

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Escola Superior de Educação Física**  
**Programa de Pós-Graduação em Educação Física**



Dissertação de Mestrado

***Efeito da suplementação de cafeína sobre o desempenho de  
força durante sessão de treino concorrente em homens  
treinados***

**Mírian Vaz Valério**

Pelotas, 2018

**Mírian Vaz Valério**

***Efeito da suplementação de cafeína sobre o desempenho de  
força durante sessão de treino concorrente em homens  
treinados***

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cristine Lima Alberton

Coorientador: Prof. Dr. Airton José Rombaldi

Pelotas, 2018

**Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas**  
**Catalogação na Publicação**

V135e Valério, Mirian Vaz

Efeito da suplementação de cafeína sobre o desempenho de força durante sessão de treino concorrente em homens treinados / Mirian Vaz Valério ; Cristine Lima Alberton, orientador ; Airton José Rombaldi, coorientador. — Pelotas, 2018.

130 f.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal de Pelotas, 2018.

I. Cafeína. 2. Desempenho. 3. Interferência aguda. I. Alberton, Cristine Lima, orient. II. Rombaldi, Airton José, coorient. III. Título.

CDD : 796

Elaborada por Daiane de Almeida Schramm CRB: 10/1881

**“É preciso força pra sonhar e perceber que a estrada  
vai além do que se vê”. (Los Hermanos)**

## **AGRADECIMENTOS**

Ufa!! Parece que chegou o término desse ciclo de tantos aprendizados e desafios, confesso que driblar a tríade de me sustentar, trabalhar com a tentativa de me tornar mestre não foi uma tarefa fácil, por horas desastrosas! E nessa etapa é imprescindível agradecer a todos que contribuíram para esse momento.

Primeiro de tudo, gratidão a Deus e a essa boa energia do universo por me guiar, me iluminar e me dar tranquilidade para seguir em frente a fim de que os desânimos não fossem maiores que a minha vontade de realizar.

Em segundo lugar gostaria de agrader a minha orientadora Cristine Alberton pela acolhida “dupla” como orientanda e por sempre exigir que eu fosse além do que eu esperava frente a minha pesquisa e atividades no decorrer do mestrado. Também gostaria de agradecê-la pelas orientações, correções e todo o suporte para que essa dissertação fosse concluída.

Aos queridos colegas do LabNeuro, obrigada pelas contribuições, pelas dicas e pelo ombro amigo nos momentos mais críticos, Gabi David e Dudu Frio, obrigada por terem me apresentado a essa família LabNeuro. Stephanie Santana, tuas palavras de conforto foram fundamentais para que eu respirasse e seguisse com a minha caminhada mais confiante. Luana Siqueira- Lulu, Schaum, Gabi David e Leo obrigada pelo trabalho e pelo apoio nos dias de coletas, sem vocês esse trabalho não teria continuidade.

Professor Airton e Rafael Orcy obrigada pelas conversas, incentivo e contribuições que enriqueceram tão bem esse trabalho.

A Rozane e o Professor Fábio pela excelente contribuição nas análises de cafeína junto ao LACEM. Agradeço também ao Diogo, da farmácia CuraVida em Rio Grande, por me fornecer as cápsulas de cafeína, dando suporte para essa pesquisa.

Obrigada as membras da banca Elizabete Helbig e Stephanie Pinto pelas contribuições e considerações de vocês foram e serão de suma importância para finalização desse trabalho.

Agradeço também a cada um que compôs a amostra desse estudo. Sem vocês não teria sido possível! Obrigada pela dedicação, compreensão e cuidados perante aos protocolos da pesquisa.

Aos meus amigos, obrigada por entenderem a minha ausência e gratidão pelo colo, pelo apoio incondicional durante os momentos de turbulências, pelas conversas, as risadas que me renovaram as energias e me reabasteceram para que eu continuasse firme com meu propósito. Lidi, Silvia, Dê, Camis, Cíntia... amo vocês!

Mãe... o que falar de ti, fosse a peça fundamental para o meu alicerce, gratidão a essa linda energia que te cerca e pelo teu amor e carinho incondicional para me ver sempre bem, sei que se não estivesse do meu lado tudo teria sido muito mais difícil, obrigada, te amo!! Ao meu pai querido sempre mimoso e preocupado, gratidão!

Aos meus pacientes queridos e as gurias do Fit Lounge, muito obrigada pela parceria, amizade e por todas as conversas.

E por fim gratidão a ciência da nutrição que me impulsiona, alimenta e nutri em mim essa vontade de sonhar e realizar todos os os dias!

