

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

OTTAVIO PEREIRA SANTANA

SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA COMO ESTRATÉGIA PARA ATENUAR O
DECLÍNIO DE FORÇA NA FASE FOLICULAR DO CICLO MENSTRUAL

DISSERTAÇÃO

CURITIBA

2021

OTTAVIO PEREIRA SANTANA

**SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA COMO ESTRATÉGIA PARA ATENUAR O
DECLÍNIO DE FORÇA NA FASE FOLICULAR DO CICLO MENSTRUAL**

**Caffeine supplementation as a strategy to mitigate the decline of muscle
strength in the follicular phase of the menstrual cycle**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação Física no Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva.

CURITIBA

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

A minha família, que sempre me apoiou e incentivou a caminhada nos estudos, em especial, a mãe Luciene Pereira Santana um exemplo na vida minha vida.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva que com muita sabedoria, paciência e disponibilidade me proporcionou grande aprendizado meus sinceros agradecimentos.

RESUMO

O ciclo menstrual pode prejudicar o desempenho muscular, mas se a cafeína atenuaria a perda potencial no desempenho muscular em diferentes fases do ciclo menstrual é uma questão pouco explorada. O objetivo do presente estudo foi comparar os efeitos da cafeína no desempenho muscular nas fases folicular inicial e lútea média do ciclo menstrual. Após visitas preliminares para familiarização com os testes experimentais, 14 mulheres saudáveis treinadas em resistência realizaram uma sequência de testes [salto contra movimento (CMJ) e contração isométrica voluntária máxima (CIVM), uma repetição máxima (1-RM) e repetições até a falha (RM) a 80% de 1-RM no exercício de meio-agachamento] nas fases folicular inicial e lútea média após a ingestão de placebo ou cafeína. Houve uma interação entre condição e fase do ciclo menstrual para os testes de 1-RM, CMJ e RF ($p < 0,026$). O desempenho durante os testes de 1-RM, CMJ e RF foi menor na fase folicular inicial do que na fase lútea média ($p < 0,05$). A cafeína, no entanto, aumentou 1-RM na fase folicular inicial (Hedges $g = 0,90$, $p < 0,05$), mas não na fase lútea média (Hedges $g = 0,16$, $p < 0,05$). Além disso, a magnitude dos ganhos na altura CMJ e RF com a ingestão de cafeína foram maiores na fase folicular inicial (Hedges $g = 1,20$ e $1,85$, $p < 0,05$) do que na fase lútea média (Hedges $g = 0,55$ e $0,87$, $p < 0,05$). A cafeína também aumentou a CIVM independentemente da fase do ciclo menstrual (efeito principal da condição, $p < 0,05$). Em conclusão, a cafeína melhora o desempenho muscular nas fases folicular inicial e lútea média do ciclo menstrual. No entanto, o maior efeito ergogênico durante a fase folicular inicial apóia o uso de cafeína para mitigar o declínio da força muscular nesta fase.

Palavras-Chave: *Mulheres, Desempenho, Agachamento, Ergogênico.*

ABSTRACT

The menstrual cycle might impair muscular performance, but whether caffeine would mitigate potential loss in muscular performance in different phases of the menstrual cycle is an underexplored question. The aim of the present study was to compare the effects of caffeine on muscular performance in the early-follicular and mid-luteal phases of the menstrual cycle. After preliminary visits for familiarization with the experimental tests, 14 healthy resistance-trained women performed a sequence of tests [countermovement jump (CMJ), and maximal voluntary isometric contraction (MVIC), one-repetition maximum (1-RM), and repetitions-to-failure (RF) test at 80% of 1-RM in the half-squat exercise] in the early-follicular and the mid-luteal phases after placebo or caffeine ingestion. There was a condition vs. menstrual cycle phase interaction for 1-RM, CMJ, and RF tests ($p < 0.026$). The performance during the 1-RM, CMJ, and RF tests was lower in the early-follicular than in the mid-luteal phase ($p < 0.05$). Caffeine, however, increased 1-RM in the early-follicular (Hedges $g = 0.90$, $p < 0.05$) but not in the mid-luteal phase (Hedges $g = 0.16$, $p < 0.05$). In addition, magnitude of gains in CMJ height and RF with caffeine ingestion were higher in the early-follicular (Hedges $g = 1.20$ and 1.85 , $p < 0.05$) than in the mid-luteal phase (Hedges $g = 0.55$ and 0.87 , $p < 0.05$). Caffeine also increased MVIC regardless of the menstrual cycle phase (main effect of condition, $p < 0.05$). In conclusion, caffeine improves muscular performance in both early-follicular and mid-luteal phases of the menstrual cycle. Nevertheless, the greatest ergogenic effect during the early-follicular phase supports the use of caffeine to mitigate the decline in muscle force in this phase.

Key words: Women, Performance, Squat, Ergogenic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração de efeito cascata nos homônimos que influenciam no ciclo menstrual.....	24
Figura 2 – Demonstração ilustrativa do ciclo menstrual.....	26
Figura 3 – Esquema representativo da geração de força e as possíveis ações musculares. (adaptado de treinamento de força para o esporte, kraemer; Hakkinen 2004).....	27
Figura 4 – Contração isométrica voluntária máxima em um exercício de agachamento durante as fases folicular inicial e lútea do ciclo menstrual após a ingestão de placebo e cafeína.....	40
Figura 5 – Força máxima de uma repetição em um exercício de agachamento durante as fases folicular inicial e lútea do ciclo menstrual após a ingestão de placebo e cafeína.....	40
Figura 6 – Altura máxima de salto em um salto de contramovimento durante as fases folicular inicial e lútea do ciclo menstrual após a ingestão de placebo e cafeína	41
Figura 7 – Número máximo de repetições em um exercício de agachamento realizado até a falha concêntrica (80% de uma repetição máxima) durante as fases folicular inicial e lútea do ciclo menstrual após a ingestão de placebo e cafeína.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Principais características dos participantes	35
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- 1-RM** – Uma Repetição Máxima.
- CAE** – Ciclo de Alongamento-Encurtamento
- CAF** – Cafeína.
- CIVM** – Contração Isométrica Voluntária Máxima.
- CMJ** – Salto Contramovimento.
- COI** – Comitê Olímpico Internacional.
- FSH** - Hormônio Folículo-Estimulante.
- GnRH** – Hormônio liberador de Gonadotrofinas
- GPPH** – Grupo de Pesquisa em Performance Humana.
- LH** – Hormônio Luteinizante.
- PLA** – Placebo.
- MR** – Máximas Repetições.
- TCLE** - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	12.
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA	14.
1.3 OBJETIVO GERAL	14.
1.3.1 OBJETIVO ESPECIFICO	14.
1.4 HIPÓTESE DO ESTUDO	14.
2 REVISÃO DA LITERATURA	15.
2.1 EXERCICIO FÍSICO E MULHERES	15.
2.2 CICLO MENSTRUAL	16.
2.3 FORÇA MUSCULAR	18.
2.4 CAFEÍNA	21
3 MÉTODOS	24.
3.1 DELINEAMENTO	24.
3.2 LOCAL DA PESQUISA	24.
3.3 AMOSTRA	24.
3.5 ASPECTOS ÉTICOS	24.
3.6 DESENHO EXPERIEMNTAL	26.
3.8 CONTROLE DO CICLO MENSTRUAL	27.
3.9 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA	28.
3.10 SESSÕES DE TESTE EXPERIMENTAL	28.
3.12 TESTE DE CONTRAÇÃO VOLUNTARIA ISOMÉTRICA MÁXIMA	28.
3.13 TESTE DE UMA REPETIÇÃO MAXIMA	29.
3.14 TESTE DE SALTO CONTRAMOVIMENTO	29.
3.15 TESTE DE REPETIÇÕES MÁXIMAS	30.
3.16 ANÁLISE ESTATISTICA	30.
4 RESULTADOS	30.
4.1 Força Muscular	30.
4.2 Teste de uma Salto Contamovimento	32.
4.3 Teste de Repetições Maximas	33.

5 DISCUSSÃO.....	34
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	39
REFERÊNCIAS.....	40
APÊNDICE A – QUESTIONARIO DE SINTOMAS.....	46
APENDICE B – CONSUMO DE CAFEÍNA.....	47
APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	48
APÊNDICE D – RECORDATORIO ALIMENTAR.....	54

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Força muscular, potência muscular e resistência muscular são componentes importantes relacionados ao desempenho humano (Suchomel et al., 2016). A força muscular máxima pode ser medida operacionalmente por meio do teste de contração isométrica voluntária máxima (CIVM) ou teste de uma repetição máxima (1-RM) (Brown & Weir, 2001). A potência muscular pode ser avaliada a partir da altura vertical atingida em um teste de salto com contramovimento (CMJ) e a resistência muscular a partir de um teste de repetições máximas (RM) realizado com a carga definida em uma determinada porcentagem de 1-RM e até a falha concêntrica (Brown & Weir, 2001). Enquanto a força muscular, a potência muscular e a resistência muscular dentro de um determinado período permanecem relativamente estáveis nos homens (Janse DE Jonge et al., 2019), o ciclo menstrual impõe um desafio adicional nas mulheres (Romero-parra et al., 2020), com força muscular, potência muscular e resistência muscular oscilando consideravelmente dentro de um ciclo menstrual (Romero-Parra et al., 2021).

Embora o ciclo menstrual possa geralmente ser dividido em três fases (folicular, ovulação e lútea), a força muscular, a potência muscular e a resistência muscular podem ser mais afetadas nas fases folicular inicial e lútea (Janse DE Jonge et al., 2019). Os mecanismos pelos quais a capacidade de gerar força é alterada com o ciclo menstrual não são totalmente compreendidos, mas as alterações hormonais podem estar associadas a alterações na excitabilidade intracortical (Smith et al., 2002; Varshney et al., 2020) que pode influenciam a força muscular. Na verdade, alguns estudos relataram menor CIVM e RM na fase folicular inicial do que na fase lútea (Costa & Souza, 2013; Pallavi et al., 2017; Simão et al., 2007). O desempenho durante os testes de medição da capacidade funcional sugere que a potência muscular também pode ser prejudicada na fase folicular inicial (Kami et al., 2018). Juntos, esses achados indicam que a força muscular, a potência muscular e a resistência muscular são reduzidas na fase folicular inicial. Assim, a busca por estratégias para reverter, ou pelo menos atenuar, o declínio da força muscular, potência muscular e resistência muscular no início da fase folicular pode ser útil e

de relevância prática para mulheres envolvidas em programas de treinamento baseados em resistência.

A esse respeito, uma meta-análise demonstrou que a ingestão aguda de cafeína (de 3 a 9 mg.kg⁻¹ de massa corporal) 60 minutos antes do exercício aumenta a força muscular, a potência muscular e a resistência muscular (Warren et al., 2010). É digno de nota, no entanto, que a maioria dos estudos contidos nessa meta-análise foi realizada recrutando homens, com alguns estudos recrutando mulheres sem controle do ciclo menstrual. Até o momento, apenas dois estudos recentes investigaram os efeitos da cafeína em exercícios baseados em força que controlam a fase do ciclo menstrual (Norum et al., 2020; Romero-Moraleda, Coso, Gutiérrez-Hellín, & Lara, 2019). No primeiro, o efeito da cafeína (3 mg.kg⁻¹ de massa corporal) foi investigado na força muscular durante um exercício de meio agachamento, com um aumento significativo na força muscular após a ingestão de cafeína na fase folicular inicial, mas não na fase lútea (Romero-Moraleda, Coso, Gutiérrez-Hellín, & Lara, 2019). No segundo, o efeito da ingestão de cafeína (4 mg.kg⁻¹ de massa corporal) foi investigado apenas na fase folicular inicial, com efeito positivo da ingestão de cafeína em 1-RM e CIVM no agachamento e supino, e RM à 60% de 1-RM no supino e altura CMJ (Norum et al., 2020). Neste último estudo, a falta de uma condição experimental na fase lútea impede verificar se a cafeína é mais ergogênica em uma determinada fase do ciclo menstrual. Assim, atualmente não se conhece o efeito potencial da cafeína como um agente para melhorar o comprometimento da fase folicular inicial em uma ampla gama de manifestações de força muscular. Desta forma, um melhor entendimento do impacto da ingestão de cafeína nas diferentes manifestações da força muscular durante as fases folicular e lútea iniciais pode auxiliar as mulheres a elaborar seu plano de suplementação de acordo com a fase do seu ciclo menstrual. Mais dados são, portanto, necessários para elucidar o papel da cafeína na força muscular, potência muscular e resistência muscular nas fases folicular e lútea iniciais.

