e resistência muscular)	24
6.4.7.1. Orientações	24
6.4.7.2. Músculo Quadríceps Femoral	24
6.4.7.3. Músculo Bíceps Braquial	24
6.4.7.4. Músculo Tríceps Braquial	25

6.4.7.5. Músculo Deltóide	25
6.4.7.6. Músculo Latíssimo do Dorso	25
6.4.7.7. Músculo Peitoral Maior	25
6.5 Intervenção	25
6.5.1 Suplementação de cafeína e placebo	25
6.6 Avaliações realizadas durante a pesquisa	26
6.6.1 Avaliação da composição corporal	26
6.6.1.1 Massa corporal, estatura e Índice de Massa Corporal (IMC)	26
6.6.1.2 Bioimpedância elétrica	27
6.6.2 Avaliação do consumo alimentar	27
6.6.3 Avaliação do consumo de cafeína	27
6.6.4 Avaliação do nível de atividade física	28
6.6.5 Análise dos efeitos colaterais	28
6.6.6 Riscos	28
6.6.7 Benefícios	29
6.6.8 Custos	30
7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	32
8 RESULTADOS	33
8.1 Característica da amostra	33
8.2 Característica do consume alimentar	34
8.3 Característica do consumo de cafeína.....	35
8.4 Consumo alimentar DA3.....	36
9 DISCUSSÃO	40
10 CONCLUSÃO	43

REFERÊNCIAS	44
--------------------------	-----------

1 INTRODUÇÃO

Tendo como objetivo de melhorar a *performance* física (PF) diversos suplementos alimentares são utilizados, dentre eles a cafeína (CAF; 1,3,7-trimetilxantina). A CAF tem como pressuposto reduzir a percepção de cansaço e esforço por meio da sua capacidade de antagonizar os receptores de adenosina no Sistema Nervoso Central (SNC) (GRGIC; GRGIC; PICKERING; SCHOENFELD *et al.*, 2020). Trata-se de uma das substâncias mais estudadas nas últimas décadas, impactando positivamente na PF nos mais diversos tipos de exercício físico (GOLDSTEIN; JACOBS; WHITEHURST; PENHOLLOW *et al.*, 2010; GRGIC; TREXLER; LAZINICA; PEDISIC, 2018; LOPEZ-GONZALEZ; SANCHEZ-OLIVER; MATA; JODRA *et al.*, 2018). Entretanto, a maioria dos estudos avaliou seus efeitos em exercícios físicos do tipo *endurance* (p. ex., longa duração e baixa intensidade) (GRGIC; GRGIC; PICKERING; SCHOENFELD *et al.*, 2020). Por exemplo, foi verificado que a CAF melhora o desempenho *endurance* em exercícios de corrida até a exaustão voluntária máxima (tamanho de efeito [TE] = 0,39; 95% IC: 0,21 – 0,57). Esses efeitos foram verificados em corredores recreacionais (TE: 0,46; 95% IC: 0,18 – 0,75) e corredores de elite (TE: 0,34; 95% IC: 0,12 – 0,56) (WANG; QIU; GAO; DEL COSO, 2022). Estudos, entretanto, que avaliaram o efeito da suplementação de cafeína sobre exercícios de força são escassos.

A saber, Grgic et al. (GRGIC; TREXLER; LAZINICA; PEDISIC, 2018) incluíram apenas dez estudos em sua revisão sistemática e meta-análise, demonstrando que poucos estudos investigaram o efeito da cafeína sobre a força muscular. Além disso, a amostra que compôs estes estudos contou majoritariamente com pessoas do sexo masculino, o que dificulta a extrapolação dos dados às mulheres. Um estudo de revisão publicado em 2016 avaliou o efeito da cafeína sobre a resistência muscular. Este estudo contou com 16 artigos científicos; porém, apenas um estudo foi conduzido com mulheres (GOLDSTEIN; JACOBS; WHITEHURST; PENHOLLOW *et al.*, 2010). Além da resistência muscular, a força muscular também é um importante parâmetro a ser otimizado em resposta à suplementação de cafeína, uma vez que diferentes tipos de exercícios físicos e esportes demandam dessa valência (SUCHOMEL; NIMPHIUS; STONE, 2016).

O estudo de Grgic et al. (GRGIC; TREXLER; LAZINICA; PEDISIC, 2018) revelou que a suplementação de cafeína otimiza a força muscular avaliada pelo teste de uma repetição máxima (1RM) (TE: 0,20; 95% IC: 0,03 – 0,36); porém, similar à resistência muscular, os estudos foram conduzidos majoritariamente com homens e apenas três estudos continham mulher na amostra (n = 33) (GRGIC; TREXLER; LAZINICA; PEDISIC, 2018), o que afeta as estimativas observadas. Por exemplo, enquanto em homens o efeito é positivo (TE: 0,21; 95% IC: 0,02 – 0,41; p = 0,034), em mulheres o efeito da suplementação de cafeína é neutro (TE: 0,15; 95% IC: - 0,13 – 0,43; p = 0,294). Ademais, é interessante destacar que os efeitos para força muscular variam em função do grupamento muscular avaliado. O efeito em membros superiores é positivo (TE: 0,21; 95% IC: 0,02 – 0,39; p = 0,026), enquanto para membros inferiores foi neutro (0,15; 95% IC: - 0,05 – 0,34; p = 0,147). Dessa maneira, dúvidas sobre o efeito da cafeína no que se refere à (i) população, (ii) tipo de exercício físico utilizado e (iii) grupamento muscular recrutado se mantêm.

Isto posto, torna-se imprescindível compreender de maneira clara os efeitos da suplementação de cafeína sobre a PF de homens e mulheres adultos submetidos a testes de força muscular máxima e resistência muscular.

2 JUSTIFICATIVA

O presente trabalho justifica-se relevante pela tentativa de compreender se a suplementação de cafeína modifica a *performance* física de homens e mulheres fisicamente ativos submetidos ao exercício de força máxima e resistência muscular. Entender essas nuances permitirá compreender se o efeito da suplementação de cafeína é similar entre os sexos, bem como se é positivo para grupamentos musculares de inferiores e superiores. Ainda, agregará à literatura científica, informações sobre a suplementação de cafeína em um grupo escasso de dados, as mulheres.

3 HIPÓTESE

Acreditamos que a magnitude de aumento do desempenho físico de homens e mulheres submetidas a um teste de força muscular máxima e resistência muscular em resposta à suplementação de cafeína seja similar. Além disso, acreditamos que, proporcionalmente, a magnitude de melhora entre os membros superiores e inferiores também será similar.

4 DESFECHOS

O desfecho primário foi a *performance* física avaliada pelos testes de força muscular máxima e resistência muscular. O desfecho secundário foi a percepção subjetiva de esforço em ambos os testes.

5 OBJETIVO

5.1 PRINCIPAL

Verificar o efeito da suplementação de cafeína sobre o desempenho físico de mulheres e homens fisicamente ativos, submetidos a um teste de força máxima e um de resistência muscular.

5.2 ESPECÍFICOS

(i) Verificar o efeito da suplementação de cafeína sobre a percepção subjetiva de esforço de homens e mulheres fisicamente ativos, submetidos a um teste de força máxima e um de resistência muscular;

(ii) Comparar a magnitude de efeito ergogênico da cafeína entre homens e mulheres fisicamente ativos, submetidos a um teste de força máxima e um de resistência muscular;

(ii) Comparar a magnitude de efeito ergogênico da cafeína nos diferentes compartimentos musculares entre homens e mulheres fisicamente ativos, submetidos a um teste de força máxima e um de resistência muscular.