## **RESUMO**

VALERIO, Mírian Vaz. **Efeito da suplementação de cafeína sobre o desempenho de força durante sessão de treino concorrente em homens treinados** 2018. 130f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

Atletas ou praticantes de exercício físicos recorrem à recursos ergogênicos na tentativa de melhores respostas no desempenho. Com relação ao treinamento concorrente e seus efeitos de interferência sobre a força, a suplementação de cafeína surge como alternativa para reduzir esses efeitos agudos no desempenho de força. O objetivo do estudo foi verificar o efeito da suplementação de cafeína sobre o desempenho de força e índice de esforço percebido (IEP) durante sessão de treino de força isolado (TF) e treino concorrente (TC). Para isso, 14 homens treinados em força participaram de seis situações experimentais: controle (CONT), placebo (PLA) e cafeína (CAF) administrados previamente às sessões de TF e TC, realizado na ordem aeróbio-força. Nas situações PLA e CAF, os participantes ingeriram cápsulas contendo placebo ou cafeína ( $6 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Foram mensurados o desempenho de força, por meio do número de repetições máximas realizadas no exercício agachamento por séries e por sessão, assim como o IEP da sessão de treino. ANOVA de dois fatores com medidas repetidas foi usada para a análise de dados ( $\alpha=0,05$ ). Observou-se que a realização do TC resultou em menor número de repetições comparado ao TF em todas as situações ( $p<0,001$ ). Os efeitos da suplementação de cafeína foram observados no número total de repetições do exercício agachamento ( $p=0,027$ ), sendo os valores da situação CAF significativamente maiores que a situação CONT. Adicionalmente a cafeína não foi capaz de minimizar o efeito de interferência sobre desempenho de força no TC, já que a interação entre treino e suplementação não foi significativa para o número de repetições totais ( $p >0,05$ ). Com relação ao IEP, houve efeito significativo do treino ( $p<0,001$ ), com maiores valores para TC em comparação a TF, sem efeito significativo da suplementação ( $p=0,903$ ). Portanto, a suplementação de cafeína pode ser alternativa interessante de forma aguda nas sessões de TC, uma vez que proporciona maior volume de repetições no desempenho de força sem aumentar o IEP.

**Palavras-Chave:** cafeína; desempenho; interferência aguda.

## **ABSTRACT**

VALERIO, Mírian Vaz. **Effect of caffeine supplementation on strength performance during concurrent training session in trained men.** 2018. 130f. Dissertation (Mestrado em Desempenho e Metabolismo Humano) - Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

Athletes or physical exercise practitioners look for ergogenic resources in an attempt to achieve better performance responses. Regarding concurrent training and its interference effects on strength, caffeine supplementation appears as an alternative to reduce these acute effects on strength performance. The objective of the study was to verify the caffeine supplementation effects on strength performance and rating of perceived exertion (RPE) during isolated strength training (ST) and concurrent training (CT) sessions. For this, 14 strength trained men participated in six experimental situations: control (CONT), placebo (PLA) and caffeine (CAF) administered prior to the ST and CT (performed in the aerobic-strength order) sessions. In the PLA and CAF situations, the participants ingested capsules containing placebo or caffeine ( $6 \text{ mg.kg}^{-1}$ ). Strength performance was measured by means of the number of maximum repetitions performed in the squat exercise per series and per session, as well as the RPE of the training session was also measured. Repeated-measures two-way ANOVA was used for data analyses ( $\alpha = 0.05$ ). It was observed that the CT resulted in a lower number of repetitions compared to the ST at all situations ( $p < 0.001$ ). The effects of caffeine supplementation were observed in the total number of repetitions of the squat exercise ( $p = 0.027$ ), with the CAF situation eliciting significantly higher values than the CONT situation. In addition, the caffeine was not able to minimize the effect of interference on strength performance during CT, since the interaction between training and supplementation was not significant for the total number of repetitions ( $p > 0.05$ ). Regarding the RPE, there was a significant effect of training ( $p < 0.001$ ), with higher values for CT compared to ST, with no significant effect of supplementation ( $p = 0.903$ ). Therefore, caffeine supplementation may be acutely an interesting alternative in the CT sessions, since it provides a higher volume of repetitions in the strength performance without increasing the RPE.