Assim, o presente estudo foi desenhado para comparar os efeitos da cafeína na força muscular, potência muscular e resistência muscular nas fases folicular e lútea iniciais. Nossa hipótese é que a força muscular, a potência muscular e a resistência muscular reduziriam durante a fase folicular inicial e a ingestão de cafeína seria

eficaz para atenuar esse declínio. Além disso, a cafeína pode ser ergogênica na fase lútea, mas seus efeitos ergogênicos podem ser inferiores aos encontrados na fase folicular inicial.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

A suplementação de cafeína será eficaz para atenuar o declínio de força na fase folicular do ciclo menstrual?

1.3 OBJETIVO GERAL

O presente estudo investigou se a suplementação de cafeína atenua o declínio de força na fase folicular do ciclo menstrual.

1.3.1 OBJETIVO ESPECIFICO

- 1) Analisar o efeito do ciclo menstrual e da suplementação de cafeína sobre a força isométrica máxima;
- 2) Analisar o efeito do ciclo menstrual e da suplementação de cafeína sobre a força máxima dinâmica;
- 3) Analisar o efeito do ciclo menstrual e da suplementação de cafeína sobre a potência muscular;
- 4) Analisar o efeito do ciclo menstrual e da suplementação de cafeína sobre a resistência de força.

1.4 HIPÓTESE DO ESTUDO

A hipótese deste estudo é de que a suplementação de cafeína será eficaz para amenizar a queda de força durante a fase folicular do ciclo menstrual.

REVISÃO DA LITERATURA

2.1 EXERCÍCIO FÍSICO E MULHERES

A participação do público feminino cresceu de forma significativa no esporte. De acordo com o Comitê Olímpico Internacional (COI), saltou de 26,1 % nos jogos olímpicos de Seul em 1988 para 45,2 % nos jogos olímpicos do Rio de Janeiro em 2016. No entanto, mesmo com esse avanço na participação em eventos esportivos, a literatura de Ciências do Esporte voltada especificamente para as mulheres parece não ter acompanhado a evolução (Costello et al., 2014). Os conhecimentos científicos acerca das respostas geradas pelo exercício físico nas mulheres notoriamente apresentam lacunas a serem preenchidas para que haja um melhor direcionamento em relação às prescrições para esse público. Poucos são os desenhos experimentais que contemplam grupos distintos de homens e mulheres, e mesmo os que contam com esse controle mínimo, não apresentam, por exemplo, um consenso quanto a determinação das fases do ciclo menstrual, uma das principais características do referido público (Emmonds et al., 2019).

2.2 CICLO MENSTRUAL

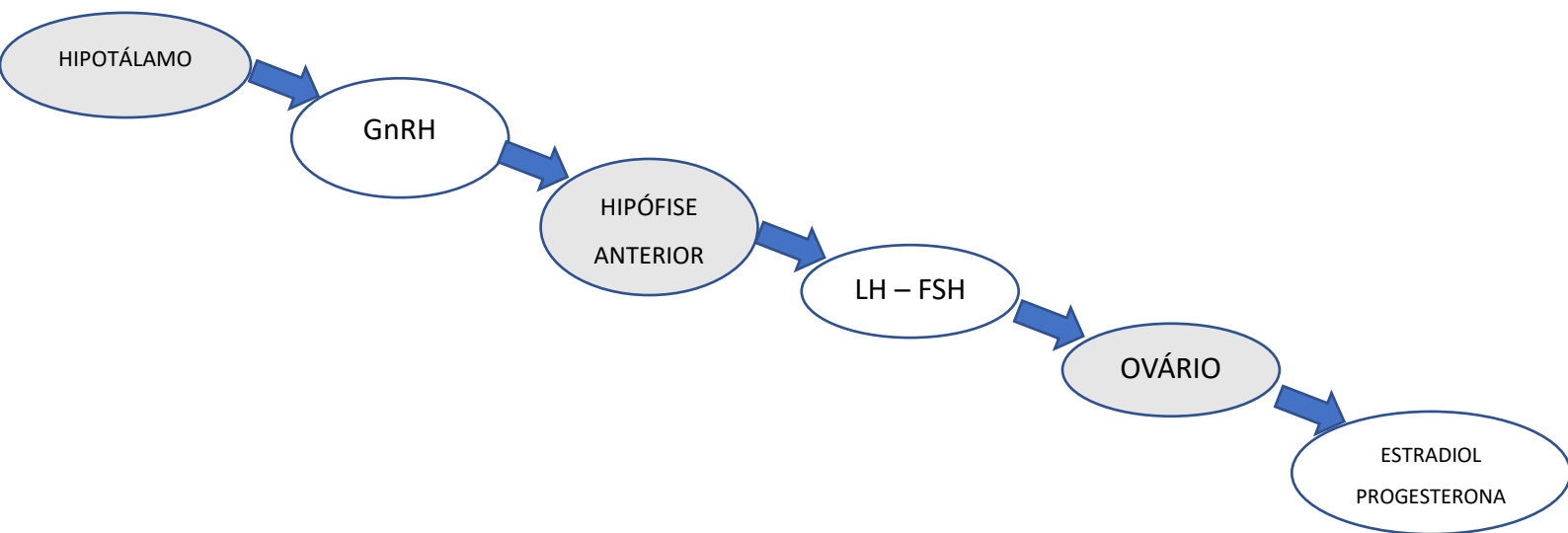
O ciclo menstrual é a marca do período reprodutivo da vida feminina. O primeiro ciclo menstrual tem início próximo aos 13 anos de idade, quando ocorre a primeira menstruação (menarca), e perdura até aproximadamente 46 anos de idade, quando se atinge o final da capacidade reprodutora (menopausa) (GUYTON., 2006). Um ciclo menstrual é considerado regular quando apresenta em média 28 dias de duração, sendo esse dividido comumente em três fases principais, a saber:

- Fase folicular: inicia no primeiro dia de menstruação e dura aproximadamente 13 dias;
- Fase ovulatória: ocorre após a fase folicular e é praticamente o meio do ciclo, com duração média de dois dias. É nessa fase em que há liberação do óvulo para possível fecundação, sendo, portanto, o período fértil feminino;
- Fase lútea: ocorre após a fase ovulatória e é a fase que completa o ciclo. Tem duração semelhante a fase folicular, isto é, 13 dias. Ocorrendo a menstruação, inicia-se um novo ciclo (Oosthuyse & Bosch, 2010).

Para que haja caracterização de cada fase citada, se faz necessária alterações hormonais ao longo do ciclo. Cinco são os hormônios do sistema reprodutor feminino com relação direta ao ciclo menstrual: 1) Hormônio liberador de Gonadotrofinas (GnRH); 2) Hormônio Luteinizante (LH), 3) Hormônio Folículo-Estimulante (FSH), 4) Progesterona e 5) Estrogênio.

Podemos relacionar a ação com uma espécie de cascata hormonal, como representado abaixo (FIGURA 1).

Figura 1 – Ilustração de efeito cascata nos hormônios que influenciam no ciclo menstrual.



Fonte: Autoria própria. (GnRH- Hormônio liberador de gonadotrofina; LH- Hormônio Luteinizante; FSH- Hormônio folículo-estimulante).

Esses hormônios estão presentes durante todo o ciclo, no entanto, cada uma das fases é demarcada pela prevalência de hormônios específicos, conforme detalhado abaixo:

GnRH – Um hormônio de liberação hipotalâmico, que tende a apresentar um padrão de liberação durante todo o mês, sendo registrados pequenos pulsos de liberação aproximadamente a cada noventa minutos.

FSH – O FSH é secretado pela hipófise anterior em resposta a ação do GnRH e apresenta maior concentração durante a fase folicular. A concentração no período folicular está relacionada com a importância do hormônio na maturação do folículo primário ovariano. Sendo o principal responsável pela maturação do folículo, o FSH

apresenta uma taxa de aumento expressiva poucas horas antes da ovulação, finalizando o processo de maturação do óvulo, que estará pronto para ser fecundado (GUYTON., 2006).

LH – Da mesma forma que o FSH, o LH começa a ser liberado pela hipófise sob ação do GnRH. O LH também age no crescimento folicular, no entanto, sua ação é fundamental na fase final do folículo e ovulação. Sem a presença desse hormônio não haveria ovulação. Aproximadamente dois dias antes da ovulação, o LH aumenta acentuadamente, ultrapassando os níveis de FSH (surto pré-ovulatório), mas os dois atuam de forma sinérgica, aumentando o volume do folículo rapidamente para que haja a ruptura desse folículo e liberação do óvulo. Além disso, o LH tem efeito específico nas células granulosas e tecais, convertendo-as em células produtoras de progesterona. É por conta desse processo que se inicia a formação de corpo lúteo (GUYTON., 2006).

ESTROGÊNIO – Estrogênio ou estradiol é um dos hormônios produzidos a partir do ovário. Enquanto ocorre a evolução folicular, células foliculares passam a secretar esse hormônio, que é responsável por determinar características secundárias femininas como, por exemplo, aumento do quadril e desenvolvimento das mamas. Além disso, o estrogênio também é responsável pela proliferação de células do endométrio, preparando para possível fecundação. O estrogênio apresenta uma queda coincidente com o período da ovulação e, logo após, retoma aos níveis elevados até que haja regressão do corpo lúteo, diminuindo novamente seus níveis e iniciando um novo ciclo (GUYTON., 2006).

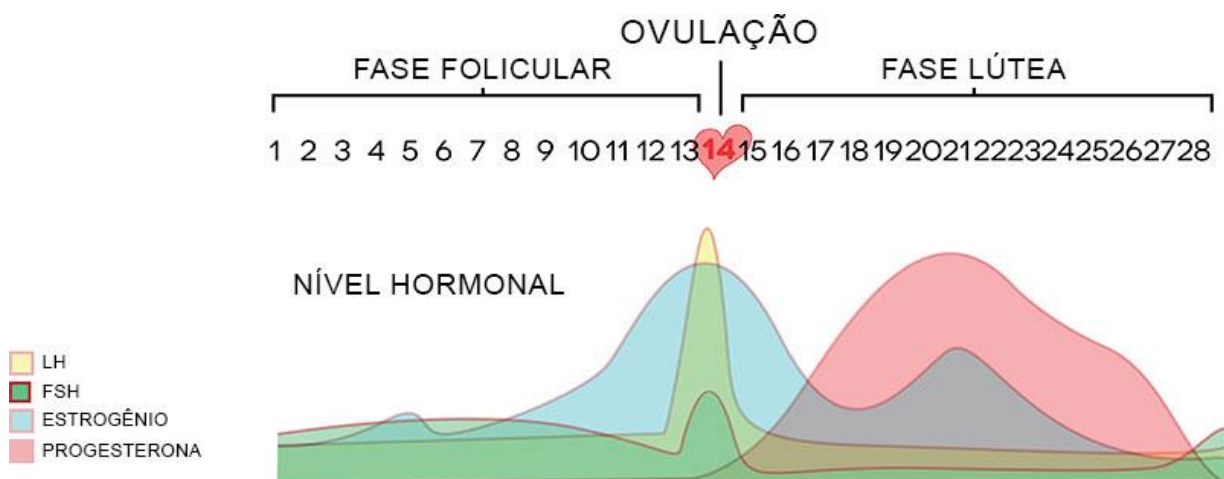
PROGESTERONA – Com a origem do corpo lúteo, a progesterona apresenta aumento gradativo, o que colabora para o espessamento do endométrio, de forma que, caso haja fecundação, após alguns dias o endométrio esteja pronto a receber um embrião. Com os níveis de progesterona aumentados, a secreção de LH e FSH passa ser inibida por feedback negativo na hipófise anterior. Contudo sem o hormônio LH, e não havendo fecundação do óvulo, o corpo lúteo inicia processo de regressão, e cerca de doze dias após há uma completa involução do corpo lúteo. Com a regressão do corpo lúteo, os níveis dos hormônios estrogênio e progesterona voltam a condições basais e ocorre a escamação do endométrio,

ocasionado uma nova menstruação. Os baixos níveis de estrogênio e progesterona também permitem novamente a liberação de LH e FSH que estavam inibidos por feedback negativo e um novo ciclo se inicia.

Por outro lado, caso haja fecundação, ocorrerá o aparecimento de gonadotrofina coriônica (HCG), que irá manter o corpo lúteo ativo, evitando que progesterona e estrogênio diminuam, então, fica interrompida a menstruação até que seja completada a fase de gestação (GUYTON., 2006).

Um resumo do mecanismo hormonal citado acima é representado na figura abaixo (FIGURA 2).

Figura 2 – Demonstração ilustrativa do ciclo menstrual.