6 CASUÍSTICA E MÉTODOS

6.1 PROCEDIMENTOS ÉTICOS

Antes de iniciar, o estudo foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa do Centro Universitário São Camilo. O projeto está em consonância a resolução 446 do Ministério da Saúde do Brasil. Ademais, o presente estudo foi conduzido de acordo com os preceitos descritos na declaração de Helsinki da associação médica mundial (1964), de acordo com a última versão proposta na 64^a assembleia geral da associação médica mundial realizada em outubro de 2013. Assim como respeita todos os princípios descritos nas Diretrizes Éticas Internacionais para a Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, Genebra (1993). A participação só foi deferida após assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (**Apêndice A**). O pesquisador tratou a identidade dos participantes com padrões profissionais de sigilo e anonimização dos dados coletados.

6.2 AMOSTRA, CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

No presente estudo a amostra foi calculada utilizando o software G.Power 3.1.9.4. Para este cálculo, o tipo de parâmetro de amostra estabelecido foi *a priori* e o teste estatístico ANOVA considerando a análise entre grupos. O tamanho de efeito, ou seja, a diferença mínima biologicamente relevante estabelecida foi estabelecida considerando um efeito moderado (0,5). Assim, considerando um poder de 80% e um alfa de 5% para dois grupos (homens e mulheres), o tamanho da amostra foi 34 pessoas, sendo 17 homens e 17 mulheres. Ademais, considerando uma taxa de abandono de 20%, aproximadamente 42 pessoas serão consideradas na análise.

A seleção amostral levou em consideração como critérios de inclusão: indivíduos do sexo feminino e masculino com idade entre 18 e 40 anos, fisicamente ativos (de acordo com o IPAQ), com qualquer padrão alimentar (p. ex., onívoros ou vegetarianos), menstruação regular nos últimos três meses (para mulheres) e com índice de massa corporal (IMC) entre 18,5 e 29,99kg/m². Os critérios estabelecidos para exclusão foram: pessoas que utilizam creatina ou suplementos pré-treino que contenham cafeína. Também foram excluídas mulheres que apresentassem alguma

doença ou desordem relacionada à menstruação, tabagistas, pessoas que consomem bebidas alcoólicas (> 30,0 gramas de álcool dia), o que corresponde a 2 latas de cerveja, 2 taças de 200mL de vinho ou 1 dose de 30mL de destilados por dia e o uso de drogas de abuso. Ainda, pessoas que usassem medicamentos para aumentar a força muscular (p. ex., esteroides anabolizantes) também foram excluídas.

6.3 TIPO E LOCAL DA PESQUISA

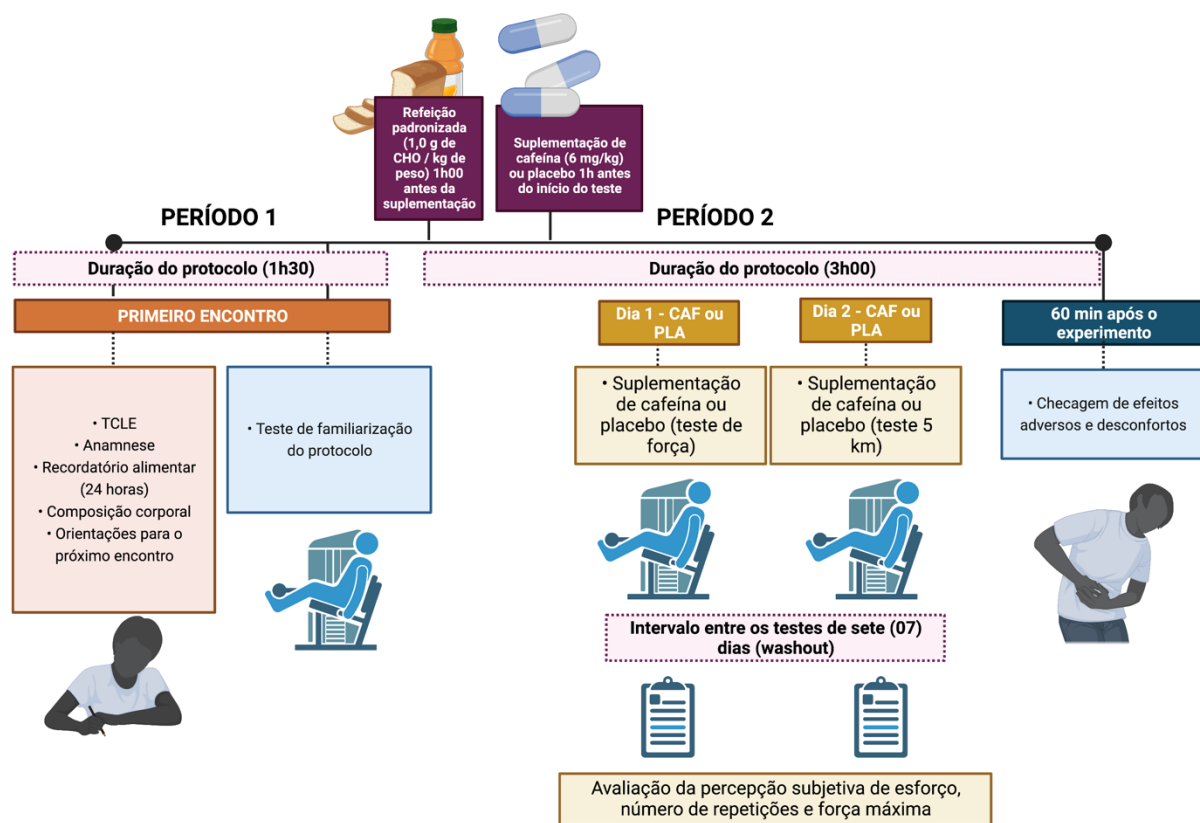
Trata-se de um estudo clínico, cruzado, duplo-cego, randomizado e controlado por placebo, de dois grupos paralelos contendo homens e mulheres saudáveis e fisicamente ativas. A pesquisa e os procedimentos realizados, como entrevistas, antropometria e as demais avaliações serão realizadas nas dependências do Centro de Promoção e Reabilitação em Saúde e Integração Social - PROMOVE São Camilo, clínica escola do Centro Universitário São Camilo, localizada na rua Engenheiro Ranulfo Pinheiros de Lima, 200, CEP: 04264-030, horário de funcionamento: segunda à sexta- 7:10 às 18:00. A carta de coparticipação assinada encontra-se ao final desse projeto (**Apêndice B**).

6.4 DESENHO DO ESTUDO

6.4.1 Desenho experimental

A seguir está ilustrado o desenho experimental do presente estudo.

Figura 1. Delineamento experimental.



6.4.2 Convite e avaliações

O convite para participação do estudo foi realizado aos indivíduos por meio de folders publicitários impressos e digitalizados que foram disponibilizados na própria universidade, assim como em locais públicos que permitirem a fixação dos mesmos e nas redes sociais (Instagram®, Facebook® e WhatsApp®) (**Apêndice C**). O e-mail caf_forca@gmail.com foi disponibilizado para que os interessados possam entrar em contato. No contato inicial, por e-mail, entre o pesquisador e a participante de pesquisa, todos os procedimentos foram explicados para sanar quaisquer dúvidas. Após o contato, enviamos os critérios de inclusão e não inclusão de maneira detalhada, bem como os procedimentos que foram realizados durante a pesquisa. Portanto, para a primeira visita, a participante de pesquisa estava ciente de todos os procedimentos que foram conduzidos. Contudo, no primeiro dia de avaliação, antes do início das coletas, o projeto foi explicado novamente e o participante teve quanto tempo precisou para ler o TCLE. As mensagens que foram enviadas estão descritas abaixo, sendo:

E-mail/Mensagem 1:

Prezado (a), como está? Esperamos que bem. Esta mensagem é referente ao projeto de pesquisa intitulado: **“EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA SOBRE O DESEMPENHO FÍSICO DE PESSOAS ADULTAS SUBMETIDAS A TESTES DE FORÇA MUSCULAR: UM ESTUDO CLÍNICO, DUPLO CEGO, PARALELO E CONTROLADO POR PLACEBO”**, coordenado pelo Prof. Dr. Marcus Vinícius Lucio dos Santos Quaresma, do curso de Nutrição do Centro Universitário São Camilo.