**KeyWords:** caffeine; performance; acute interference

## SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO GERAL.....	10
PROJETO DE PESQUISA.....	11
Introdução.....	12
Materiais e Métodos.....	52
Orçamento.....	64
Cronograma.....	65
RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO.....	81
Introdução.....	82
Coleta de Dados.....	82
Perdas e Recusas.....	83
ARTIGO.....	84
ANEXO I.....	115
ANEXO II.....	116
ANEXO III.....	117
ANEXO IV.....	120
ANEXO V.....	122
ANEXO VI.....	123
ANEXO VII.....	125
ANEXO VIII.....	128

## **Apresentação Geral**

Esta dissertação de mestrado atende ao regimento do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas. Em seu volume, como um todo, é composto de três partes principais:

1. PROJETO DE PESQUISA: “Efeito da suplementação de cafeína sobre o desempenho de força durante sessão de treino concorrente em homens treinados”, qualificado dia 18 de outubro de 2016, com alterações e correções acatadas, propostas pela banca composta por Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elizabete Helbig e Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Stephanie Santana Pinto.
2. RELATÓRIO DO TRABALHO DE CAMPO: detalhamento das atividades desenvolvidas durante a coleta de dados.
3. ARTIGO: “Efeito da suplementação de cafeína sobre o desempenho de força durante sessão de treino concorrente em homens treinados”, de acordo com as normas da revista *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*.

## *Projeto de pesquisa*

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, muitos atletas e praticantes de exercícios físicos recorrem a recursos ergogênicos na tentativa de obter melhores respostas no desempenho esportivo ou até mesmo no seu padrão estético (SILVA et al., 2014; BASSINI-CAMERON et al., 2007; JERONIMO et al., 2017). Paralelamente a isso, diversos indivíduos fisicamente ativos, procuram estímulos que modifiquem o seu atual cenário de desânimo frente aos resultados e programas de treinamento (TREXLER et al., 2015). Dentro desses suportes, a suplementação de cafeína surge como alternativa para redução da percepção de fadiga muscular (COSO et al., 2011), com intuito de atuar como antagonista da adenosina, neurotransmissor que age inibindo a expressão de dopamina no sistema nervoso central (ASTORINO et al., 2011). Dessa forma, ela contribui para a diminuição da percepção do esforço e eleva a mobilização de cálcio pelo retículo sarcoplasmático, o que potencializa a contração muscular (SINCLAIR e GEIGER, 2000) e, consequentemente, mantém maior tempo e qualidade na performance do exercício (ALTIMARI et al., 2001), fornecendo assim aos atletas uma vantagem competitiva (JERONIMO et al., 2017).

Nesse sentido, sua ação ergogênica já é observada com doses entre 3 a 9 mg.Kg<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> e, de forma geral não há maiores acréscimos no desempenho quando utilizada em quantidades superiores (BRAGA; ALVES, 2000; YEO et al., 2005). A Agência mundial antidopagem (*World Anti-doping Agency - WADA*), (*World Anti-doping Agency*) considera como doping concentrações de cafeína acima de 12 µg.mL<sup>-1</sup> na urina, o que equivale a uma ingestão aproximada de 9 mg.kg<sup>-1</sup> de cafeína, correspondente ao consumo de 5 a 6 xícaras (150 ml) regulares de café instantâneo (marca brasileira) por um indivíduo de 70 kg. Tal concentração contribui para o aparecimento de efeitos colaterais como insônia, irritabilidade, ansiedade, náuseas, desconforto gastrointestinal, arritmias cardíacas e/ou diurese (LOPES, 2015), que podem vir a prejudicar a performance do esportista (ANNUNCIATO et al., 2009).

A cafeína é rapidamente absorvida pelo trato gastrointestinal (SANTOS et al., 2014), atingindo o seu pico de ação após 30-120 minutos de ingestão e com

meia vida aproximada entre 5-6 horas (SMITH,2002). Durante o exercício físico, ela atua otimizando a oxidação lipídica, aumentando as taxas de ácidos graxos livres, fato que pode determinar a economia de glicogênio muscular e permitir o aumento no tempo de prática de exercício físico (GOSTON, 2009). No que se refere à prescrição do treinamento, para otimizar o desempenho esportivo e condicionamento físico, a cafeína contribui para alterações no sistema nervoso central, gerando menor percepção frente ao esforço, elevação do estado de alerta e proporcionando maior estímulo na contração muscular (COX et al., 2002).

A magnitude desses efeitos varia de acordo com o nível de treinamento, já que tanto nos exercícios de força quanto aeróbio o uso do ergogênico oferece respostas positivas na melhora da performance e das rotinas diárias (MILOSKI et al., 2016). Com relação ao desempenho aeróbio, estudos demonstram de forma consensual efeito positivo da suplementação de cafeína sobre desfechos aeróbios e índice de esforço percebido (IEP) (AZEVEDO et al., 2004; POTGIETER et al., 2018; GONÇALVES et al., 2017; PATON et al., 2014; SMIRMAUL et al., 2017; GLAISTER e GISSANE, 2018). Entre esses estudos, Smirmaul et al. (2017) verificaram o efeito de  $4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de massa corporal de cafeína sobre desempenho, fadiga neuromuscular e percepção do esforço durante o exercício de ciclismo de alta intensidade, em que a cafeína foi capaz de melhorar significativamente o tempo até a exaustão em 12%, com declínio da percepção de esforço em comparação a situação placebo.