Fonte: <https://clinicamulhera.com.br/ginecologia/em-foco-ciclo-menstrual/>

2.3 FORÇA MUSCULAR

Força muscular pode ser definida como a capacidade do sistema neuromuscular em produzir tensão contra uma carga externa (Bompa & Haff, 2012). Para que haja produção de força voluntária, há geração de um comando de nível superior (comando central). O comando é transformado por um controlador de nível inferior (coluna espinhal) que resulta em ativação das unidades motoras dos músculos que foram recrutados. Ou seja, há primeiro ativação central e então o comando é transformado para que haja geração de trabalho e recrutamento periférico (Kraemer e Hakkinen 2004). O músculo, então, irá responder ao comando desenvolvendo força e aplicando-a nos ossos que estão ligados, gerando assim um torque nas

articulações envolvidas. A consequência (ação muscular) depende da intensidade do estímulo e o do desenvolvimento da força gerada. Desta forma, a força pode-se apresentar em ações isométricas, concêntricas e excêntricas:

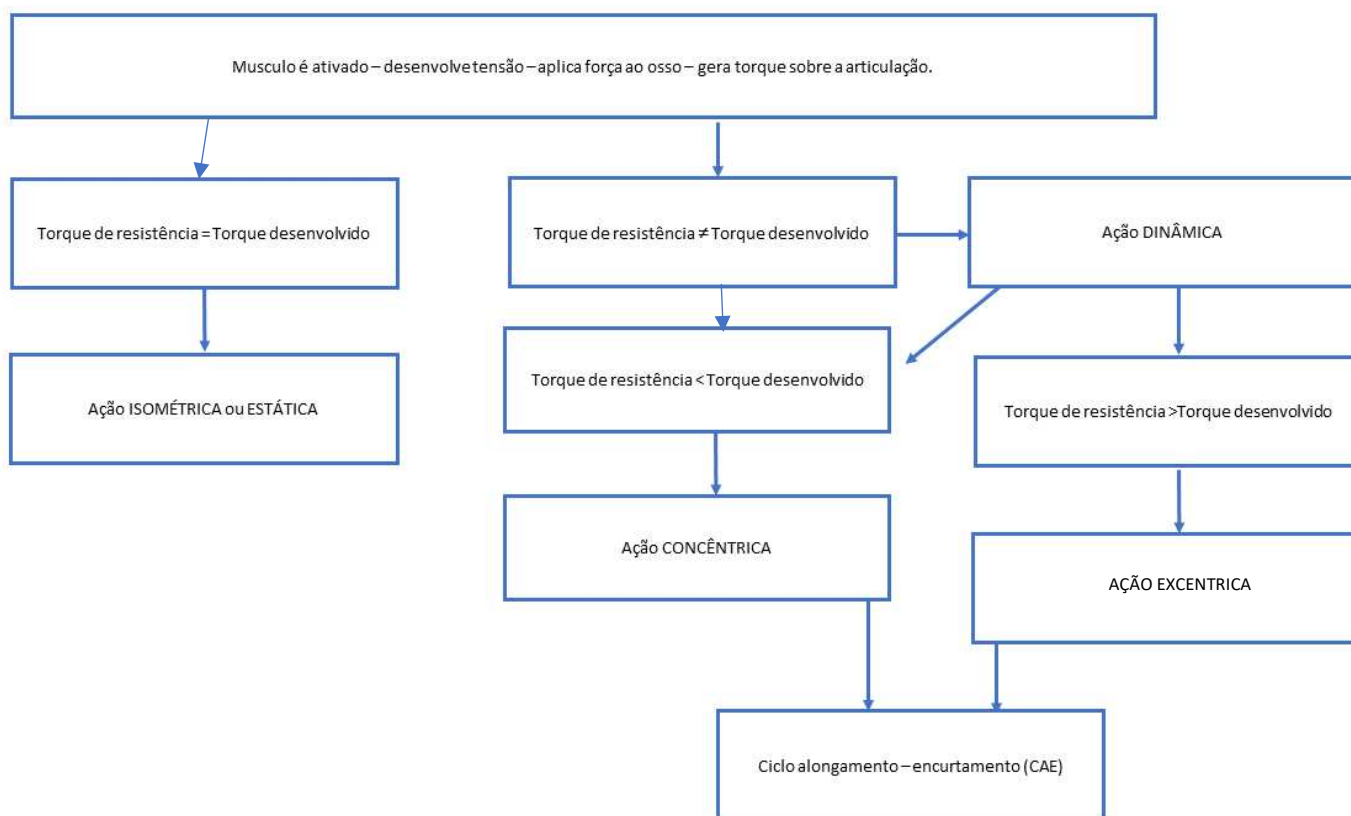
Ação isométrica; nesse caso o torque produzido pelo músculo na articulação é contraposto a um torque idêntico, impedindo que haja movimento.

Ação concêntrica; o torque produzido pelo músculo será maior que a resistência enfrentada, e então o músculo sofrerá “encurtamento”, processo que os filamentos de actina deslizam sobre os filamentos de miosina, aproximando-os do centro do sarcômero.

Ação excêntrica; o torque produzido pelo músculo será menor que a resistência encontrada em oposição da ação assim “alongando” o músculo. Processo inverso ao citado na ação anterior.

A ação concêntrica geralmente é executada posteriormente a uma ação excêntrica, sendo que o conjunto das duas ações poderá ser denominado “dinâmico” já que é composto por ciclo de alongamento-encurtamento (CAE) que geram movimentos. Já a ação isométrica, como já citado, não resulta em movimento e é denominada “estática” (FIGURA 3) (Kraemer e Hakkinen 2004).

Figura 3 – Esquema representativo da geração de força e as possíveis ações musculares.



Adaptado de treinamento de força para o esporte, kraemer; hakkinen 2004.

Segundo Guyton e Hall (2006) a força de um músculo é determinada principalmente pelo seu tamanho, sendo a força de contração máxima aproximadamente 3 a 4 kg/cm² de área de secção transversa muscular. No entanto, a força muscular pode, além de se apresentar em ações, como já citado, ser subdividida em capacidades de força, como por exemplo:

Força máxima; “A força máxima representa o maior valor de força, que pode ser produzido pelo sistema neuromuscular por meio de uma contração voluntária máxima”. Se tratando de força máxima pode ser expressa tanto em ação isométrica/estática quanto em ação concêntrica-excêntrica/dinâmica (Gullich; Schmidtbleicher, 1999, p224). A determinação da força máxima dinâmica é frequentemente feita através do teste de 1-RM. De forma prática, o teste avalia a quantidade de peso com que o indivíduo é capaz de realizar uma única repetição dinâmica completa de um determinado movimento em uma amplitude pré-determinada. Desta forma, quando o avaliado é incapaz de realizar mais de uma

repetição determina-se força dinâmica máxima (Pereira & Gomes, 2003). Em relação à força isométrica, a determinação exata depende de um aparelho auxiliador como tensiômetros de cabo, extensômetro e dinamômetros isocinéticos, que pode estar com conexão a um computador a força exercida é convertida. A desvantagem da ação isométrica é que a determinação da força deverá ser assumida unicamente para angulação testada (Brown & Weir, 2001).

Força explosiva; É a “capacidade de um desenvolvimento rápido de força muscular” (Brown & Weir, 2001).

Nesse caso, a força explosiva poderá ser quantificada quando utilizarmos fórmulas desenvolvidas para tal ou um equipamento que a quantifique a força exercida, por exemplo, o que chamamos de plataforma de força ou salto.

Força de Resistência; Pode ser classificada como capacidade do sistema neuromuscular de produzir a maior somatória de impulsos possíveis sob condições metabólicas e predominantemente anaeróbicas. A resistência de força pode ser influenciada pela intensidade do impulso e pela capacidade em manter o padrão de impulso por mais tempo, ou seja, resistir a fadiga muscular (Chagas; Lima, 2015). A resistência de força então poderá, por exemplo, ser quantificada pelo maior número de repetições executadas em um dado exercício, com uma porcentagem de carga e angulação de movimento pré-determinadas.

2.4 FORÇA MUSCULAR E CICLO MENSTRUAL

As flutuações hormonais no ciclo menstrual citadas no tópico anterior parecem exercer influências no desempenho da força muscular das mulheres (McNulty et al., 2020). No entanto, o mecanismo pelo qual se explica as alterações ainda não está elucidado. Algumas sugestões são feitas a partir de características apresentadas pelos principais hormônios sexuais envolvidos no ciclo menstrual. O estrogênio parece ter papel neuroexcitatório, nesse caso, na fase folicular inicial quando esse hormônio está em baixa o desempenho poderia ser reduzido. No entanto, apesar de maiores níveis de estrogênio na fase lútea do ciclo menstrual, existe a influência da progesterona que parece exercer efeito contrarregulador

ocasionando inibição. Recentemente uma revisão sistemática buscou determinar se há diferença de dano muscular induzido pelo exercício entre as fases do ciclo menstrual. Os resultados sugerem que o dano muscular é maior e a força muscular menor na fase folicular inicial (Romero-parra et al., 2020). Outro estudo conduzido para avaliar potência através do teste de wingate submeteu trinta e duas participantes a um protocolo do teste durante a fase folicular e fase lútea do ciclo menstrual, os resultados indicam que as avaliadas apresentam maior potência pico, maior capacidade anaeróbica e estavam menos cansadas ao final do teste na fase lútea quando comparada com a fase folicular (Masterson, 1999).

No entanto, os achados não são unânimes. Mulheres avaliadas em diferentes intensidades no meio agachamento e em três fases do ciclo menstrual (fase folicular, fase ovulatória e fase lútea) não demonstraram diferença na força e potência muscular entre as fases avaliadas (Romero-Moraleda, Coso, Gutiérrez-Hellín, & Lara, 2019). O ciclo menstrual de nove mulheres foi subdividido em cinco fases para testar a força isométrica, e os resultados sugerem que a fase lútea média apresenta menor força máxima isométrica. Já para as demais fases testadas não houve diferenças significantes (Tenan et al., 2016). As inconsistências encontradas nos resultados podem ser atribuídas a uma ausência de padrão para determinar a divisão das fases do ciclo menstrual. Na verdade, é evidente que há prejuízo de desempenho em determinados momentos do ciclo menstrual. No entanto, é necessário controle consistente do ciclo menstrual e a partir disso apresentar possíveis estratégias para amenizar o efeito deletério na fase prejudicada.

2.4 CAFEÍNA COMO ERGOGÊNICO

A cafeína é um ergogênico possivelmente capaz de proporcionar melhora da força muscular em mulheres em fases do ciclo menstrual que sofram prejuízo. A cafeína é consumida por grande parte das pessoas no mundo todo, já que é facilmente encontrada em produtos de comum comercialização, como por exemplo, café, chocolate e chá (Butt et al., 2011). A nível central, a cafeína apresenta grande afinidade por receptores de adenosina, e age de forma antagônica a adenosina, competindo pela ligação aos seus receptores. Uma vez que a cafeína se liga a receptores adenosina, estimula o sistema nervoso central, podendo então ter sua

ação expressa em diversas formas, como por exemplo, aumento de excitabilidade da medula espinhal (Kalmar & Cafarelli, 2004; Walton et al., 2003), aumento do estado de vigília, foco e disposição, e redução da percepção de esforço durante exercício, além de diminuir a percepção de dor (O'Connor et al., 2004). Além disso, a cafeína apresenta também ação a nível periférico. No entanto, a sua ação periférica não é apresentada pela literatura de forma unânime. Contudo, um dos benefícios listados é que a substância aumentaria a liberação de cálcio pelo retículo sarcoplasmático, favorecendo a contração muscular (Goldstein et al., 2010).

A recomendação de ingestão para fins ergogênicos da cafeína é dependente do peso do indivíduo. Em geral os estudos demonstram benefícios com quantidades entre 3mg/kg a 6mg/kg de peso corporal, ingeridas uma hora antes do exercício (Goldstein et al., 2010). A maioria dos estudos investigaram o efeito da cafeína em atividades de predominância aeróbia como, remo, ciclismo e corrida (Chester & Wojek, 2008). No entanto, estudos já demonstraram o efeito positivo da suplementação em atividades de predominância anaeróbias, como por exemplo exercícios de força máxima. O estudo de Grgic e Mikulic, 2017 avaliou dezessete homens treinados em resistência com teste de força máxima de agachamento, a suplementação de 6mg/kg se mostrou eficaz para aumento de força máxima. Outro estudo avaliando força explosiva em jogadores de elite do voleibol, através de saltos contramovimento, constatou que a administração de 5 mg/kg de cafeína aumenta a força explosiva dos saltos, por consequência, a altura dos saltos (Magkos & Kavouras, 2005; Zbinden-Foncea et al., 2018). A força de resistência, como cita Duncan et al., 2013, também apresenta melhora significativa após a suplementação de cafeína. Os voluntários foram testados para a falha muscular em, ou seja, até que não fossem capazes de executar mais nenhuma repetição do exercício proposto e após a suplementação de cafeína, observou-se aumento no número de repetições. Contudo, deve-se assumir que os indivíduos participantes dos estudos acima citados, em sua maioria, eram do sexo masculino, sendo discutível se o público feminino se beneficiaria da mesma forma dessa substância, além disso, se não há diferença na magnitude do efeito entre as diferentes fases do ciclo menstrual.