Muito obrigado pelo seu contato e interesse em participar do estudo. Para participação deste projeto alguns critérios devem ser cumpridos, conforme descrito no folder. Abaixo enviamos um link contendo perguntas relacionadas aos critérios de inclusão e não inclusão. Pedimos que responda, por gentileza, para verificarmos se você cumpre os critérios necessários. Caso você não cumpra os critérios, enviaremos uma mensagem/e-mail informando a impossibilidade de participação. Caso você cumpra os critérios, vamos enviar uma mensagem/e-mail para agendarmos a primeira data de avaliação.

E-mail/Mensagem 1 (quando estiver apto para participar da pesquisa):

Prezado(a), como está? Espero que bem. Muito obrigado pelo interesse.

Você está apto(a) para participar do nosso estudo.

Podemos realizar o agendamento?

Como funcionará a pesquisa?

Você virá três vezes ao local de estudo (com data e horários agendados conforme a sua disponibilidade) e, nestes dias, você será submetido(a) aos seguintes procedimentos:

Dia 1 – No primeiro dia, todos os procedimentos serão explicados novamente e será solicitada assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, que

contempla todas as informações detalhadas do projeto. Caso opte por desistir, você não terá nenhum tipo de ônus nesta etapa.

Após o preenchimento do termo, você responderá algumas perguntas contidas na anamnese (você responderá questionários sobre alimentação, nível de atividade física, características do sono, estado de saúde, uso de medicamentos, presença de doenças, nível socioeconômico, local de moradia etc.). Além disso, você será pesado(a), sua estatura será medida e fará um teste chamado bioimpedância elétrica, no qual uma pequena e imperceptível corrente elétrica passa pelo seu corpo. Este teste serve para verificar qual a quantidade de gordura corporal e músculo você tem.

Além disso, você fará um teste para familiarização com os procedimentos que vamos utilizar para checar a sua força muscular. Basicamente, você irá testar os exercícios que vamos utilizar. Essa etapa é importante porque, assim, nos dias dos seus testes, você saberá exatamente o que deve ser feito.

Considerando todos os procedimentos do primeiro dia, você ficará conosco por aproximadamente 1h30m (uma hora e 30 minutos). É importante destacar que para estas avaliações você precisará chegar no laboratório com, pelo menos, 4 horas de jejum. Além disso, você terá acesso ao exame de composição corporal por bioimpedância elétrica.

Dias 2 e 3 – Entraremos em contato com você de acordo com a sua disponibilidade. Porém, para esses dois testes, é importante que você venha no mesmo horário, por exemplo, se vier às 09h00 no primeiro teste, precisará vir às 09h00 no segundo teste, para evitar variações do horário. O intervalo entre cada teste é de uma semana; por isso, vamos fazer o agendamento com a sua disponibilidade para os dois dias. Isso é importante para evitar variações do nosso “relógio biológico”. Nesses dias, você será orientado a fazer uma refeição padronizada de acordo com os seus hábitos alimentares. Por isso, se você vier pela manhã, seu teste será depois do café da manhã e se você vier à tarde, seu teste será depois do seu almoço. Vamos orientar com bastante calma como serão os procedimentos.

Assim que você chegar no laboratório, você consumirá a cafeína ou placebo e, após 1h do consumo da cafeína e do placebo, você fará o teste de força. O teste durará em torno de 20-30 minutos, no qual você vai carregar a carga máxima nos exercícios que serão orientados. Depois do teste vamos monitorar você por 1h para

checar se está tudo bem, porque os efeitos adversos da cafeína incluem sudorese, ansiedade, palpitação, náuseas, flatulência, dor de cabeça e euforia. Estes efeitos, no entanto, são passageiros e duram em média 1h. Portanto, nestes dias, você ficará conosco, considerando todo o procedimento, por aproximadamente 3 horas.

E-mail/Mensagem 2:

Prezada, como está? Espero que bem.

Infelizmente você não cumpre todos os nossos critérios de inclusão e, por isso, não poderemos convidá-la para participar do estudo.

Muito obrigado pelo seu interesse.

Atte.

Equipe Pesquisa – CAFFO São Camilo.

6.4.3 Questionário para análise dos critérios de inclusão e não inclusão

- 1) Qual é o seu nome completo?
- 2) Qual é a sua data de nascimento?
- 3) Qual é a sua idade?
- 4) Numero de celular para contato (Whatsapp)
- 5) Sexo ao nascer:
 - a) Feminino; Masculino
- 6) Qual gênero você se identifica?
 - a) Feminino Masculino; Intersexual; Prefiro não dizer; Outro.
- 7) Qual a sua orientação sexual?
 - a) Heterossexual; Homossexual; Bissexual; Outro.
- 8) Você possui alguma doença diagnosticada por médico?
 - a) Não; Sim; Qual(is)?
- 9) Você toma algum medicamento?
 - a) Não; Sim; Qual(is)?
- 10) Classificação do seu Índice de Massa Corporal (IMC), sendo peso (kg)/Estatura (cm)²

- a) 18,5; 18,5 – 24,9; 25,0 – 29,9; 30,0
- 11) Tabagismo?
a) Sim; Não.
- 12) Faz uso de drogas ilícitas?
a) Sim; Não.
- 13) Faz uso de esteroides anabolizantes?
a) Sim; Não.
- 14) Você ingere bebida alcóolica?
a) Sim; Não.
- 15) Com qual frequência?
a) Diariamente 200ml; Diariamente 200ml; Semanalmente; Mensalmente; Nunca.
- 16) Qual tipo de bebida alcóolica?
- 17) Você pratica exercícios físicos?
- 18) Se sim, quais?
- 19) Há quanto tempo você pratica exercícios físicos (tempo em meses ou anos)?
- 20) Você faz uso de creatina ou suplementos pre-treino que contenham cafeína na sua composição?
a) Sim; Não.
- 21) Descreva sua disponibilidade para realização do teste:
a) Somente pela manhã; Somente a tarde; Disponibilidade total; Outro.
- 22) Doenças ou desordens relacionadas a menstruação?
a) Sim; Não.

A coleta de dados iniciou-se após aprovação do COEP sob o n (5.951.416)

6.4.4 Randomização dos voluntários

Os participantes foram selecionados de acordo com os critérios de elegibilidade e então alocados aleatoriamente em dois grupos: Grupo cafeína (CAFE) e Grupo placebo (PLA). Um segundo pesquisador, após a análise inicial, randomizou os

voluntários de forma homogênea para os diferentes grupos utilizando um *software* específico, denominado de Randomizer (www.randomizer.org). A alocação foi feita 1:1, formando grupos paralelos no mesmo período. A perspectiva é que ao final do estudo tenhamos 17 indivíduos em cada grupo.