Com relação ao desempenho de força, autores revelaram resultados positivos da suplementação de cafeína em relação ao aumento no número de repetições realizadas em comparação à condição placebo (GREEN et al.,2007; GRGIC e MIKULIC, 2017; SOUZA et al., 2018; ASTLEY et al., 2018; FETT et al., 2018). Astorino et al. (2011) investigaram os efeitos da ingestão aguda de cafeína ( $6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de massa corporal) em homens treinados em força durante quatro séries, com carga correspondente a 70-80% de uma repetição máxima (1RM), nos exercícios supino, *leg press*, remada bilateral e desenvolvimento de ombros. Os autores observaram efeito positivo da suplementação de cafeína sobre o número de repetições realizadas até a exaustão no exercício *leg press*,

sem influência positiva sobre o desempenho físico nos exercícios de membros superiores, comparado ao grupo placebo.

Outros estudos realizados sem a suplementação de cafeína demonstram que essas atividades realizadas de forma combinada na mesma sessão, o qual podemos chamar de treinamento concorrente (TC), poderiam repercutir em um prejuízo no desempenho de força quando esse é realizado após o exercício aeróbio comparado ao treino de força isolado (CADORE et al., 2010; MCCARTHY et al., 2002). Esses efeitos de interferência são presentes tanto de forma aguda (LEMOS et al., 2007; DE SOUZA et al., 2007; COFFEY e HAWLEY, 2017; JONES et al., 2017; UM SABAG et al., 2018), quanto de modo crônico (TANAKA; SWENSEN, 1998; WILSON et al., 2012; BEATTIE et al., 2017; MURLASITS et al., 2017). Evidências na interferência aguda demonstram que o treino de força é prejudicado pelo volume do treino ser reduzido decorrente da fadiga residual gerada no treinamento aeróbio realizando previamente, o que afeta os ganhos de força, considerando que o volume é uma variável determinante na força (DOCHERTY E SPORER, 2010). Dessa forma, a suplementação de cafeína poderia ser uma alternativa para otimizar e reduzir os efeitos agudos de interferência no desempenho de força durante as sessões de TC.

Além disso, à cafeína vem sendo atribuída as capacidades de economizar glicogênio e ativar a lipólise (ANNUNCIATO et al., 2009) por estimular a liberação de adrenalina, que age como antagonista dos receptores adeninos nos adipócitos, ativando a lipase hormônio sensível (GARRET; KIRKENDALL, 2003). Esse fator promove a lipólise e a liberação de ácidos graxos livres na circulação, posteriormente utilizados como fonte de energia. Estudos verificaram que a taxa metabólica basal aumentou significativamente durante as três horas após a ingestão de cafeína ( $8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de massa corporal) e os níveis de ácidos graxos livres no plasma subiram acompanhados por aumentos significativos na oxidação de gordura durante a última hora do teste realizado na condição de repouso (ACHESON et al., 2004 e ACHESON et al. 1980).

Apesar da maior parte das pesquisas sobre o efeito da suplementação nutricional de cafeína, tendo como desfechos o desempenho esportivo e o condicionamento físico demonstrarem resultados positivos em indivíduos ativos

e não treinados (SILVEIRA et al.; 2004; BARBOSA et al., 2008; ROBERTS et al., 2010; MACHADO et al., 2010), ainda são escassos os estudos sobre a magnitude e suas possíveis diferenças na aplicação nutricional da cafeína perante ao desempenho de força (GRGIC e MIKULIC, 2017) e consumo de oxigênio excessivo pós-exercício (EPOC) durante TC. Grande parte dos achados verificaram o efeito da cafeína especificamente sobre o treinamento aeróbio (FOSKETT et al., 2009; IMAGAWA et al., 2009) e demonstram resultados contraditórios sobre o desempenho de força, provavelmente decorrentes de falhas metodológicas aplicadas, como falta de controle alimentar e nível de treinamento entre os sujeitos, comparados a intervenções com grupo placebo versus suplementação de cafeína (ASTORINO et al., 2011). Portanto, se faz necessário verificar o efeito da suplementação de cafeína, como recurso ergogênico, e seus efeitos sobre o desempenho de força quando realizado após treino aeróbio em homens treinados.