O contraceptivo oral parece influenciar na cinética da cafeína. Mulheres que utilizam contraceptivo oral precisaram de um tempo médio maior para alcançar o pico da substância no plasma. A possível explicação está associada aos hormônios sintetizados nas pílulas que, por sua vez, simulam os hormônios endógenos (Rietveld et al., 1984). Considerando a variação mensal na concentração dos hormônios endógenos em mulheres que não utilizam contraceptivos orais, a magnitude de efeito da cafeína pode variar durante as fases do ciclo menstrual. Até o momento, podemos localizar dois estudos conduzidos para testar a utilização de cafeína como estratégia para melhora da força máxima, potência, força de resistência e que, por sua vez, controlaram a fase do ciclo menstrual onde se foi administrada (Norum et al., 2020; Romero-Moraleda, Coso, Gutiérrez-Hellín, & Lara, 2019). Nas duas ocasiões, a cafeína foi efetiva em melhorar o desempenho, contudo, ainda não se sabe se esse efeito difere de uma fase para outra e se a força durante o ciclo permanece estável, caso haja a suplementação de cafeína.

3.0 MÉTODOS

3.1 DELINEAMENTO

A pesquisa apresenta uma característica transversal experimental (CAMPBELL; STANLEY; GAGE, 1963), com delineamento duplo cego controlado por placebo, randomizada e cruzado dos participantes.

3.2 LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada no laboratório do Grupo de Pesquisa em Performance Humana da UTFPR (GPPH), situado no Departamento de Educação Física, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), endereço R. Pedro Gusso, 2671 - Cidade Industrial de Curitiba, Curitiba - PR, 81020-430, Brasil

3.3 AMOSTRA

Para determinação do tamanho amostral, foi utilizado o software GPower®. Para isso, foi adotando um alfa de 0,05 e um poder estatístico desejável de 0,80. O

tamanho de efeito esperado foi calculado a partir das diferenças das médias (COHEN, 1988) de estudos que verificaram o efeito da cafeína ou ciclo menstrual sobre parâmetros de força muscular. O tamanho de efeito esperado para a suplementação de cafeína sobre: 1) força máxima é de 0,19 (Grgic & Mikulic, 2017); 2) força isométrica máxima 0,28 (Warren et al., 2010); 3) força explosiva (altura de salto) 0,25 (Grgic & Mikulic, 2017) e 4) resistência de força 2,8 (Duncan et al., 2013). Quando avaliado o tamanho do efeito para o efeito do ciclo menstrual sobre a força, foram encontrados valores de 0,25 para força isométrica máxima (Costa & Souza, 2013) e 0,67 para resistência de força (Lopes et al., 2014). Não foram encontrados estudos verificando o efeito do ciclo menstrual sobre força máxima dinâmica ou salto. Assim, adotando o menor valor encontrado (0,19), o número amostral foi estimado em 14 participantes. A tabela 1 contém as características das participantes.

Foram recrutadas, portanto, 14 mulheres praticantes de musculação a participarem de forma voluntária de sete visitas ao laboratório. As visitas foram realizadas em horários fixos com datas pré-definidas conforme o ciclo menstrual de cada avaliada, e tiveram duração aproximada de 90 minutos cada uma. Cada participante foi informada sobre os procedimentos e riscos relacionados ao estudo e, em seguida, assinou um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Apêndice 1), de acordo com a resolução nº 466/2012, concordando com a participação voluntária no estudo.

Tabela 1. Principais características dos participantes

Variável	Média ± DP
Idade (anos)	25,5 ± 4,0
Massa corporal (kg)	59,8 ± 9,0
Estatura (cm)	158,5 ± 6,2
Frequência de treinos (dias/semanas)	5,1 ± 0,8
Duração do treino (h/sessão)	1,0 ± 0,4

Experiência com treino de força (anos)	5,7 ± 3,0
Duração do Ciclo Menstrual (dias)	28,7 ± 1,4
Duração do período menstrual (dias)	5,1 ± 0,9
Consumo habitual de cafeína (mg/dia)	130,6 ± 37,0

Fonte: A autoria própria.

3.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

As participantes foram selecionadas com base nos seguintes critérios de inclusão: 1) ter idade entre 18 e 30 anos; 2) ter participado regularmente de programa de treinamento de força (de 5 a 6 vezes por semana) por pelo menos seis meses antes do estudo; 3) ter ciclo menstrual regular (27 a 31 dias); 4) estar livre de distúrbios menstruais, como dismenorreia ou amenorreia, nos seis meses anteriores; 5) Não ter qualquer tipo de lesão muscular nos seis meses anteriores; 6) não apresentar história progressiva de doenças cardiopulmonares; 7) livre de tabagismo nos últimos seis meses; 8) não fazer uso de qualquer medicamento no mês anterior; 9) não fazer o uso de anticoncepcionais orais nos últimos três meses. A obtenção dos critérios de inclusão foi verificada a partir de uma triagem pré-participante.

3.5 DESENHO EXPERIMENTAL

As participantes compareceram ao laboratório sete vezes. Na primeira visita, foi realizada uma avaliação antropométrica, aplicado um questionário de consumo habitual de cafeína e em seguida as participantes foram familiarizadas com os seguintes testes experimentais: 1) CVM em um exercício de agachamento; 2) 1-RM; 3) CMJ e 4) MR.

Durante a segunda e terceira visitas, as participantes realizaram a mesma sequência de testes. A segunda e a terceira visitas foram separadas por 48 horas e ambas foram realizadas na fase lútea, pois é esperado que a força muscular seja

ótima nesta fase. O coeficiente de variação entre as duas medidas foi de $5,3 \pm 2,9\%$ para CVIM, $2,0 \pm 1,7\%$ para 1-RM, $6,2 \pm 2,6\%$ para CMJ e $5,6 \pm 3,2\%$ para RM. O 1-RM medido na terceira visita foi assumido como "baseline" e posteriormente usado para calcular a carga do aquecimento e o teste de Máximas Repetições das sessões experimentais

As últimas quatro visitas foram realizadas nas fases folicular inicial e lútea (duas visitas em cada fase). As participantes realizaram as visitas quatro e cinco dentro de uma determinada fase (folicular inicial ou lútea), com ingestão de placebo (PLA) em uma visita e ingestão de cafeína (CAF) em outra (48 horas de intervalo). As visitas seis e sete foram realizadas na fase seguinte (folicular inicial ou lútea), com ingestão de PLA em uma visita e ingestão de CAF em outra (intervalo de 48 horas). Uma hora após a ingestão da cápsula, as participantes realizaram a seguinte sequência de testes: CVM, 1-RM, CMJ, MR. Os testes foram intercalados por um repouso passivo de 5 minutos. A ordem das fases menstruais e suplementos foi determinada usando um desenho Quadrado Latino balanceado incompleto. Os suplementos foram ingeridos de forma duplo-cega.

As participantes se abstiveram de álcool, exercícios e alimentos e bebidas contendo cafeína nas 24 horas anteriores a cada sessão de teste. As participantes também foram instruídas a registrar seu consumo alimentar 24 horas antes da primeira visita e replicá-lo nas 24 horas anteriores às visitas seguintes. Elas foram orientadas a manter sua dieta regular e programa de treinamento ao longo do estudo, exceto nas 24 horas anteriores a cada sessão de teste, quando nenhum exercício era permitido.

3.6 CONTROLE DO CICLO MENSTRUAL

Antes de iniciar os testes experimentais, as participantes registraram o primeiro e o último dia de sangramento da menstruação por três meses consecutivos para verificar a regularidade e a duração dos ciclos menstruais individuais. A primeira sessão de testes da fase folicular precoce foi realizada no dia imediatamente após os primeiros sinais de sangramento da menstruação. A segunda sessão de teste da fase folicular inicial foi realizada 48 horas depois, quando todos as participantes

ainda relataram sinais de sangramento da menstruação. Conforme relatado anteriormente (Romero-Moraleda, et al., 2019), a fase lútea compreende aproximadamente os últimos 70% do ciclo menstrual. Assim, a primeira e a segunda visitas da fase lútea foram realizadas entre 70 e 75% da duração do ciclo menstrual individual, que foi estimada a partir dos registros dos três ciclos menstruais anteriores de monitoramento.

3.7 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

Foram mensuradas a estatura (estadiômetro de fita cescorf), a massa corporal (balança eletrônica Filizola®, São Paulo, Brasil) e as dobras cutâneas de três pontos anatômicos (tricipital, suprailíaca e coxa), utilizando um adipômetro científico tradicional (CESCORF®, Porto Alegre, Brasil). As medidas foram realizadas em triplicata, do lado direito do corpo, sendo utilizados os valores da mediana dessas medidas para estimar a composição corporal. Para determinação da densidade corporal e do percentual de gordura corporal foram utilizados os cálculos propostos por (Jackson et al., 1980 e Siri, 1961). Todas as medidas antropométricas foram realizadas por um único avaliador, experiente com os procedimentos empregados.

3.8 SESSÕES DE TESTE EXPERIMENTAL

As participantes ingeriram uma cápsula contendo 5 mg.kg^{-1} de massa corporal de cafeína anidra (CAF) ou 5 mg.kg^{-1} de massa corporal de celulose (PLA). Após 50 minutos de repouso, as participantes aqueceram por 5 minutos em cicloergômetro com freio mecânico (Ergometric, Cefise, Nova Odessa, Brasil) pedalando a 80 rpm contra a resistência inercial do cicloergômetro. Em seguida, as participantes realizaram um aquecimento específico composto por 20 repetições no exercício de meio agachamento realizado contra a barra de resistência, 8 repetições a 50% de 1-RM e 3 repetições a 70% de 1-RM (intervalo de descanso de 1 minuto entre os conjuntos). Após um período de descanso de 3 minutos, os participantes iniciaram a bateria de testes. O estímulo verbal padronizado incentivando as participantes a atingirem seu esforço máximo foi fornecido por uma

única pesquisadora, que desconhecia a substância ingerida e a fase do ciclo menstrual de cada participante.

3.9 TESTE DE CONTRAÇÃO VOLUNTARIA ISOMÉTRICA MÁXIMA

Durante o teste de CVIM, a posição da barra de agachamento foi mantida estática por meio de uma corrente de aço presa ao chão, conforme descrito anteriormente (Cristina-Souza et al., 2020). O comprimento da corrente de aço foi ajustado para manter um ângulo do joelho de 140°, que é considerado o ângulo ideal para produzir a força isométrica máxima durante o exercício de agachamento (Nuzzo et al 2008). O ângulo do joelho foi determinado individualmente por um goniômetro (Cardiomed, Curitiba, Brasil). Uma célula de carga foi fixada no meio da corrente de aço e a força medida com uma frequência de 2.000 Hz (Sistema EMG do Brasil, São José dos Campos, Brasil). Foram realizados três testes de CVIM de 5 segundos, com intervalo de 1 minuto entre as tentativas e a média usada para análise posterior.

3.10 TESTE DE UMA REPETIÇÃO MAXIMA

O teste de 1-RM seguiu as recomendações propostas por Brown e Weir (2001). As participantes tiveram até cinco tentativas para atingir sua carga de 1-RM, com ajuste de carga (aumento ou diminuição) antes de cada tentativa. Foi permitido um intervalo de 5 minutos entre as tentativas. O 1-RM foi obtido quando a participante era incapaz de completar o movimento adequadamente (90° de amplitude de movimento, determinado por estimativa visual), com a carga máxima que poderia ser levantada com a técnica adequada registrada como carga de 1-RM.

3.11 TESTE DE SALTO CONTRAMOVIMENTO

Os participantes começaram em pé, caíram para a posição de agachamento e, em seguida, pularam para cima o mais alto possível, conforme descrito anteriormente (Santos-Mariano et al., 2019). O salto foi realizado com as mãos na altura do quadril, mantendo os joelhos estendidos durante a fase de vôo. O tempo de vôo durante o salto foi medido por meio de uma esteira de contato (EMG System

do Brasil, São José dos Campos, Brasil). A altura do salto foi medida usando a seguinte equação e usada como um substituto da força muscular (ref):

$$\text{Salto (m)} = \text{tempo de vôo}^2 \times 9,81 \text{m} / \text{s}^2 \times 8^{-1}$$

O CMJ foi realizado três vezes, com intervalo de 10 s entre os saltos. A altura média entre as três tentativas foi usada para análises posteriores.

3.12 TESTE DE REPETIÇÕES MÁXIMAS

O teste de RM foi realizado com a resistência definida em 80% do 1-RM basal. As participantes foram instruídas a realizar o exercício de meio agachamento (90° de amplitude de movimento determinado por estimativa visual) até a falha concêntrica, que foi definida como uma incapacidade de mover a barra até o ponto inicial (ou seja, extensão de 180° dos joelhos), como descrito anteriormente Brown e Weir (2001). O número de repetições foi registrado como RM e usado para análises posteriores.