6.4.5 Primeiro encontro

No primeiro encontro o pesquisador explicou todos os procedimentos da pesquisa, e caso o indivíduo aceite-se participar, foi entregue o TCLE para ser lido, e posteriormente assinado por ele. Uma ficha de dados pessoais para a identificação do participante de pesquisa também foi entregue e preenchida. Nesse dia, considerando que o participante contemplou todos os critérios de inclusão, foram realizados os seguintes testes: (i) composição corporal; (ii) avaliação do consumo alimentar; (iii) avaliação do consumo de alimentos e bebidas que contenham cafeína para definição da categoria de consumo de cafeína (p. ex., pequeno, moderado e elevado consumidor de cafeína) (**Apêndice D**). Ainda, neste dia, os participantes realizaram uma sessão de exercício físico para familiarização do teste, que consiste em testar os exercícios da academia. Como o participante estava em jejum mínimo de 4 horas, realizou primeiro a bioimpedância e depois preencheu os questionários.

6.4.6 Segundo e terceiro – protocolos de exercício físico

Os participantes passaram por duas condições, sendo: suplementação de cafeína ou placebo com sete dias de intervalo entre cada teste, configurando um estudo cruzado. Os participantes foram orientados a consumirem uma refeição que não fuja do seu hábito alimentar. Porém, para esta refeição, organizamos apenas a quantidade, para que seja similar em ambos os testes. Chegando no laboratório, os participantes consumiram cafeína ou placebo. Ambos, cafeína ou placebo foram consumidos 1 hora antes do início dos testes. Os testes aconteceram, conforme descrito acima, com exercícios de força. Após 5 minutos de aquecimento específico, cada participante fez o teste de força máxima e o teste de resistência muscular. Os equipamentos utilizados estavam disponíveis no PROMOVE e todos os procedimentos foram orientados pela equipe de Fisioterapia.

6.4.7 Desfechos (força muscular e resistência muscular)

6.4.7.1 Orientações

O sujeito deverá ter seu corpo alinhado, relaxado e estar concentrado durante o processo de avaliação. Durante a dinamometria o avaliador usa do comando de voz como estímulo, para o uso de força máxima do grupo muscular que foi avaliado.

6.4.7.2 Músculo Quadríceps Femoral

Sujeito sentado, com os joelhos na lateral da mesa e segurando-se a esta, o examinador manteve a coxa firmemente para baixo sobre a mesa. Realizando extensão total da articulação do joelho, sem extensão da coxa, foi aplicada resistência contra o membro inferior, acima do tornozelo, na direção da flexão (SPITZ; BELL; WONG; YAMADA *et al.*, 2020).

6.4.7.3 Músculo Bíceps Braquial

Sujeito sentado, com o cotovelo posicionado em 90° de flexão e supinação, o examinador estabilizou o cotovelo e foi aplicada a resistência na direção da extensão com pressão aplicada no 1/3 distal do antebraço (SPITZ; BELL; WONG; YAMADA *et al.*, 2020).

6.4.7.4 Músculo Tríceps Braquial

Sujeito em decúbito dorsal, com 90° de flexão de ombro e leve flexão de cotovelo, o examinador irá estabilizar o cotovelo e foi aplicada a resistência na direção da flexão com pressão aplicada no 1/3 distal do antebraço (SPITZ; BELL; WONG; YAMADA *et al.*, 2020).

6.4.7.5 Músculo Deltoide

Sujeito sentado, com 90° de flexão de cotovelo e 90° de abdução de ombro, examinador estabilizou o tronco ipsilateral e foi aplicada a resistência na direção da adução com pressão aplicada na região do cotovelo (SPITZ; BELL; WONG; YAMADA *et al.*, 2020).

6.4.7.6 Músculo Latíssimo do Dorso

Sujeito em decúbito ventral, com extensão e adução de ombro e cotovelo em extensão, examinador aplica pressão no 1/3 distal do antebraço no sentido da flexão e abdução (SPITZ; BELL; WONG; YAMADA *et al.*, 2020).

6.4.7.7 Músculo Peitoral Maior

Sujeito em decúbito dorsal, com flexão de 90° e rotação medial de ombro, o examinador posiciona-se na região cranial, com uma das mãos estabiliza o ombro contralateral e aplica pressão do 1/3 distal do antebraço no sentido da abdução horizontal (SPITZ; BELL; WONG; YAMADA *et al.*, 2020).

6.5 INTERVENÇÃO

6.5.1 Suplementação de cafeína e Placebo

A suplementação de cafeína foi realizada após preparação magistral da substância em farmácia de manipulação, sendo em cápsula, sem odor, cor ou qualquer outra característica que permita o reconhecimento por parte dos participantes de pesquisa. As capsulas foram feitas em doses de 30, 50 e 100 mg, que foram consumidas de acordo com a massa corporal do indivíduo. A dose foi fixada em 6 mg/kg de massa corporal. Para tanto, consideraremos o peso da primeira visita (dia 1). Foi solicitado da farmácia escolhida informações sobre o processo de manipulação seguindo as normas de boas Práticas de Manipulação de Preparações Magistrais e Oficiais para Uso Humano em farmácias disponíveis na resolução RDC

Nº 67, de 8 de outubro de 2007 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), garantindo a segurança do suplemento alimentar utilizado. Ademais, os pesquisadores declararam não haver qualquer tipo de conflito de interesse. O placebo foi produzido pela mesma farmácia; porém, foi adicionado maltodextrina ou fibra em quantidades similares. As cápsulas de placebo tiveram as mesmas características (cor, tamanho e odor), impossibilitando o reconhecimento por parte dos grupos.

6.6 AVALIAÇÕES REALIZADAS DURANTE A PESQUISA

6.6.1 Avaliação da composição corporal

6.6.1.1 Massa corporal, estatura e Índice de Massa Corporal (IMC)

Para mensuração da massa corporal, foi utilizada uma balança com precisão de 0,1g. Os indivíduos foram pesados no centro da balança, com os dois pés na plataforma e o peso distribuído em ambos, descalços e com o mínimo de roupa possível. Foi pedido para que olhem para a linha do horizonte no momento da aferição.

A estatura foi aferida com auxílio de um estadiômetro vertical com precisão de 1 mm. Os participantes foram posicionados em pé com as pernas e pés paralelos e juntos com peso distribuído em ambos os pés, braços relaxados ao lado do corpo e palmas das mãos voltadas para o corpo, com os calcanhares, panturrilhas, nádegas, e costas encostados no estadiômetro, com o corpo erguido em extensão máxima e a cabeça posicionada no plano de Frankfurt (alinhada horizontalmente à borda inferior da abertura do orbital com a margem superior do condutor auditivo externo).

O Índice de Massa Corporal (IMC) foi calculado por meio da relação entre massa corporal total, em quilogramas, e estatura, em metros ao quadrado: $IMC = kg \div m^2$.

6.6.1.2 Bioimpedância elétrica

A avaliação da composição corporal foi feita pela bioimpedância elétrica (BIA). Utilizamos a BIA da marca Biodynamics, modelo 450®. Os procedimentos para avaliação foram realizados de acordo com a densa quantidade de referencial teórico

relacionado ao método, por se tratar de uma técnica clássica de avaliação da composição corporal (CAMPA; TOSELLI; MAZZILLI; GOBBO *et al.*, 2021).

6.6.2 Avaliação do consumo alimentar

O consumo alimentar foi verificado por meio de um recordatório de 24 horas (R24 h), aplicado por pesquisadores treinados. A metodologia para a coleta seguiu o *Multiple-Pass Method*, que consiste em cinco etapas a serem seguidas: (i) listagem rápida dos alimentos e bebidas consumidos, (ii) alimentos comumente esquecidos, (iii) momento e ocasião de consumo, (iv) ciclo de detalhamento e (v) revisão final (MOSHFEH; RHODES; BAER; MURAYI *et al.*, 2008). Os dados coletados a partir dos R24h foram convertidos em medidas padrão (gramas) com o apoio de tabelas e materiais de referência de críticas de R24h. Posteriormente, foram calculados para macro e micronutrientes no *software* WebDiet®. Posteriormente, o consumo usual dos componentes alimentares de interesse foi estimado pelo *software Multiple Source Method* (MSM) bem como a variabilidade intra-individual corrigida. O diário alimentar de três dias foi feito semanalmente pelo participante e entregue ao pesquisador nos encontros destinados as avaliações. O mesmo foi preenchido ao longo de três dias não consecutivos, sendo dois dias durante a semana e um dia no final de semana. A aplicação do diário alimentar foi, principalmente, para controlar o consumo alimentar ao longo da intervenção.