### **1.1. Objetivo geral**

O presente estudo tem como objetivo avaliar e comparar os efeitos da suplementação de cafeína sobre o desempenho de força após sessão de treino de força isolado e treino concorrente na ordem aeróbio-força em homens treinados.

#### **1.1.1. Objetivo específico**

- a)** Investigar e comparar os efeitos da suplementação de cafeína versus controle e placebo sobre o número de repetições máximas no exercício de agachamento entre sessões de treino concorrente e de força isolado em homens treinados.
- b)** Investigar e comparar os efeitos da suplementação de cafeína versus controle e placebo sobre o consumo de oxigênio excessivo pós-exercício entre sessões de treino concorrente e de força isolado em homens treinados.

c) Investigar e comparar os efeitos da suplementação de cafeína versus controle e placebo sobre o índice de percepção do esforço de sessões de treino concorrente e de força isolado em homens treinados.

## 1.2. Hipótese

H1: Os indivíduos suplementados em cafeína apresentarão maior número de repetições máximas na sessão de treino concorrente comparado às situações controle e placebo, assim como menor redução no desempenho em comparação às mesmas situações de suplementação na sessão de treino de força isolado.

H2: Os indivíduos suplementados em cafeína apresentarão maior consumo de oxigênio excessivo pós-exercício na sessão de treino concorrente comparado às situações controle e placebo, assim como em comparação às mesmas situações de suplementação na sessão de treino de força isolado.

H3: Os indivíduos suplementados com cafeína apresentarão menor índice de percepção de esforço durante as sessões comparados a situação placebo, sendo essa inferior a situação controle.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Suplementação de cafeína

Os suplementos alimentares, amplamente utilizados no mundo esportivo (MAUGHAN, 1999), são consumidos com diferentes finalidades, contribuindo no aporte de macro e micronutrientes, na melhora das condições clínicas e na performance e condicionamento físico (CUNHA, 2012). Reconhecidos pelos seus efeitos ergogênicos, o termo derivado do grego “ergon” (trabalho) e “gennan” (produzir) tem como intuito melhorar ou potencializar o desempenho esportivo, eliminar sinais de cansaço, fadiga física e mental, assim como intensificar a performance (NOGUEIRA, VALENTIM e SILVA, 2011).

Dentro dessa lógica, a falta de informações e a crença de que suplementos alimentares favorecem o perfil estético e a performance esportiva, fortalecem o interesse e o consumo indiscriminado dos suplementos nutricionais (GOSTON, 2011), apesar das Diretrizes da Sociedade Brasileira de Medicina no Esporte (2009) salientar que indivíduos fisicamente ativos que realizam exercícios físicos para promoção da saúde, lazer ou estética não necessitam de nutrientes extras, além daqueles já obtidos por meio da alimentação saudável e equilibrada. No entanto, a alimentação tradicional não comporta as exigências nutricionais de atletas, que em sua maioria necessitam de elevado aporte nutricional, decorrentes da alta demanda energética e fisiológica as quais são submetidos (BURKE, 2006).

Anexo a esse contexto, destaca-se a cafeína, que está entre as substâncias ergogênicas mais antigas e consumidas no mundo (HECKMAN et al., 2010). Os primeiros relatos sobre o seu consumo datam da época paleolítica, na forma de plantas, sendo ingeridas como bebidas (PAULA FILHO e RODRIGUES, 1985). No meio esportivo, a cafeína se tornou popular na metade do século XIX, em provas de corrida, como forma de estimular o atleta a completar as árduas provas de distâncias prolongadas (SANTOS, 2013). A partir daí essa substância passou a ser proibida pela *World Anti-Doping Agency* (WADA), até o final de 2003. Atualmente, a cafeína participa do programa de

monitoramento, sendo que a WADA considera doping doses superiores a 9 mg.kg<sup>-1</sup> de massa corporal.

A cafeína é uma substância lipossolúvel; quimicamente é uma trimetilxantina- 1,3,7; pertencente ao grupo das xantinas, utilizadas como função farmacêutica e terapêutica (GOLDSTEIN et al., 2010). Está amplamente presente na dieta usual da população, contida em diversos alimentos, bebidas e medicamentos (LOPES, 2015). Estudo de BARONE e ROBERTS (1996) apontou maior consumo de cafeína, predominantemente associado ao café, na região da Dinamarca, com média de 7 mg.kg<sup>-1</sup> de massa corporal por dia (SMIRMAUL, 2013). No Brasil, de acordo com a Associação Brasileira da Indústria do café (2010), o consumo de café vem crescendo anualmente entre adolescentes e adultos, sendo que nove a cada dez brasileiros consomem café diariamente, o que a torna a segunda bebida mais consumida no Brasil, depois apenas da água, correspondendo a 95 e 98% da ingestão, respectivamente. Popularmente conhecida por ser uma substância psicoestimulante, a cafeína pode modificar o estado de alerta, melhorar a vigilância, cognição, tempo de reação e pode ser capaz de retardar a fadiga, alterar o estado de ansiedade, memória e sono (SMITH, 2002). Embora a inicialização do consumo não esteja associada a essas questões, e sim por hábito familiar, aroma ou sabor, outras dinâmicas provocadas pela bebida, como melhora do humor e concentração, são atribuídas à permanência do hábito do consumo de café.