3.13 ANÁLISE ESTATÍSTICA

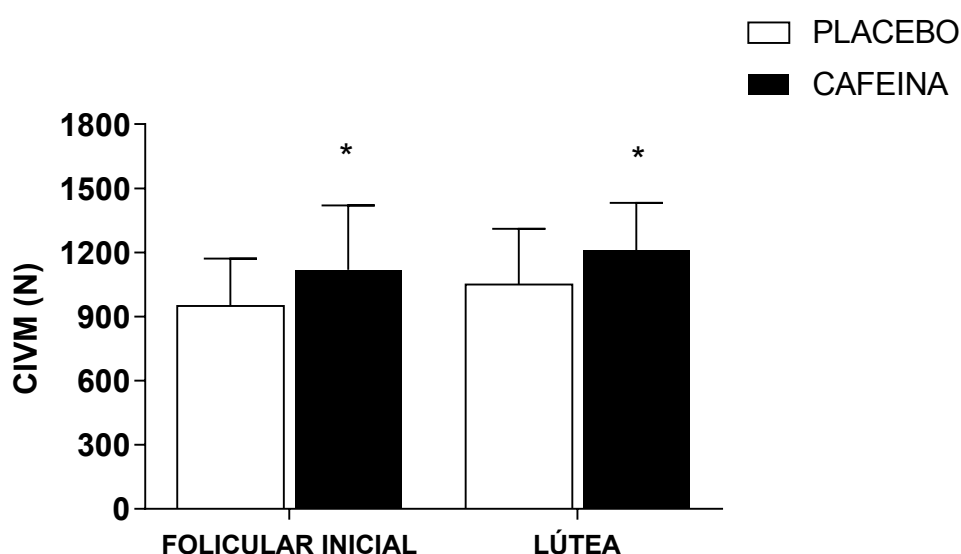
O efeito do suplemento (placebo e cafeína) e da fase menstrual (folicular precoce e lútea) nas variáveis dependentes foi verificado usando ANOVA de medida repetida de duas vias. Quando havia um efeito principal ou interação, a correção de Bonferroni foi usada para comparações pareadas. O tamanho do efeito Hedges g também foi calculado para comparações pareadas, com valores $<0,20$, $0,20$ a $0,49$, $0,50$ a $0,79$ e $\geq 0,80$ considerados triviais, pequenos, moderados e grandes, respectivamente (HOPKINS, 2004). O nível de significância adotado foi $p < 0,05$. Os dados são apresentados como média \pm DP e todas as análises foram realizadas usando o pacote estatístico STATISTICA (StatSoft Inc., versão 10, Tulsa, OK, EUA).

4 RESULTADOS

4.1 FORÇA MUSCULAR.

Não houve condição vs. interação de fase do ciclo menstrual para CIVM ($F_{(1,13)} = 0,01$, $\eta^2 = 0,01$, $p = 0,935$, Figura 1). Não houve efeito principal da fase do ciclo menstrual ($F_{(1,13)} = 4,57$, $\eta^2 = 0,26$, $p = 0,052$), mas houve um efeito principal da condição ($F_{(1,13)} = 11,58$, $\eta^2 = 0,47$, $p = 0,005$), com valores mais elevados na CAF do que na condição PLA (Hedges $g = 0,63$, IC 95% 0,22–1,06) (figura 4).

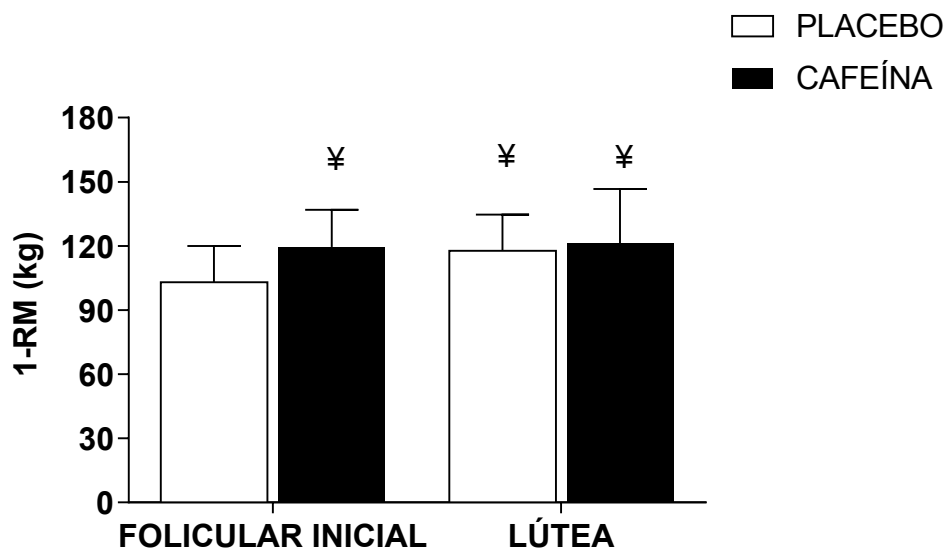
Figura 4 – Contração isométrica voluntária máxima (CIVM) em um exercício de meio agachamento durante as fases folicular inicial e lútea do ciclo menstrual após a ingestão de placebo e cafeína. (*) superior ao placebo ($p < 0,05$).



Fonte: Autoria própria.

Houve condição versus interação de fase do ciclo menstrual para o teste de 1-RM ($F_{(1,13)} = 17,28$, $\eta^2 = 0,57$, $p = 0,001$, Figura 2). O 1-RM no PLA folicular precoce foi menor do que no CAF folicular precoce (Hedges $g = 0,90$, IC 95% 0,53-1,37), PLA luteal médio (Hedges $g = 0,81$, IC 95% 0,48-1,22) e CAF luteal médio (Hedges $g = 0,80$, IC 95% 0,29-1,38). Não houve diferenças entre as condições CAF folicular inicial, PLA lútea médio e CAF lútea médio ($p = 0,99$) (figura 5).

Figura 5 – Força máxima (1-RM) em um exercício de meio agachamento durante as fases folicular inicial e lútea do ciclo menstrual após a ingestão de placebo e cafeína. (¥) Mais alto do que o placebo na fase folicular ($p < 0,05$).

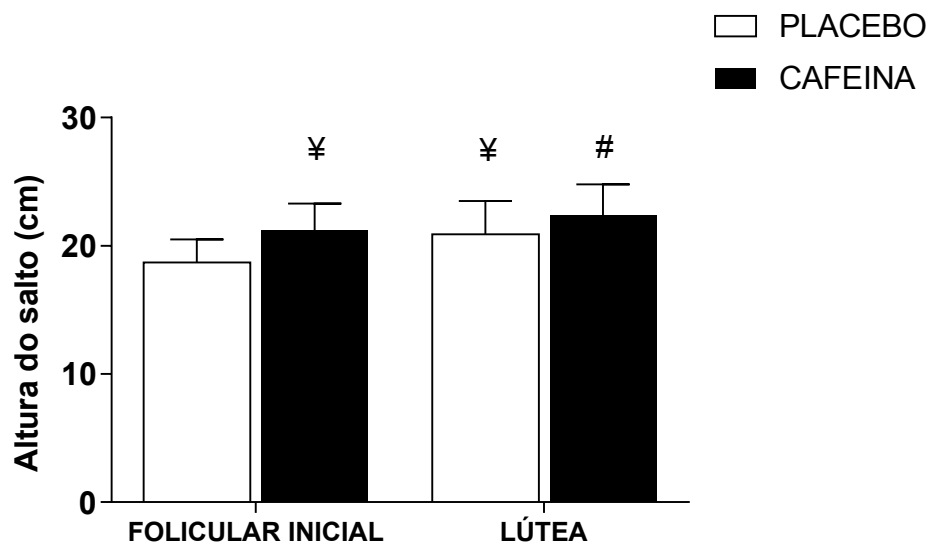


Fonte: Autoria própria.

4.2 TESTE DE SALTO DE CONTRAMOVIMENTO

Houve condição vs. interação de fase do ciclo menstrual para a altura do salto ($F_{(1,13)} = 6,33$, $\eta^2 = 0,33$, $p = 0,026$, Figura 3). Quando comparada ao correspondente placebo, a cafeína aumentou a altura do salto nas fases folicular inicial (Hedges $g = 1,20$, IC 95% 0,61-1,91) e lútea média (Hedges $g = 0,55$, IC 95% 0,12-1,03). A altura de salto mais baixa foi encontrada no PLA folicular precoce (Hedges $g = 0,91$, IC 95% 0,40-1,51 vs. PLA lúteo médio; Hedges $g = 1,20$, IC 95% 0,61-1,91 vs. CAF folicular precoce; Hedges $g = 1,63$, IC 95% 0,86–2,57 vs. CAF luteal médio), enquanto a altura de salto mais alta foi encontrada no CAF luteal médio (Hedges $g = 0,55$, IC 95% 0,12–1,03 vs. PLA luteal médio); Hedges $g = 0,49$, IC 95% 0,20-0,82 vs. CAF folicular precoce). Não houve diferença entre a CAF folicular precoce e as condições do PLA luteal médio ($p = 0,99$) (figura 6).

Figura 6 – Altura de salto contramovimento durante as fases folicular inicial e lútea do ciclo menstrual após a ingestão de placebo e cafeína. (#) Maior do que todas as outras condições ($p < 0,05$). (¥) Maior que o placebo na fase folicular ($p < 0,05$).

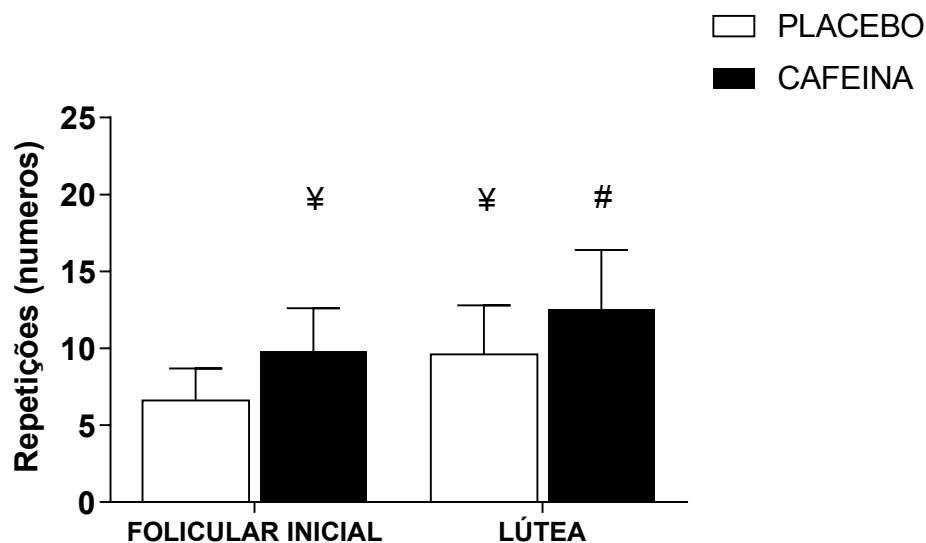


Fonte: Autoria própria.

4.3 TESTE DE REPETIÇÕES MÁXIMAS

Houve condição vs. interação de fase do ciclo menstrual para MR ($F_{(1,13)} = 6,98$, $\eta^2 = 0,35$, $p = 0,020$, Figura 4). Em comparação com o correspondente placebo, a cafeína aumentou o número de repetições nas fases foliculares iniciais (Hedges $g = 1,85$, IC 95% 1,00–2,90) e lúteas (Hedges $g = 0,87$, IC 95% 0,18–1,65). O RF mais baixo foi no PLA folicular precoce (Hedges $g = 1,81$, IC 95% 1,05–2,77 vs. PLA lúteo médio; Hedges $g = 1,85$, IC 95% 1,00–2,90 vs. CAF folicular precoce; Hedges $g = 2,38$, IC de 95% 1,28–3,74 vs. CAF luteal médio). Não houve diferença entre as condições CAF folicular precoce e as condições PLA luteal médio ($p = 0,628$), e entre as condições CAF folicular precoce e CAF luteal médio ($p = 0,204$) (figura 7).

Figura 7 – Número de repetições até a falha concêntrica (80% de uma repetição máxima) em um exercício de meio agachamento realizado durante as fases folicular inicial e lútea do ciclo menstrual após a ingestão de placebo e cafeína. (#) Maior que o placebo nas fases folicular e lútea iniciais ($p < 0,05$). (≠) Maior que o placebo na fase folicular ($p < 0,05$).



Fonte: Autoria própria.

5 DISCUSSÃO

No presente estudo, foi investigado as diferenças na força muscular, potência muscular e resistência muscular entre as fases folicular e lútea iniciais e o potencial da ingestão de cafeína em mitigar a perda esperada de força muscular, potência muscular e resistência muscular na fase folicular inicial. Os principais achados sugerem que: 1) força muscular, potência muscular e resistência muscular diminuem na fase folicular inicial, em comparação com a fase lútea; 2) cafeína é ergogênica em ambas as fases do ciclo menstrual investigadas; 3) a ingestão de cafeína reverte a perda de força muscular, potência muscular e resistência muscular no início da fase folicular.