6.6.3 Avaliação do consumo de cafeína

Essa avaliação foi realizada por meio de um Questionário de Consumo de Cafeína (QCC), para tanto foi utilizado um modelo (ANEXO A) validado para registrar o consumo de determinados alimentos. Essa avaliação permite determinar as quantidades habituais do consumo de cafeína das participantes, salvo o uso do suplemento. O questionário foi respondido pelas participantes durante a primeira visita.

6.6.4 Avaliação do nível de atividade física

Para avaliação do nível de atividade física foi utilizado o questionário Internacional de Atividade Física (*International Physical Activity Questionnaire – IPAQ*) (HAGSTROMER; OJA; SJOSTROM, 2006). Trata-se de um instrumento desenvolvido com a finalidade de estimar o nível de prática habitual de atividade física de populações de diferentes países e contextos socioculturais. Foi utilizado o questionário na sua versão curta e em língua portuguesa. Essa versão é composta por oito questões abertas e suas informações permitem estimar o tempo despendido por semana em diferentes dimensões de atividade física (caminhadas e esforços físicos de intensidades moderada e vigorosa) e de inatividade física (posição sentada).

6.6.5 Análise dos efeitos colaterais

A presença de efeitos colaterais indesejados foi monitorada 30 minutos, imediatamente antes, 30 e 60 minutos após o término do teste experimental, quando os participantes foram solicitados a preencher um questionário sobre potenciais efeitos adversos ou desconfortos percebidos. No questionário foi listados os eventos adversos com maior probabilidade de ocorrer durante o experimento, como náusea, flatulência, dor de cabeça, euforia, ansiedade, palpitação e refluxo gástrico (PICKERING; GRGIC, 2019; VAN DAM; HU; WILLETT, 2020).

7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após a coleta dos dados, foi feito teste de *Shapiro-Wilk* ou de *Kolmogorov-Smirnov* para análise da normalidade dos dados, bem como o teste de *Levenne* para análise da homogeneidade da amostra. De acordo com o comportamento dos dados foram utilizados os seguintes testes:

- (i) Teste T independente para análise entre grupos e pareado para análise intragrupo;

(ii) Teste de variância (ANOVA de duas vias) para análise de tempo vs. grupo, sendo considerado post hoc de Tukey para identificação das diferenças quando necessário.

(iii) Equações de estimativa generalizada (GEE) para análise.

Além de considerados $p < 0,05$ para rejeitar a hipótese nula, os dados foram analisados enquanto ao tamanho de efeito (*effect size*) e intervalo de confiança de 95% (variabilidade). Os dados foram apresentados em medidas absolutas (p. ex., média, mediana, desvio padrão e intervalo interquartil) e relativa (p. ex., percentual). Os softwares SPSS e JAMOVI foram utilizados para adequada análise dos dados.

8 RESULTADOS

8.1 CARACTERÍSTICA DA AMOSTRA

A **Tabela 1** ilustra a característica da amostra. Quatorze pessoas compuseram a amostra, sendo 7 mulheres e 7 homens. As comparações entre os grupos não revelaram diferenças para variáveis como a idade ($p= 0,533$), o IMC ($p= 0,572$) e a gordura corporal em kg ($p= 0,129$). Após a randomização 7 homens e 7 mulheres pertenceram ao grupo GCAF e ao grupo GPLA de modo paralelo.

Tabela 1. Característica da amostra (n=14)

Variável	Amostra completa (n= 14)	Homens (n= 7)	Mulheres (n= 7)	Valor de p
Idade (anos)	24,9±4,88	25,7±3,20	24,0±6,30	0,533
Massa corporal (kg)	69,1±10,2	76,8±7,33	61,4±5,68	< 0,001
IMC (kg/m ²)	24,6±2,80	25,0±2,92	24,2±2,83	0,572
Gordura corporal (%)	21,6±5,77	17,3±4,16	25,9±3,30	< 0,001
Gordura corporal (kg)	14,6±3,53	13,1±3,49	16,0±3,16	0,129
Massa magra (kg)	54,5±10,6	63,7±6,11	45,4±3,45	<0,001

Legenda: dados apresentados em média e desvio padrão; kg= quilogramas; kg/m² = quilogramas por metro quadrado; % percentual. Teste t independente de *Student*. Significância estatística $p \leq 0,05$.

8.2 CARACTERÍSTICA DO CONSUMO ALIMENTAR

A **Tabela 2** apresenta os dados de consumo alimentar em relação ao recordatório de 24h que antecedeu ao teste onde a ingestão média de energia foi de 1564 ± 638 kcal para mulheres e 1949 ± 472 kcal para os homens, enquanto de carboidratos foi de 705 ± 228 kcal para as mulheres e 980 ± 171 kcal para os homens, sem diferenças significativas para os diferentes momentos de suplementação de CAF e PLA.

Tabela 2. Característica do consumo alimentar

Teste t para amostras independentes

		Estatística	gl	p
R24h (energia)	t de Student	-1.187	10.0	0.263
R24h (ptn_kcal)	t de Student	-0.946	10.0	0.366
CHO (kcal)	t de Student	-2.364	10.0	0.040
Lip (kcal)	t de Student	-0.167	10.0	0.870

Nota. $H_a \mu_F \neq \mu_M$

Descritivas de Grupo

	Grupo	N	Média	Mediana	Desvio-padrão	Erro-padrão
R24h (energia)	F	6	1564	1311	638	260.4
	M	6	1949	1919	472	192.6
R24h (ptn_kcal)	F	6	362	362	118	48.1
	M	6	442	407	170	69.3
CHO (kcal)	F	6	705	622	228	93.1
	M	6	980	953	171	70.0
Lip (kcal)	F	6	497	397	320	130.5
	M	6	527	534	285	116.4

8.3 CARACTERÍSTICA DO CONSUMO DE CAFEÍNA

A **Tabela 3** mostra que o consumo médio de cafeína pelas mulheres e homens foram respectivamente de 229.5 ± 274.7 mg (semanal); 32.8 ± 39.2 mg (diário) e 125.8 ± 82.9 mg (semanal); 18.0 ± 11.8 mg (diário).

Tabela 3. Característica do consumo de cafeína

Teste t para amostras independentes

		Estatística	gl	p
Consumo semanal	t de Student	0.956	12.0	0.358
Consumo diário	t de Student	0.956	12.0	0.358

Nota. $H_a \mu_F \neq \mu_M$

Descritivas de Grupo

	Grupo	N	Média	Mediana	Desvio-padrão	Erro-padrão
Consumo semanal	F	7	229.5	133.0	274.7	103.8
	M	7	125.8	125.6	82.9	31.32
Consumo diário	F	7	32.8	19.0	39.2	14.8
	M	7	18.0	17.9	11.8	4.47

8.4 CONSUMO ALIMENTAR DA3

As **Tabelas 4 e 5** ilustram o consumo alimentar de cada voluntário com base no DA3 realizados no período de uma semana que antecedeu a segunda e terceira visita. Apresentando as calorias totais e macronutrientes.