Após a ingestão da cafeína, ela é rapidamente absorvida no trato gastrointestinal, em torno de 30 a 45 min, e sua meia vida gira em torno de cinco a seis horas (SMITH, 2002). Grande parte do metabolismo ocorre pelo fígado, embora outros tecidos participem de forma indireta, como os rins e o cérebro (SINCLAIR; GEIGER, 2000). O pico de concentração da cafeína na corrente sanguínea pode ser observado num tempo médio de 60 min sendo seu transporte feito pela corrente sanguínea e a excreção pela urina (GRAHAM, 2001).

No ambiente esportivo, a cafeína é normalmente utilizada de forma aguda, previamente a prática de exercícios, objetivando retardar a fadiga e otimizar o desempenho (TURLEY et al., 2015). As respostas fisiológicas sobre o desempenho, derivadas do consumo e da suplementação recebem influências

de vários aspectos como a intensidade e duração do treinamento, nível de *performance*, quantidade, hábito de consumo e tempo de oferta da substância (LOPES, 2015). Pesquisas indicam que a cafeína age na percepção de esforço e em parâmetros cardiorrespiratórios e neuromusculares a níveis periféricos e centrais (TARNOPOLSKY, 2008; KALMAR, 2005).

Entre as hipóteses consideradas sobre o efeito ergogênico da cafeína destacam-se:

a) *Economia de glicogênio*: desencadeada através do aumento da mobilização de ácidos graxos livres (SANTOS, 2013), por meio das xantinas, atuando na estimulação da adrenalina pela suprarrenal ou diretamente sobre os tecidos adiposos vasculares e periféricos (HULSTON; JEUKENDRUP 2008), o que acarreta na economia do substrato, e por consequência, melhora do desempenho (SMIRMAUL, 2013). A ação do exercício físico com a ingestão de cafeína pode potencializar ainda mais a produção de adrenalina e a estimulação da lipólise no tecido adiposo (BRAGA; ALVES, 2000), sugerindo que a cafeína pode apresentar potencial efeito ergogênico, auxiliando na ação de emagrecimento.

b) *Alteração da percepção subjetiva de esforço*: Sua ação sobre o Sistema Nervoso Central (SNC) pode alterar a percepção subjetiva de esforço, através da propagação dos sinais neurais, agindo sobre os sítios dos receptores de adenosina, contribuindo para a ação periférica no músculo esquelético auxiliando na contração muscular, protelando a fadiga ao bloquear os receptores de adenosina (GOLDSTEIN et al., 2010). A ação da cafeína também pode ser justificada pela capacidade de atravessar a barreira hematoencefálica, membranas de nervos e células musculares, desencadeando efeito metabólico e alterando o processo de excitação e contração muscular (SANTOS, 2013). Greenberg et al. (2006) referem que esses efeitos da cafeína na contração muscular estariam relacionados com a atividade das bombas de sódio e potássio, concentração intramuscular de íons cálcio no retículo sarcoplasmático durante exercício físico e níveis aumentados de adenosina monofosfato cíclico (AMPc). O AMPc parece agir de forma mais intensa nas fibras musculares do tipo I, visto que essas fibras de contração lenta são mais sensíveis à ação da

cafeína do que as fibras musculares de contração rápida (tipo II) (ALTIMARI et al., 2000).

c) *Redução da percepção de dor frente ao exercício:* A diminuição da dor relacionada ao treinamento repercute na melhora do desempenho por influenciar o recrutamento motor (GLIOTTONI; MOTL, 2008), tendo em vista que os indivíduos podem recrutar mais unidades motoras (SMIRMAUL, 2013). Esse efeito pode estar ligado a ação hipoanalgésica da cafeína, ao bloquear os receptores de adenosina, capazes de reduzir as percepções de dor durante o exercício, permitindo a realização de um maior volume de trabalho (PEREIRA et al., 2012). Outra razão a ser considerada diz respeito a ação da cafeína ocorrer tanto a nível periférico, nos músculos, quanto sobre o sistema nervoso central, já que a cafeína ultrapassa a barreira sangue-cérebro, onde estão presentes os receptores de adenosina e as concentrações plasmáticas de epinefrina e β-endorfinas, as quais quando estimuladas pelo consumo de cafeína, promovem a euforia, contribuindo na redução percepção de dor e melhora no desempenho em geral (COSTA, 2006).