Um primeiro resultado interessante do presente estudo foi que 1-RM, altura CMJ e RM foram todos consistentemente menores na fase folicular inicial do que na fase lútea (~ 7, 8 e 23%, respectivamente). A redução na CIVM não foi significativa, mas o valor de p foi limítrofe (ou seja, $p = 0,052$) e a magnitude da redução de relevância prática (~ 9%). Esses achados sugerem que o início folicular é marcado por uma redução significativa na força muscular, potência muscular e resistência muscular. Estudos anteriores demonstraram uma redução em 1-RM e CIVM na fase folicular inicial quando comparada com a fase lútea (Costa & Souza, 2013; Janse DE Jonge et al., 2019). O mecanismo pelo qual a força muscular é reduzida na fase folicular

inicial, entretanto, não é totalmente compreendido, mas uma possível explicação para uma redução na força muscular durante a fase folicular inicial é baseada no efeito neuronal excitatório do estradiol (Albert, et al., 2016; Smith et al., 2002). Esta explicação assume que a neurotransmissão excitatória é reduzida durante a fase folicular inicial devido aos baixos níveis de estradiol. No entanto, as evidências experimentais em humanos sugerem que a neurotransmissão excitatória é semelhante entre a fase folicular inicial e a lútea, o que é explicado pelo efeito contra-regulador da inibição causada por níveis elevados de progesterona na fase lútea (Smith et al., 2002). Achados de camundongos nocaute do receptor de estrogênio beta sugerem que o estradiol também é um regulador importante dos interneurônios ácido gama-aminobutírico (GABA), que tem impacto na função do córtex Motor primário do adulto e pode estar ligado a uma coordenação motora diminuída (Varshney et al., 2020).

Outros mecanismos também podem ser citados para explicar uma redução de força na fase folicular. Uma recente revisão demonstrou que a percepção do desempenho de atletas é menor na fase folicular inicial do ciclo menstrual e possivelmente essa percepção é influenciada pelos níveis de serotonina (Carmichael et al., 2021), apoiando a relação dos níveis de estrogênio e níveis de serotonina, isso é, baixos níveis de estrogênio poderiam influenciar negativamente na recaptção de serotonina e sabidamente a fase folicular inicial conta com baixos níveis de estrogênio (Kikuchi et al., 2010). O presente estudo não avaliou desempenho percebido, por outro lado, os resultados de menor desempenho na fase folicular inicial vão de encontro a isso. Ainda nesse sentido, mulheres que apresentam fortes sintomas pré menstruais também parecem apresentar desempenho percebido reduzido, além de relatarem maior fadiga (Armour et al., 2020). . A temperatura basal oscila durante o ciclo menstrual, sendo a fase lútea onde apresenta um aumento médio de 0,5 graus (Girard et al., 2015). Em estudo anterior, a diferença de temperatura corporal resultou em aumento de desempenho de atividades de curta duração como sprint (Mohr et al., 2012), portanto especula-se que a fase lútea poderia ter superioridade quando comparada com fase folicular. No entanto, o presente estudo cuidadosamente submeteu as participantes aos protocolos de aquecimento visando prepará-las para os exercícios propostos. Anteriormente um estudo avaliou a diferença do aquecimento no desempenho de

treze mulheres verificando que o aquecimento precedendo o exercício foi suficiente para anular a diferença de desempenho causado por diferentes temperaturas nas fases do ciclo menstrual (Omboonwong & Hutimakul, 2015).

A cafeína melhorou a CIVM, 1-RM, altura de CMJ e RM nas fases folicular inicial e lútea. Os benefícios da ingestão de cafeína na força muscular, potência muscular e resistência muscular são amplamente explorados em homens, mas escassos dados estão disponíveis para mulheres. Meta-análises anteriores demonstraram que a ingestão de cafeína resulta em um efeito benéfico na CIVM, 1-RM e na altura do salto vertical (Grgic et al., 2018; Warren et al., 2010). Uma outra revisão abrangente incluindo 11 meta-análises concluiu que a cafeína é ergogênica para diferentes componentes do desempenho do exercício, incluindo força muscular, potência muscular e resistência muscular (Grgic et al., 2019). No entanto, os autores foram incisivos ao concluir que faltam estudos primários conduzidos entre mulheres (72% 100% dos participantes incluídos nas metanálises eram homens) e, portanto, a generalização dos resultados meta-analíticos é limitada principalmente aos homens (Grgic et al., 2019). Eles também sugerem que as diferenças no metabolismo da cafeína nas fases folicular e lútea do ciclo menstrual aumentam a complexidade do desenho do estudo, o que pode explicar a falta de estudos em mulheres. Sem considerar o ciclo menstrual, a escassa evidência sugere que a cafeína melhora 1-RM no exercício supino em mulheres saudáveis treinadas com resistência (Filip-Stachnik et al., 2021) e que as melhorias induzidas pela cafeína no 1-RM no supino são de magnitude semelhante em homens e mulheres, embora as mulheres tendem a não ter ganhos com cafeína na resistência muscular (ou seja, peso total levantado durante as repetições do supino até a falha em 40% 1-RM) (Sabblah et al., 2015). Como nenhum controle do ciclo menstrual foi feito nesses estudos, não está claro se os efeitos da cafeína nos ganhos de força e resistência musculares dependem da fase do ciclo menstrual. Os resultados do presente estudo fornecem um avanço significativo em nossa compreensão sobre o efeito ergogênico da cafeína em diferentes fases do ciclo menstrual, fornecendo evidências experimentais de que a cafeína é ergogênica em uma ampla gama de manifestações de força, como força muscular, potência muscular e resistência muscular em fases iniciais folicular e lútea média.

O principal achado do presente estudo foi que, embora ergogênica tanto na fase folicular inicial quanto na lútea média, a cafeína foi mais ergogênica na primeira do que na última nos testes de 1-RM, altura CMJ e RM. Um estudo recente demonstrou que a ingestão de cafeína aumenta 1-RM e CIVM na fase folicular inicial, mas como a fase lútea não foi investigada, nenhuma conclusão em relação à influência da fase do ciclo menstrual no efeito ergogênico da cafeína pode ser fornecida (Norum et al., 2020). O único estudo que investigou o efeito da cafeína na fase inicial e lútea mostrou que a cafeína aumenta a força muscular durante um exercício de meio agachamento na fase folicular inicial, mas não na fase lútea (Romero-Moraleda, Coso, Gutiérrez-Hellín, & Lara, 2019). Infelizmente, outras formas de manifestação de força (força muscular máxima e resistência muscular) não foram exploradas no estudo mencionado, o que impede uma ampla comparação com nossos achados. No entanto, o fato de que a potência muscular aumentou tanto na fase folicular inicial quanto na fase lútea em nosso estudo é contrário ao relatado de nenhum ganho na potência muscular na fase lútea (Romero-Moraleda et al., 2019). Essas diferenças provavelmente se devem a diferenças na forma de medir a força muscular (ou seja, CMJ no presente estudo e a velocidade durante a fase concêntrica do exercício de meio agachamento). Com base na abordagem de inferência baseada em magnitude, os autores argumentaram, no entanto, que a cafeína também teve um pequeno efeito na fase lútea. Os resultados do presente estudo sugerem que a cafeína é ergogênica em uma ampla gama de manifestações de força (força muscular, potência muscular e resistência muscular) nas fases inicial e lútea, mas a magnitude de seu efeito é maior durante a fase inicial do que na fase lútea.

O fato de a cafeína ser mais ergogênica no início da fase folicular do que na fase lútea é de relevância prática. Especificamente, a cafeína aumentou 1-RM, altura CMJ e RM na fase folicular inicial para níveis não diferentes daqueles na fase lútea do placebo. Isso significa que a cafeína reverteu o efeito deletério da fase folicular precoce na força muscular, potência muscular e resistência muscular. Esses achados sugerem que mulheres envolvidas em esportes que demandam força muscular, potência muscular e resistência muscular podem se beneficiar da ingestão de cafeína como forma de atenuar as perdas na fase folicular inicial. Deve-se considerar que as mulheres recrutadas no presente estudo praticavam programa

de treinamento de força (de 5 a 6 vezes por semana), mas não eram atletas. Se esses ganhos relatados na força muscular, potência muscular e resistência muscular com a ingestão de cafeína na fase folicular inicial também estão presentes em atletas não é sabido e merece uma investigação mais aprofundada. Nossos resultados, no entanto, indicam fortemente um ganho potencial com o uso da cafeína como forma de reverter o efeito negativo do folicular precoce no treinamento baseado em resistência. Além disso, nossos achados também se restringem a mulheres com ciclo menstrual regular. Se a cafeína também pode ser ergogênica em mulheres com ciclo menstrual irregular (por exemplo, dismenorrea e amenorreia) também merece uma investigação mais aprofundada. Embora o desenho experimental com ciclo menstrual irregular seja um desafio, esses dados podem melhorar nossa compreensão sobre o efeito da cafeína em diferentes tipos de ciclo menstrual. Finalmente, foi investigado no presente estudo apenas as fases inicial e lútea. Estudos com mais fases (por exemplo, folicular tardia e ovulatória) fornecerão mais informações em relação ao uso potencial de cafeína em diferentes fases do ciclo menstrual.

Existem algumas limitações neste estudo que precisam ser assumidas. Em primeiro lugar, para determinar o início das fases do ciclo menstrual, não houve aferição da concentração e/ou quantidade dos hormônios esteroides femininos. Contudo, a fase folicular inicial é demarcada pelo início da menstruação, que neste caso foi autorreferido pelo participante, limitando a possibilidade de erro. Já na fase lútea os testes foram realizados a 70% do ciclo menstrual para garantir que o participante estava na fase lútea com base nos ciclos anteriores e na contagem de dias. Além disso o método em citado já foi utilizado em estudos anteriores (Hackney et al., 2019; Romero-Moraleda, Coso, Gutiérrez-Hellín, & Lara, 2019).

6 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que na fase folicular inicial do ciclo menstrual as mulheres tinham prejuízo na força muscular, potência muscular e resistência muscular, mas que a cafeína parece ser uma estratégia eficaz para anular esses efeitos deletérios e equalizar o desempenho com a fase lútea.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os achados do presente estudo sugerem que a suplementação de cafeína pode ser uma estratégia eficaz para manter um desempenho de força constante ao longo de um ciclo menstrual. Como a participação das mulheres no esporte tem crescido, o achado tem alta relevância para o público referido. Esses achados podem ser importantes para melhorar o planejamento do treinamento e competições das mulheres. No entanto, novos estudos devem testar outras populações, como atletas de alto rendimento, para que os resultados sejam validados nessas populações.

REFERÊNCIAS

Armour, M., Parry, K. A., Steel, K., & Smith, C. A. (2020). Australian female athlete

perceptions of the challenges associated with training and competing when menstrual symptoms are present. *International Journal of Sports Science and Coaching*, 15(3), 316–323. <https://doi.org/10.1177/1747954120916073>

Bompa, T. O., & Haff, G. G. (2012). *Periodização: Teoria e Metodologia do Treinamento* (5th ed.). Phorte Editora.

Brown, L., & Weir, J. (2001). ASEP procedures recommendation I: accurate assessment of muscular strength and power. *Journal of Exercise Physiology*, 1–22. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:ASEP+PROCEDURES+RECOMMENDATION+I:+ACCURATE+ASSESSMENT+OF+MUSCULAR+STRENGTH+AND+POWER#0>

Carmichael, M. A., Thomson, R. L., Moran, L. J., & Wycherley, T. P. (2021). The impact of menstrual cycle phase on athletes' performance: a narrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1–24. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041667>

Chester, N., & Wojek, N. (2008). Caffeine consumption amongst British athletes following changes to the 2004 WADA Prohibited List. *International Journal of Sports Medicine*, 29(6), 524–528. <https://doi.org/10.1055/s-2007-989231>

Costa, P., & Souza, G. (2013). *Influência das diferentes fases do ciclo menstrual na força muscular em membros inferiores*. *Influência das diferentes fases do ciclo menstrual na força muscular em membros inferiores*. April 2016. <http://www.efdeportes.com/efd180/fases-do-ciclo-menstrual-na-forca-muscular.htm>

Costello, J. T., Bieuzen, F., & Bleakley, C. M. (2014). Where are all the female participants in Sports and Exercise Medicine research? *European Journal of Sport Science*, 14(8), 847–851. <https://doi.org/10.1080/17461391.2014.911354>

Duncan, M. J., Stanley, M., Parkhouse, N., Cook, K., & Smith, M. (2013). Acute caffeine ingestion enhances strength performance and reduces perceived exertion

and muscle pain perception during resistance exercise. *European Journal of Sport Science*, 13(4), 392–399. <https://doi.org/10.1080/17461391.2011.635811>

Emmonds, S., Heyward, O., & Jones, B. (2019). The Challenge of Applying and Undertaking Research in Female Sport. *Sports Medicine - Open*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40798-019-0224-x>

Filip-Stachnik, A., Wilk, M., Krzysztofik, M., Lulińska, E., Tufano, J. J., Zajac, A., Stastny, P., & Del Coso, J. (2021). The effects of different doses of caffeine on maximal strength and strength-endurance in women habituated to caffeine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18(1), 1–17. <https://doi.org/10.1186/s12970-021-00421-9>

Girard, O., Brocherie, F., & Bishop, D. J. (2015). Sprint performance under heat stress: A review. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 25(S1), 79–89. <https://doi.org/10.1111/sms.12437>

Goldstein, E., Jacobs, P. L., Whitehurst, M., Penhollow, T., & Antonio, J. (2010). Caffeine enhances upper body strength in resistance-trained women. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 7, 1–6. <https://doi.org/10.1186/1550-2783-7-18>

Grgic, J., Grgic, I., Pickering, C., Schoenfeld, B. J., Bishop, D. J., & Pedisic, Z. (2019). Wake up and smell the coffee: Caffeine supplementation and exercise performance - An umbrella review of 21 published meta-analyses. *British Journal of Sports Medicine*, 1–9. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100278>

Grgic, J., & Mikulic, P. (2017). Caffeine ingestion acutely enhances muscular strength and power but not muscular endurance in resistance-trained men. *European Journal of Sport Science*, 17(8), 1029–1036. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1330362>

Grgic, J., Trexler, E. T., Lazinica, B., & Pedisic, Z. (2018). *Effects of caffeine intake on strength and power*. 1–10.