Tabela 4. Consumo alimentar DA3 segunda visita

Energia_D1_1	t de Student	-5.963	11.0	<.001
PTN_D1_1	t de Student	-4.610	11.0	<.001
CHO_D1_1	t de Student	-5.216	11.0	<.001
LIP_D1_1	t de Student	-2.932 ^a	11.0	0.014
Energia_D1_2	t de Student	-3.882	10.0	0.003
PTN_D1_2	t de Student	-2.921	10.0	0.015
CHO_D1_2	t de Student	-2.983	10.0	0.014
LIP_D1_2	t de Student	-3.676 ^a	10.0	0.004
Energia_D1_3	t de Student	-0.997 ^a	10.0	0.342
PTN_D1_3	t de Student	-1.654 ^a	10.0	0.129
CHO_D1_3	t de Student	-1.029 ^a	10.0	0.328
LIP_D1_3	t de Student	0.545	10.0	0.598

Nota. $H_a \mu_F \neq \mu_M$

^a O teste de Levene é significativo ($p < 0.05$), sugerindo a violação do pressuposto da homogeneidade de variâncias

Descritivas de Grupo

	Grupo	N	Média	Mediana	Desvio-padrão	Erro-padrão
Energia_D1_1	F	7	1200	1307	223.1	84.3
	M	6	2241	2339	395.9	161.6
PTN_D1_1	F	7	285	274	112.4	42.5
	M	6	572	551	110.9	45.3
CHO_D1_1	F	7	599	598	101.3	38.3
	M	6	1058	1075	206.4	84.3
LIP_D1_1	F	7	316	293	87.9	33.2
	M	6	612	551	251.2	102.5
Energia_D1_2	F	7	1079	1125	277.5	104.9
	M	5	2259	2123	747.6	334.3
PTN_D1_2	F	7	264	228	86.4	32.7
	M	5	421	402	98.9	44.3
CHO_D1_2	F	7	544	573	176.7	66.8
	M	5	1075	877	429.3	192.0
LIP_D1_2	F	7	271	265	73.0	27.6
	M	5	764	620	350.8	156.9
Energia_D1_3	F	7	1366	1387	201.8	76.3
	M	5	1673	1252	795.4	355.7
PTN_D1_3	F	7	314	338	88.5	33.4
	M	5	487	404	260.2	116.4
CHO_D1_3	F	7	649	614	79.4	30.0
	M	5	824	591	451.0	201.7
LIP_D1_3	F	7	403	410	114.8	43.4
	M	5	362	342	146.1	65.4

Tabela 5. Consumo alimentar DA3 terceira visita

Energia_D2_1	t de Student	-2.299 ^a	9.00	0.047
PTN_D2_1	t de Student	-2.406	9.00	0.040
CHO_D2_1	t de Student	-2.748 ^a	9.00	0.023
LIP_D2_1	t de Student	-0.452 ^a	9.00	0.662
Energia_D2_2	t de Student	-2.630	8.00	0.030
PTN_D2_2	t de Student	-3.239	8.00	0.012
CHO_D2_2	t de Student	-2.400	8.00	0.043
LIP_D2_2	t de Student	-1.333	6.00	0.231
Energia_D2_3	t de Student	-2.637	6.00	0.039
PTN_D2_3	t de Student	-0.971	6.00	0.369
CHO_D2_3	t de Student	-2.892 ^a	6.00	0.028
LIP_D2_3	t de Student	-1.522	6.00	0.179

Nota. $H_a \mu_F \neq \mu_M$

^a O teste de Levene é significativo ($p < 0.05$), sugerindo a violação do pressuposto da homogeneidade de variâncias

Descritivas de Grupo

	Grupo	N	Média	Mediana	Desvio-padrão	Erro-padrão
Energia_D2_1	F	5	1390	1337	135.3	60.49
	M	6	2078	2078	652.5	266.4
PTN_D2_1	F	5	338	360	102.7	45.91
	M	6	512	488	131.6	53.7
CHO_D2_1	F	5	599	551	93.1	41.65
	M	6	1041	1118	346.2	141.3
LIP_D2_1	F	5	453	513	124.5	55.67
	M	6	525	367	338.3	138.1
Energia_D2_2	F	5	1604	1456	418.5	187.14
	M	5	2403	2239	534.5	239.1
PTN_D2_2	F	5	304	275	77.4	34.63
	M	5	479	485	92.7	41.5
CHO_D2_2	F	5	859	780	214.9	96.13
	M	5	1264	1175	310.5	138.9
LIP_D2_2	F	4	462	452	182.1	91.06
	M	4	738	725	371.6	185.8
Energia_D2_3	F	4	1507	1425	225.8	112.91
	M	4	2324	2492	577.2	288.6
PTN_D2_3	F	4	401	388	134.6	67.28
	M	4	509	448	177.0	88.5
CHO_D2_3	F	4	726	721	15.9	7.96
	M	4	1220	1240	341.6	170.8
LIP_D2_3	F	4	380	361	120.6	60.30
	M	4	594	603	254.9	127.5

8.2 AVALIAÇÃO DA FORÇA MÁXIMA

Os gráficos 1A-F ilustram o efeito da suplementação de cafeína sobre a força muscular. A análise de variância não revelou diferença estatisticamente significantes para interação (cafeína x placebo x sexo) para a força muscular máxima do quadríceps ($F_{(12,1)} = 1,158$; $p = 0,303$; Gráfico 1A), glúteo máximo ($F_{(12,1)} = 0,219$; $p = 0,648$; Gráfico 1B), glúteo médio ($F_{(12,1)} = 0,575$; $p = 0,463$; Gráfico 1C), bíceps ($F_{(12,1)} = 0,198$; $p = 0,664$; Gráfico 1D), deltoide ($F_{(12,1)} = 1,557$; $p = 0,236$; Gráfico 1E). Contudo, pode-se verificar efeito da interação cafeína x placebo e sexo para a força máxima do peitoral ($F_{(12,1)} = 5,508$; $p = 0,037$; Gráfico 1F). O post-hoc de Bonferroni revela que a força muscular do peitoral na condição placebo é diferente entre os gêneros ($DM = 10,432$; $p = 0,003$), bem como é diferente na condição cafeína ($DM = 13,01$; $p < 0,001$).