Por fim, o consumo de altas concentrações de cafeína ( $> 9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de massa corporal), além de não demonstrar melhores respostas no desempenho (BRAGA; ALVES, 2000; YEO et al, 2005), pode provocar efeitos ergolíticos, como induzir a insônia, nervosismo, irritabilidade, ansiedade, náuseas, desconforto gastrintestinal, taquicardia, agitação psicomotora e tremores.

## **2.2. Efeito da suplementação de cafeína no desempenho físico**

Várias hipóteses têm sido apresentadas na literatura a fim de explicar os mecanismos de ação da cafeína responsáveis pelo efeito ergogênico sobre diversas variáveis no desempenho esportivo (HULSTON; JEUKENDRUP 2008; SMIRMAUL, 2013). A maior parte dos achados demonstrou resultados positivos perante a suplementação de cafeína, porém é importante considerar o seu uso habitual, bem como o consumo alimentar do indivíduo, fatores que podem influenciar na resposta da suplementação sobre o exercício físico (LOPES, 2015; (KIM, PARK e LIM, 2016; ALTIMARI et al., 2005; COX et al., 2002). Portanto,

identificar a magnitude sobre o consumo energético e a fadiga muscular no desempenho pode auxiliar na viabilidade da prescrição de cafeína antes da prática esportiva, considerando o objetivo desse estudo.

### **2.2.1. Efeito da suplementação de cafeína no desempenho aeróbio**

Estudos têm comprovado a eficácia da utilização de cafeína nos exercícios aeróbios, principalmente em testes mais longos e de maior esforço (SMIRMAUL, 2013; SILVA et al., 2014, SANTOS et al., 2014, Cardoso et al., 2013). A suplementação da cafeína pode proporcionar aumento significativo sobre o tempo de desempenho, bem como elevação da concentração plasmática de adrenalina (GRAHAM; SPRIET, 1995). Esses mecanismos, defendidos para explicar o fato da cafeína elevar o desempenho em exercícios de longa duração, também estão associados aos estímulos no sistema nervoso central e sinais neuromusculares (COX et al., 2002), além de um catabolismo maior de triglicerídeos e diminuição da glicogenólise muscular (ALTIMARI et al., 2005). A cafeína é capaz de estimular a lipólise através do aumento de liberação de catecolaminas e a oxidação dos ácidos graxos livres, poupano reservas de carboidratos, e consequentemente, ocasionando um estímulo durante o exercício. Tal fato pode ser de grande valia durante os exercícios intensos, uma vez que baixos níveis de glicogênio contribuem diretamente no mecanismo de fadiga muscular (SILVEIRA et al., 2004).

Conforme SAUNDERS et al. (2017), a suplementação com  $6\text{mg}.\text{kg}^{-1}$  de massa corporal de cafeína e a intervenção placebo, ofertados uma hora antes da atividade física, ocasionaram melhora no desempenho de potência (+ 6,5% e +4,8) no exercício de ciclismo quando comparados com a intervenção sem suplementação realizada com ciclistas treinados na modalidade, submetidos a um tempo total de trabalho de 30 min.

O estudo de COX et al. (2002) investigou os efeitos da suplementação de cafeína sobre o desempenho no cicloergômetro em intensidade de 70% do  $\text{VO}_{2\text{max}}$  por 120 min com homens treinados. Os autores utilizaram doses de  $6\text{mg}.\text{kg}^{-1}$  de massa corporal de cafeína com 60-90 min de antecedência ou durante o teste em cicloergômetro, oferecidos de forma duplo-cego na

intervenção e seguindo exclusão de cafeína nas 48h prévias aos procedimentos de exercício. Os autores mostraram melhora significativa no desempenho de tempo contrarrelógio, além de menor percepção subjetiva do esforço, medida através da Escala de Borg, independente do momento de ingestão da cafeína (60-90 min de antecedência ou durante o percurso) comparado aos grupos suplementados com carboidrato e placebo.