Hackney, A. C., Kallman, A. L., & Ağgön, E. (2019). Female sex hormones and the recovery from exercise: Menstrual cycle phase affects responses. *Biomedical Human Kinetics*, 11(1), 87–89. <https://doi.org/10.2478/bhk-2019-0011>

Jackson, A. S., Pollock, M. L., & Ward, A. (1980). Generalized equations for predicting body density of women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*.

Janse DE Jonge, X., Thompson, B., & Han, A. (2019). Methodological Recommendations for Menstrual Cycle Research in Sports and Exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(12), 2610–2617. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002073>

Kalmar, J. M., & Cafarelli, E. (2004). Caffeine: A valuable tool to study central fatigue in humans? *Exercise and Sport Sciences Reviews*, 32(4), 143–147. <https://doi.org/10.1097/00003677-200410000-00004>

Kami, A. T., Vidigal, C. B., & Macedo, C. de S. G. (2018). Influência das fases do ciclo menstrual no desempenho funcional de mulheres jovens e saudáveis. *Fisioterapia e Pesquisa*, 24(4), 356–362. <https://doi.org/10.1590/1809-2950/16081424042017>

Kimberly Alberta,c, Jens Pruessner, and P. N. (2016). Estradiol Levels Modulate Brain Activity and Negative Responses to Psychosocial Stress across the Menstrual Cycle. *Physiology & Behavior*, 176(1), 100–106. <https://doi.org/10.1016/j.psychneuen.2015.04.022>.Estradiol

Lopes, C. R., Crisp, A. H., Mota, G. R. da, Avanço, G. A., & Verlengia, R. (2014). a Fase Folicular Influência a Performance Muscular Durante O Período De Treinamento De Força. *Pensar a Prática*, 16(4), 973–981. <https://doi.org/10.5216/rpp.v16i4.19660>

Magkos, F., & Kavouras, S. A. (2005). Caffeine use in sports, pharmacokinetics in man, and cellular mechanisms of action. *Critical Reviews in Food Science and*

Nutrition, 45(7–8), 535–562. <https://doi.org/10.1080/1040-830491379245>

Masterson, G. (1999). The Impact of Menstrual Phases on Anaerobic Power Performanc... : The Journal of Strength & Conditioning Research. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(134), 325–329.

http://journals.lww.com/nsca-jscr/Abstract/1999/11000/The_Impact_of_Menstrual_Phases_on_Anaerobic_Power.5.aspx

McNulty, K. L., Elliott-Sale, K. J., Dolan, E., Swinton, P. A., Ansdell, P., Goodall, S., Thomas, K., & Hicks, K. M. (2020). The Effects of Menstrual Cycle Phase on Exercise Performance in Eumenorrhic Women: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 50(10), 1813–1827. <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01319-3>

Mohr, M., Nybo, L., Grantham, J., & Racinais, S. (2012). Physiological responses and physical performance during football in the heat. *PLoS ONE*, 7(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0039202>

Norum, M., Risvang, L. C., Bjørnsen, T., Dimitriou, L., Rønning, P. O., Bjørgen, M., & Raastad, T. (2020). Caffeine increases strength and power performance in resistance-trained females during early follicular phase. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 30(11), 2116–2129. <https://doi.org/10.1111/sms.13776>

O'Connor, P. J., Motl, R. W., Broglio, S. P., & Ely, M. R. (2004). Dose-dependent effect of caffeine on reducing leg muscle pain during cycling exercise is unrelated to systolic blood pressure. *Pain*, 109(3), 291–298. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2004.01.017>

Omboonwong, J. U. S., & Hutimakul, L. A. C. (2015). *C Ore T Emperature C Hanges and S Print*. 1, 262–269.

Oosthuyse, T., & Bosch, A. N. (2010). The Effect of the Menstrual Cycle on

Exercise Metabolism. *Sports Medicine*, 40(3), 207–227.

<https://doi.org/10.2165/11317090-000000000-00000>

Pallavi, L. C., Souza, U. J. D., & Shivaprakash, G. (2017). Assessment of musculoskeletal strength and levels of fatigue during different phases of menstrual cycle in young adults. *Journal of Clinical and Diagnostic Research*, 11(2), CC11–CC13. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2017/24316.9408>

Pereira, M. I. R., & Gomes, P. S. C. (2003). Testes de força e resistência muscular: confiabilidade e predição de uma repetição máxima - Revisão e novas evidências. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 9(5), 325–335.

<https://doi.org/10.1590/s1517-86922003000500007>

Rietveld, E. C., Broekman, M. M. M., Houben, J. J. G., Eskes, T. K. A. B., & van Rossum, J. M. (1984). Rapid onset of an increase in caffeine residence time in young women due to oral contraceptive steroids. *European Journal of Clinical Pharmacology*, 26(3), 371–373. <https://doi.org/10.1007/BF00548769>

Romero-Moraleda, B., Coso, J. Del, Gutiérrez-Hellín, J., & Lara, B. (2019). The effect of caffeine on the velocity of half-squat exercise during the menstrual cycle: A randomized controlled trial. *Nutrients*, 11(11), 1–9.

<https://doi.org/10.3390/nu11112662>

Romero-Moraleda, B., Coso, J. Del, Gutiérrez-Hellín, J., Ruiz-Moreno, C., Grgic, J., & Lara, B. (2019). The influence of the menstrual cycle on muscle strength and power performance. *Journal of Human Kinetics*, 68(1), 123–133.

<https://doi.org/10.2478/hukin-2019-0061>

Romero-Parra, N., Cupeiro, R., Alfaro-Magallanes, V. M., Rael, B., Rubio-Arias, J., Peinado, A. B., & Benito, P. J. (2021). Exercise-Induced Muscle Damage During the Menstrual Cycle: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 35(2), 549–561.

<https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003878>

Romero-parra, N., Barba-moreno, L., Rael, B., Alfaro-magallanes, V. M., Cupeiro, R., Díaz, Á. E., Calderón, F. J., & Peinado, A. B. (2020). Influence of the menstrual cycle on blood markers of muscle damage and inflammation following eccentric exercise. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *17*(5), 1–12. <https://doi.org/10.3390/ijerph17051618>

Sabblah, S., Dixon, D., & Bottoms, L. (2015). Sex differences on the acute effects of caffeine on maximal strength and muscular endurance. *Comparative Exercise Physiology*, *11*(2), 89–94. <https://doi.org/10.3920/CEP150010>

Simão, R., Maior, A. S., Nunes, A. P. L., Monteiro, L., & Chaves, C. P. G. (2007). Variações na força muscular de membros superiores e inferiores nas diferentes fases do ciclo menstrual. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, *15*(3), 47–52.

Smith, M. J., Adams, L. F., Schmidt, P. J., Rubinow, D. R., & Wassermann, E. M. (2002). Effects of ovarian hormones on human cortical excitability. *Annals of Neurology*, *51*(5), 599–603. <https://doi.org/10.1002/ana.10180>

Suchomel, T. J., Nimphius, S., & Stone, M. H. (2016). The Importance of Muscular Strength in Athletic Performance. *Sports Medicine*, *46*(10), 1419–1449. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0486-0>

Tenan, M. S., Hackney, A. C., & Griffin, L. (2016). Maximal force and tremor changes across the menstrual cycle. *European Journal of Applied Physiology*, *116*(1), 153–160. <https://doi.org/10.1007/s00421-015-3258-x>

Varshney, M. K., Yu, N. Y. L., Katayama, S., Li, X., Liu, T., Wu, W. F., Töhönen, V., Krjutškov, K., Kere, J., Fan, X., Inzunza, J., Gustafsson, J. Å., & Nalvarte, I. (2020). Motor Function Deficits in the Estrogen Receptor Beta Knockout Mouse: Role on Excitatory Neurotransmission and Myelination in the Motor Cortex. *Neuroendocrinology*, *111*(1–2), 27–44. <https://doi.org/10.1159/000506162>

Walton, C., Kalmar, J., & Cafarelli, E. (2003). Caffeine increases spinal excitability in humans. *Muscle and Nerve*, *28*(3), 359–364. <https://doi.org/10.1002/mus.10457>

Warren, G. L., Park, N. D., Maresca, R. D., McKibans, K. I., & Millard-Stafford, M. L. (2010). Effect of caffeine ingestion on muscular strength and endurance: A meta-analysis. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, *42*(7), 1375–1387. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181cabbd8>

Zbinden-Foncea, H., Rada, I., Gomez, J., Kokaly, M., Stellingwerff, T., Deldicque, L., & Peñailillo, L. (2018). Effects of caffeine on countermovement-jump performance variables in elite male volleyball players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, *13*(2), 145–150. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0705>

APÊNDICES

APÊNDICE A – Questionário de sintomas pré menstruais

Tabela de Abraham Modificada

Os sintomas citados abaixo são referentes à TPM. Classifique-os de acordo com a intensidade de cada um, durante sua TPM:

- (1) Sintoma ausente;
 (2) Sintoma leve, mas não interfere na rotina;
 (3) Sintoma moderado, interfere na rotina, mas não impede as atividades;
 (4) Sintoma intenso, precisa do uso de medicamentos e impede as atividades.

TPM – A: Referente à ansiedade:

- a) () TENSÃO NERVOSA
 b) () ALTERAÇÕES DE HUMOR
 c) () IRRITABILIDADE
 d) () ANSIEDADE

TPM – H: Referente à hiperhidratação:

- a) () AUMENTO DE PESO
 b) () INCHAÇO DAS EXTREMIDADES
 c) () MASTALGIA
 d) () INCHAÇO ABDOMINAL

TPM – C: Referente ao desejo por doces e intolerância:

- a) () CEFALÉIAS
 b) () DESEJO POR DOCES
 c) () AUMENTO DE APETITE
 d) () PALPITAÇÕES
 e) () CANSAÇO
 f) () TONTEIRAS E DESMAIOS

TPM – D: Referente à depressão:

- a) () DEPRESSÃO
 b) () ESQUECIMENTO
 c) () CHORO
 d) () FALTA DE INICIATIVA
 e) () INSÔNIA

Outros:

- a) () CÓLICA
 b) () ENJÔO/VÔMITO
 c) () DIMINUIÇÃO DA LIBIDO
 d) () ALGUM OUTRO NÃO CITADO
 ACIMA. QUAL? _____

APÊNDICE B – QUESTIONARIO DE CONSUMO DE CAFEÍNA



QUESTIONÁRIO DE CONSUMO DE CAFEÍNA

Por favor, preencha o questionário abaixo a respeito do seu uso frequente de cafeína. Forneça um valor aproximado de acordo com as porções estipuladas para cada grupo de alimentos/produtos.