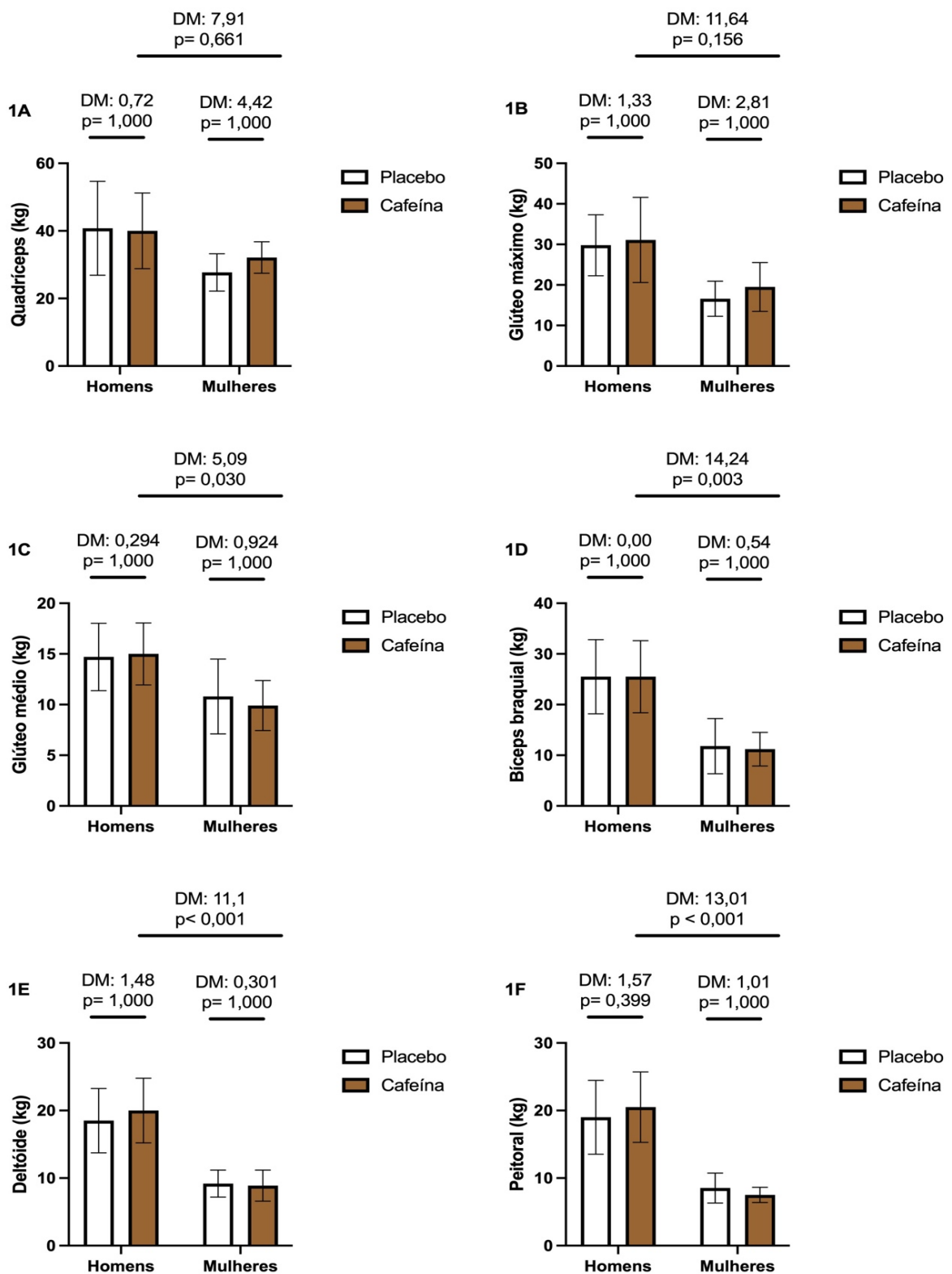


Gráfico 1. Efeito da suplementação de cafeína sobre a força muscular máxima de diferentes grupamentos musculares estratificada pelo gênero (n= 14). Dados expressos em média e desvio padrão. DM= diferença média; kg = quilogramas.

ANOVA de medidas repetidas (condições vs. gênero). Diferenças estatisticamente significantes quando valor de $p \leq 0,05$.

8.3 Avaliação da resistência muscular

Na avaliação da resistência muscular pode-se verificar que a interação (caféina x placebo x sexo) não foi estatisticamente significativa para o *Static Squat Test* ($F_{(12,1)} = 4,409$; $p = 0,058$; Gráfico 2A) e *Push-up test* ($F_{(12,1)} = 0,771$; $p = 0,397$; Gráfico 2B).

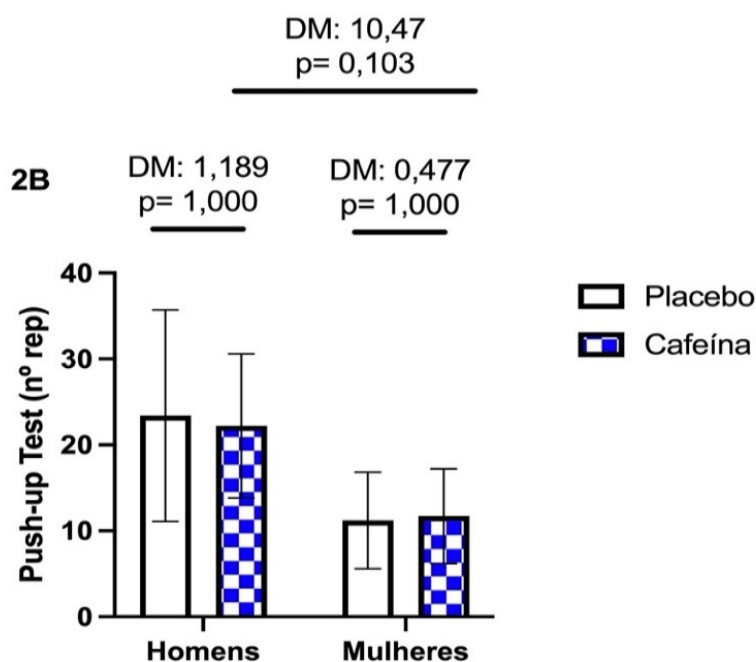
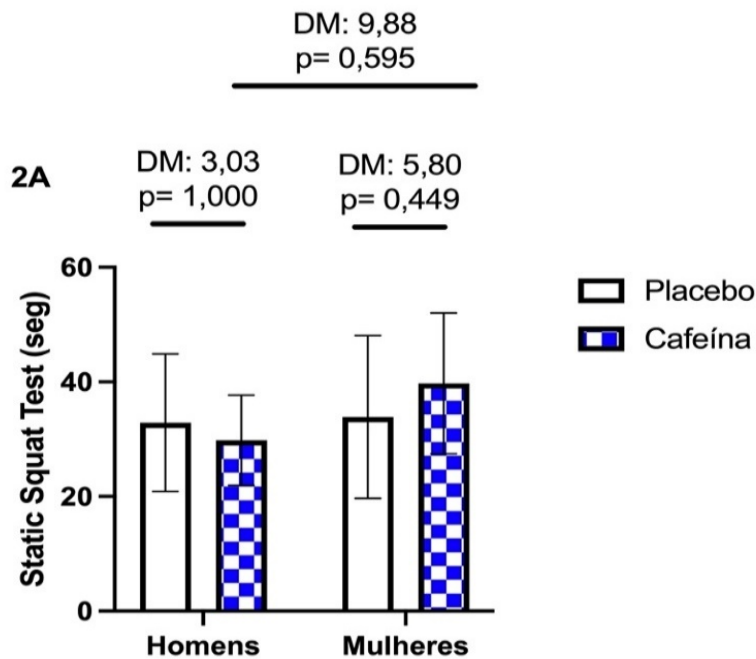


Gráfico 2. Efeito da suplementação de cafeína sobre a resistência muscular de diferentes grupamentos musculares estratificada pelo gênero (n= 14). Dados expressos em média e desvio padrão. DM= diferença média; kg = quilogramas. ANOVA de medidas repetidas (condições vs. gênero). Diferenças estatisticamente significantes quando valor de $p < 0,05$.

9 DISCUSSÃO

A ergogenia da cafeína é estudada há muitos anos na literatura, com pesquisas existentes desde 1907 (14). Nos últimos anos, houve uma mudança no foco da pesquisa, passando da investigação sobre os efeitos da cafeína no exercício aeróbico para a avaliação dos benefícios no desempenho do exercício anaeróbico, que engloba áreas como a resistência muscular, força muscular e atividades que demandam explosão muscular, como saltos. Durante esse período, descobriu-se que a cafeína tem a capacidade de notavelmente melhorar a resistência muscular (15).

De acordo com as diretrizes atuais, recomenda-se a ingestão de doses baixas a moderadas de cafeína, variando de 3 a 6 mg/Kg de peso corporal, aproximadamente 60 minutos antes do exercício, a fim de obter melhorias no desempenho(23,24). É importante observar que doses mais elevadas de cafeína (9 a 13 mg/kg) não resultam em melhorias adicionais no desempenho físico (25). Além disso, essas doses mais elevadas podem aumentar a incidência e a magnitude dos principais efeitos colaterais associados à cafeína.