NOME:

IDADE:

PESO:

ALIMENTOS/PRODUTOS	SEMANA		FINAL DE SEMANA	
	QUANTAS VEZES AO DIA	QUANTO DIA NA SEMANA	QUANTAS VEZES AO DIA	QUANTO DIA NA SEMANA
CAFÉ (porções de 200ml = 1 xícara)				
• Em pó				
• Orgânico				
• Espresso				
• Instantâneo				
• Descafeinado				
• Extra-Forte				
• Capuccino (copo pequeno)				
CHÁ (Porções 200ml = 1 xícara)				
• Chá verde				
• Chá preto				
• Chá mate				
CHOCOLATE (Barra)				
• Industrializado (branco)				
• Industrializado (ao leite)				
• Cacau 50%				
• Cacau 70%				
• Cacau 80%				
ACHOCOLATADO (porções de 240ml = 01 copo americano)				
• Chocolate Amargo				
• Chocolate ao leite				
• Chocolate Branco				

APÊNDICE C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da pesquisa: SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA COMO ESTRATÉGIA PARA ATENUAR O DECLÍNIO DE FORÇA NA FASE FOLICULAR DO CICLO MENSTRUAL

Pesquisador(es/as) ou outro (a) profissional responsável pela pesquisa, com Endereços e Telefones: Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva, Rua Dom Pedro I nº 100 ap. 501-B – 80620130, Curitiba, Paraná, 41 98503-5980.

Local de realização da pesquisa: A pesquisa será realizada no laboratório do Grupo de Pesquisa em Performance Humana da UTFPR (GPPH), situado no Departamento de Educação Física, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

Endereço, telefone do local: R. Pedro Gusso, 2671 - Cidade Industrial de Curitiba,
Curitiba - PR, 81020-430, Brasil. (41) 3057-2194.

A) INFORMAÇÕES AO PARTICIPANTE

1. Apresentação da pesquisa.

Eu, Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva, convido a senhora, praticante de musculação, a participar do estudo intitulado “**SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA COMO ESTRATÉGIA PARA ATENUAR O DECLÍNIO DE FORÇA NA FASE FOLICULAR DO CICLO MENSTRUAL**”. Nesta pesquisa, será mensurado a sua força muscular em duas fases do seu ciclo menstrual, chamadas fase folicular e fase lútea, e testado uma possível estratégia com a suplementação de cafeína para minimizar a perda de força na fase folicular. Sua participação é muito importante, pois poderá além de apresentar resultados para melhora do seu desempenho, contribuirá na evolução do conhecimento científico, auxiliando técnicos e atletas em seus treinamentos e competições.

2. Objetivos da pesquisa.

Investigar se a suplementação de cafeína atenua o declínio de força na fase folicular do ciclo menstrual.

3. Participação na pesquisa.

Caso você participe da pesquisa, você deverá comparecer sete vezes ao laboratório do Grupo de Pesquisa em Performance Humana, localizado na UTFPR, sede Neoville, Rua Pedro Gusso 2601, Cidade Industrial, Curitiba - PR, 81020-430. Os horários serão preferencialmente pela manhã e previamente acordados com você. Na primeira visita, você será submetida a uma avaliação física composta de medidas simples como peso corporal, estatura e algumas

dobras da sua pele (similar a avaliação feita em academia). Como essas medidas iremos estimar o seu percentual de gordura. Nessa visita você também realizará um teste de familiarização com os procedimentos do estudo, como agachamento em um aparelho chamado SMITH (o mesmo usado em academias para o exercício de agachamento) e saltos chamados de contra movimento, que nada mais é do que um meio agachamento com as mãos posicionadas na cintura, seguido por um salto o mais alto possível, ainda na primeira visita, você irá receber um registro alimentar. O registro deverá ser preenchido por você contendo informações referentes a sua ingestão de alimentos nas 24 horas anteriores a sua segunda visita. O seu padrão alimentar registrado deverá ser replicado nas 24 horas anteriores as demais visitas. Na segunda visita, você fará os testes descritos a seguir como um forma de estabilização da força para que não haja variação de força pelo efeito de aprendizagem. A terceira visita servirá de base para estabelecermos o peso que você irá realizar o teste de resistência de força nas próximas quatro visitas, contudo você realizará todos os outros testes que também serão comparados como base para as esperadas variações. Você deverá comparecer a essas três visitas quando estiver na fase lútea do seu ciclo menstrual. O pesquisador irá identificar e lhe informar quando você estiver nessa fase. . Nas próximas quatro visitas você realizará os testes experimentais. Dessas quatro visitas, duas serão realizadas na fase lútea e duas na fase folicular. O pesquisador irá identificar e lhe informar quando você estiver em cada uma dessas fases. Os testes que você realizará são: 1) teste de contração voluntária isométrica máxima, realizado no aparelho SMITH, com a barra fixada em uma angulação de 140°, impossibilitando que você consiga estender os joelhos. Você deverá exercer o máximo de força que puder contra a resistência da máquina durante 5 segundos, por três vezes; 2) teste de uma repetição máxima, que consiste em executar o movimento de agachamento no aparelho SMITH uma única vez com o maior peso possível; 3) teste de salto contra movimento, que nada mais é do que um meio agachamento com as mãos posicionadas na cintura, seguido por um salto o mais alto possível; 4) teste de resistência de força onde você deverá executar o maior número de repetições usando uma carga correspondente a 80% do seu máximo. Esse teste usará como referência o peso utilizado no teste de uma repetição máxima, a partir disso nós iremos calcular 80% desse peso, e então você irá realizar movimentos de agachamento no aparelho SMITH, até que não consiga mais executar o movimento da forma correta. Você irá ingerir nessas quatro visitas uma capsula contendo 5 mg por quilo de peso de cafeína ou celulose, esta última considerada um placebo, já que não é absorvido pelo organismo. De início você não terá conhecimento sobre qual substância será ingerida, no entanto, ao término da pesquisa, você receberá os resultados de todos os procedimentos. Esse procedimento é necessário para evitar que você se sinta conscientemente mais estimulado por estar recebendo um suplemento. Também será posicionado na pele sobre dois músculos (Vasto Lateral, Gastrocnêmio e Glúteo máximo) esse último você será instruída a colocar no vestiário para evitar constrangimentos, os

eletrodos citados serão colocados apenas do lado direito do seu corpo, eles se assemelham a um adesivo com cola de silicone, que é própria para fixação na pele. Esses eletrodos são descartáveis e repassam sinais elétricos emitidos pelos seus músculos a um equipamento chamado eletromiógrafo.

4. Confidencialidade.

Você terá segurança sobre sua identidade, dados pessoais e sobre todas as coletas, que serão utilizadas apenas e exclusivamente para os fins deste estudo e não serão revelados em qualquer hipótese. A posse das informações obtidas na pesquisa, durante toda a sua execução serão de inteira responsabilidade dos pesquisadores responsáveis pelo projeto.

5. Riscos e Benefícios.

5 a) Riscos

Participando do estudo você estará se expondo a poucas situações de risco, tendo em vista que você não passará por praticamente nenhum método considerado invasivo. No entanto, você poderá sentir desconfortos com os testes de força, como queda de pressão ou hipoglicemia (redução de glicemia no sangue). Caso isso venha a ocorrer, os pesquisadores estarão prontos a tomar as medidas de primeiros socorros básicos, como te colocar em posição deitada com as pernas para cima (em casos de queda de pressão), ou lhe disponibilizar açúcar para ingestão (em caso de hipoglicemia). Se necessário, você será acompanhado até a unidade de saúde mais próxima ao local da pesquisa. Tendo em vista os critérios de inclusão para participar da pesquisa, você precisará ter experiência previa com a modalidade; com isso esses riscos se tornam quase nulos. Com relação à suplementação da cafeína, você poderá sentir um pequeno desconforto gastrointestinal, e efeitos colaterais, como: nervosismo, irritabilidade, náuseas, diarreia e insônia. Para amenizar esses efeitos colaterais, os testes serão realizados no período manhã e os sintomas, se aparecerem, atenuados com ingestão de água (hidratação). Importante destacar que esses sintomas não são comuns e aparecem quando altas doses de cafeína são ingeridas, isto é, doses superiores a usada no presente estudo. Qualquer agravante você terá acompanhamento a unidade de saúde e poderá se retirar da pesquisa. para o posicionamento dos eletrodos se faz necessário a raspagem dos pelos da região onde os mesmos serão posicionados, que será feita com aparelho de barbear descartável. Existe, no entanto, a possibilidade de irritação na pele por conta da raspagem. Caso isso ocorra, uma pomada antialérgica será disponibilizada para atenuar a reação.

5 b) Benefícios

A sua participação contribuirá na evolução do conhecimento científico do sexo feminino no esporte, auxiliando técnicos e atletas em seus treinamentos e

competições. Você também estará colaborando para minimizar um dos efeitos colaterais observados no ciclo menstrual. Além disso, você receberá os dados da pesquisa como sua avaliação física, os resultados dos testes de força e o efeito da cafeína. Essas informações poderão auxiliar nos seus treinamentos..

6. Critérios de inclusão e exclusão.

6a) Inclusão

Você precisará para participar da pesquisa; 1) ter entre 19 e 30 anos 2) praticar musculação a no mínimo 6 meses 3) não fazer o uso de contraceptivo de base hormonal.

6b) Exclusão

Você não poderá participar caso: 1) apresente históricos de lesões musculoesqueléticas recentes (6 meses); 2) tenham qualquer tipo de intolerância a substância ministrada e/ou apresentem gastrite ou ulcera.

7. Direito de sair da pesquisa e a esclarecimentos durante o processo.

A participação no estudo é voluntária e você tem o direito de interrompê-la a qualquer momento sem quaisquer prejuízos.

Você pode assinalar o campo a seguir, para receber o resultado desta pesquisa, caso seja de seu interesse:

() Quero receber os resultados da pesquisa (e-mail para envio : _____)

() Não quero receber os resultados da pesquisa.

8. Ressarcimento e indenização.

Ressarcimento: Neste projeto de pesquisa não haverá qualquer tipo de ressarcimento ou ajuda financeira para atuar na pesquisa. Qualquer custo com deslocamentos aos locais de testes ou de treinamentos, ou outro gasto que você ou algum acompanhante seu tenha em função da pesquisa, serão de sua própria responsabilidade. Contudo, caso ocorra algum tipo de acidente, ou lesão durante qualquer atividade proposta pela pesquisa, você será encaminhado para a unidade de saúde mais próxima pelos responsáveis do estudo.

Indenização: Caso a você sintá-se lesado de alguma forma, por qualquer procedimento ou postura adotada por algum membro deste projeto, você terá o direito a recorrer às vias legais, nas esferas competentes, para requerer a devida reparação

ESCLARECIMENTOS SOBRE O COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA:

O Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos (CEP) é constituído por uma equipe de profissionais com formação multidisciplinar que está trabalhando para assegurar o respeito aos seus direitos como participante de

pesquisa. Ele tem por objetivo avaliar se a pesquisa foi planejada e se será executada de forma ética. Se você considerar que a pesquisa não está sendo realizada da forma como você foi informado ou que você está sendo prejudicado de alguma forma, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR). **Endereço:** Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Bairro Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** (41) 3310-4494, **e-mail:** coep@utfpr.edu.br.

B) CONSENTIMENTO

Eu declaro ter conhecimento das informações contidas neste documento e ter recebido respostas claras às minhas questões a propósito da minha participação direta (ou indireta) na pesquisa e, adicionalmente, declaro ter compreendido o objetivo, a natureza, os riscos e benefícios deste estudo.

Estou consciente que posso deixar o projeto a qualquer momento, sem nenhum prejuízo. Após reflexão e um tempo razoável, eu decidi, livre e voluntariamente, participar deste estudo.

Nome Completo:

RG: _____ Data _____ de

Nascimento: ___/___/____ Telefone: _____

Endereço:

CEP: _____ Cidade: _____ Estado:

_____ Data: ___/___/____

Assinatura

Eu declaro ter apresentado o estudo, explicado seus objetivos, natureza, riscos e benefícios e ter respondido da melhor forma possível às questões formuladas.

Nome completo:

_____ Data: ___/___/____

—

Assinatura pesquisador (a) (ou seu representante)

Para todas as questões relativas ao estudo ou para se retirar do mesmo, poderão se comunicar com Prof. Dr. Adriano Eduardo Lima da Silva, Rua Dom Pedro I nº 100 ap. 501-B – 80620130, Curitiba, Paraná, via e-mail: aesilva@utfpr.edu.br ou telefone: (41) 98503-5980.

Contato do Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos para denúncia, recurso ou reclamações do participante pesquisado:

Comitê de Ética em Pesquisa que envolve seres humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR)

Endereço: Av. Sete de Setembro, 3165, Bloco N, Térreo, Rebouças, CEP 80230-901, Curitiba-PR, **Telefone:** 3310-4494, **E-mail:** coep@utfpr.edu.br

APÊNDICE D – RECORDATORIO ALIMENTAR

REGISTRO ALIMENTAR (RA)

Nome: _____	Data: __/__/__
Dia da Semana: _____ Peso: _____ kg	

Refeição	Horário	Alimentos/ Preparação	Quantidade	Líquidos	Quantida de	Supleme ntos	Quantida de
Exempl o	07:00 h	Pão francês Margarina Queijo	2 unidades pequenas 1 ponta de faca (cheia) 2 fatias médias	Leite desnatado	1 copo de 200 ml	Creatina	300 ml
Café da manhã							
Lanche da manhã							
Almoço							
Lanche da tarde							
Jantar							
Lanche da noite							