É importante ressaltar que doses elevadas de cafeína podem resultar em concentrações de cafeína na urina que excedem os limites permitidos pela Associação Atlética Colegiada Nacional (NCAA) (26), o que pode resultar em questões de conformidade com as regulamentações esportivas. Portanto, a moderação na ingestão de cafeína é aconselhável para evitar efeitos colaterais indesejados e cumprir as diretrizes esportivas.

O estudo pioneiro conduzido por Astorino et al.(16) que investigou os efeitos da cafeína na força, não observou aumentos significativos na força em um grupo de homens que eram treinados em resistência após a ingestão de cafeína. Trabalhos mais recentes realizados por Grgic e Mikulic (17), no entanto, identificaram um

aumento significativo de 3% na força da parte inferior do corpo quando a cafeína foi consumida, utilizando o agachamento de volta com uma repetição máxima (1RM) como uma medida de força máxima. O estudo de Goldstein et al.(4) observou um aumento significativo na força da parte superior do corpo com a ingestão de cafeína, ao passo que o estudo de Williams et al. (18) não relatou qualquer efeito ergogênico. A falta de consistência nos resultados entre estudos individuais torna difícil chegar a conclusões definitivas sobre o potencial ergogênico da cafeína em relação aos resultados de força máxima.

Resultados contraditórios também foram observados em relação aos efeitos da ingestão de cafeína na potência muscular. Um estudo recente conduzido por Ali et al.(19) não identificou nenhum efeito na altura do salto de contra movimento com a ingestão de cafeína. Por outro lado, as descobertas do estudo realizado por Bloms et al.(20) apoiam a ideia de que a cafeína pode servir como uma ajuda ergogênica eficaz para melhorias agudas na altura do salto de contra movimento e na força máxima. Dado o papel fundamental das habilidades de salto em muitos esportes comuns, estabelecer uma estimativa razoavelmente precisa do potencial impacto da ingestão de cafeína na potência muscular é de importância tanto científica quanto prática. A inconsistência nos achados entre os estudos pode ser atribuída a várias variações, incluindo o tipo de exercício realizado, as características dos participantes e a forma de cafeína administrada. Além disso, o tamanho reduzido das amostras frequentemente limitou o poder estatístico para identificar efeitos significativos (21). Uma maneira de abordar essas questões e fornecer uma análise aprofundada e baseada em evidências do corpo atual de literatura é através de uma meta-análise.

A primeira investigação meta-analítica sobre os efeitos da cafeína na força foi conduzida por Warren e a sua equipe (22). Eles descobriram um aumento médio de aproximadamente 7% na força de contração voluntária máxima da parte inferior do corpo com a ingestão de cafeína. No entanto, uma limitação desse estudo foi que apenas dois dos estudos incluídos testaram os efeitos da cafeína no levantamento de uma repetição máxima (1RM), o que restringiu significativamente as descobertas aos resultados relacionados à força isométrica e isocinética.

Na meta-análise de Jozo Grgio et al. (11) foram reunidos 2533 e um total de 10 estudos foram utilizados atendendo o critério de inclusão. Totalizou 145 participantes (116 homens e 29 mulheres) adolescentes ou adultos jovens. Os resultados

mostraram que a cafeína pode ser uma ajuda ergogênica para força e potência muscular.

O principal objetivo deste estudo clínico, duplo cego, paralelo e controlado por placebo foi verificar o efeito da suplementação de cafeína sobre o desempenho físico de homens e mulheres submetidos a um teste de força muscular máxima e resistência muscular. Este estudo tem o enfoque em determinar diferentes respostas entre os sexos, tendo em vista a baixa quantidade de estudos em mulheres. O presente estudo apresenta algumas limitações que devem ser abordadas. A pesquisa não levou em consideração o tempo de atividade física realizada por cada participante, também não foi utilizado de forma relevante há quanto tempo o participante pratica atividade física. O número de participantes também é pequeno, podendo trazer um viés para o estudo. Além disso, não foram realizadas avaliações genéticas relacionadas ao metabolismo da cafeína nos participantes do estudo. O estudo mostrou que a suplementação de cafeína não afetou a força muscular máximo nem a resistência muscular de pessoas adultas saudáveis.

10 CONCLUSÃO

Após a coleta dos dados, pode-se verificar que não houve diferença quanto a suplementação tanto no grupo cafeína quanto no grupo placebo, em relação ao teste de força muscular máxima, dos agrupamentos musculares estudados: quadríceps, glúteo médio e máximo, bíceps braquial, deltoide e peitoral.

Além disso também não foi possível identificar diferença quanto a suplementação tanto no grupo cafeína quanto no grupo placebo, aplicados aos testes de resistência máxima.

Ademais em ambos os testes não foi possível constatar diferença entre os gêneros nos diferentes momentos da suplementação.

REFERÊNCIAS

CAMPA, F.; TOSELLI, S.; MAZZILLI, M.; GOBBO, L. A. *et al.* Assessment of Body Composition in Athletes: A Narrative Review of Available Methods with Special Reference to Quantitative and Qualitative Bioimpedance Analysis. **Nutrients**, 13, n. 5, May 12 2021.

GOLDSTEIN, E.; JACOBS, P. L.; WHITEHURST, M.; PENHOLLOW, T. *et al.* Caffeine enhances upper body strength in resistance-trained women. **J Int Soc Sports Nutr**, 7, p. 18, May 14 2010.

GRGIC, J.; GRGIC, I.; PICKERING, C.; SCHOENFELD, B. J. *et al.* Wake up and smell the coffee: caffeine supplementation and exercise performance—an umbrella review of 21 published meta-analyses. **Br J Sports Med**, 54, n. 11, p. 681-688, Jun 2020.

GRGIC, J.; TREXLER, E. T.; LAZINICA, B.; PEDISIC, Z. Effects of caffeine intake on muscle strength and power: a systematic review and meta-analysis. **J Int Soc Sports Nutr**, 15, p. 11, 2018.

HAGSTROMER, M.; OJA, P.; SJOSTROM, M. The International Physical Activity Questionnaire (IPAQ): a study of concurrent and construct validity. **Public Health Nutr**, 9, n. 6, p. 755-762, Sep 2006.

LOPEZ-GONZALEZ, L. M.; SANCHEZ-OLIVER, A. J.; MATA, F.; JODRA, P. *et al.* Acute caffeine supplementation in combat sports: a systematic review. **J Int Soc Sports Nutr**, 15, n. 1, p. 60, Dec 29 2018.

MOSHFEGH, A. J.; RHODES, D. G.; BAER, D. J.; MURAYI, T. *et al.* The US Department of Agriculture Automated Multiple-Pass Method reduces bias in the collection of energy intakes. **Am J Clin Nutr**, 88, n. 2, p. 324-332, Aug 2008.

PICKERING, C.; GRGIC, J. Caffeine and Exercise: What Next? **Sports Med**, 49, n. 7, p. 1007-1030, Jul 2019.

SPITZ, R. W.; BELL, Z. W.; WONG, V.; YAMADA, Y. *et al.* Strength testing or strength training: considerations for future research. **Physiol Meas**, 41, n. 9, p. 09TR01, Oct 5 2020.

SUCHOMEL, T. J.; NIMPHIUS, S.; STONE, M. H. The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. **Sports Med**, 46, n. 10, p. 1419-1449, Oct 2016.

VAN DAM, R. M.; HU, F. B.; WILLETT, W. C. Coffee, Caffeine, and Health. **N Engl J Med**, 383, n. 4, p. 369-378, Jul 23 2020.

WANG, Z.; QIU, B.; GAO, J.; DEL COSO, J. Effects of Caffeine Intake on Endurance Running Performance and Time to Exhaustion: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Nutrients**, 15, n. 1, Dec 28 2022.