O mesmo efeito no desempenho foi demonstrado por Conway et al. (2003), ao comparar os efeitos de uma dose única e dividida da cafeína sobre o desempenho e sobre as concentrações de cafeína no plasma e na urina após o exercício. Homens ciclistas e triatletas pedalaram por 90 min a 68% do  $\text{VO}_{2\text{max}}$ , seguido por um contrarrelógio a 80% do  $\text{VO}_{2\text{max}}$  durante 30 minutos, com três grupos randomizados: placebo 60 min antes e após 45 min em exercício; dose única de cafeína ( $6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de massa corporal) 60 min antes e 45 min em exercício; e dose dividida de cafeína ( $3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de massa corporal) 60 min antes e 45 min em exercício. O tempo de desempenho durante os protocolos não foi alterado com a forma de ingestão de cafeína, mas foi mais rápido em comparação ao placebo. No entanto, ao dividir a dose de cafeína a concentração urinária foi menor no pós-exercício comparado ao grupo que consumiu a mesma dose de forma concentrada.

Achados semelhantes foram observados por Lee et al. (2011), ao investigar os efeitos da ingestão de cafeína sobre o desempenho de um exercício intermitente em cicloergômetro com diferentes intervalos de descanso. Doze homens com experiência em ciclismo, foram suplementados com creatina nos cinco dias prévios, consumiram  $6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de massa corporal de cafeína ou placebo 60 min antecedentes ao esforço. Cada combinação de exercícios foi constituída por 3 *sprints* intermitente com alta intensidade de 6 a 10 s com 60 s de intervalo entre eles. Medidas de lactato sanguíneo foram coletadas no início e imediatamente após a conclusão dos *sprints*. Os autores observaram maior potência de pico naqueles suplementados com creatina e cafeína em comparação ao grupo controle (sem uso de suplementos), considerando que a aqueles sujeitos que consumiram cafeína com creatina apresentaram maior pico de potência em relação ao grupo que ingeriu somente a creatina. Quanto a percepção subjetiva do esforço, não foi observada diferença significativa entre

os três ensaios. Portanto a suplementação de creatina associada a cafeína é capaz de aumentar o desempenho entre os *sprints* de alta intensidade.

Bridge e Jones (2006) identificaram que a dose de 3 mg.kg<sup>-1</sup> de massa corporal de cafeína determinou um importante aumento na concentração do lactato no sangue após corrida de 8 km associada a melhorias significativas sobre o tempo contrarrelógio, comparado ao grupo placebo, em um delineamento duplo cego randomizado. Em contrapartida, o estudo realizado por Mohr et al. (2011), que avaliou o efeito da suplementação de cafeína sobre o desempenho em exercícios intermitentes de alta intensidade, demonstrou que a cafeína reduz o potássio (K+) intersticial muscular durante exercício intenso. Esse fator proporciona redução da fadiga gerando significativo aumento na performance, demonstrando que a elevação de lactato, provocada pela suplementação de cafeína em doses 6 mg.kg<sup>-1</sup> de massa corporal, não interfere no desempenho do exercício intermitente de alta intensidade progressiva, realizado em testes com o Yo-yo recovery test (nível um e dois), comparados às condições placebo.

Outro estudo, explorou os efeitos da cafeína no ciclismo sobre o desempenho de tempo em 10 km em usuários habituais da cafeína (160-168 mg.dia<sup>-1</sup>). Homens recreacionalmente treinados pedalaram por 30 min a 65% do VO<sub>2max</sub>, por 10 km após a ingestão de 4 mg.kg<sup>-1</sup> de massa corporal de cafeína ou placebo. A cafeína demonstrou melhorar significativamente o desempenho (redução do tempo) comparado ao placebo, mostrando não haver influência do consumo habitual de cafeína na melhora do desempenho (PAULSON, et al., 2016). O benefício da cafeína pode ser atribuído ao aumento de potência durante os primeiros e últimos 2 km e à baixa percepção de esforço (PAULSON et al., 2016).

Em uma recente meta-análise, realizada por Sulk et al. (2018), os efeitos ergogênicos da cafeína foram investigados sobre o desempenho de tempo em testes de *endurance*, na qual foram incluídos estudos randomizados controlados por intervenção placebo versus doses de 3-6 mg.kg<sup>-1</sup> de massa corporal de cafeína. Os autores notaram melhora geral no desempenho de potência média ( $3,03 \pm 3,07\%$ ) e no tempo de conclusão do teste ( $2,22 \pm 2,59\%$ ) após a suplementação. No entanto, diferentes efeitos sobre a ingestão de cafeína foram mostrados, em dois estudos, relatando um desempenho mais lento sobre o

tempo contra-reléogio do trajeto definido para em cinco estudos relataram menor potência média durante o tempo contra-relógio. Os autores destacam que esses resultados podem ter sido desencadeados pelos efeitos adversos da cafeína, como aumento do ritmo cardíaco (SULK et al., 2018).

Já no estudo de Cruz et al. (2015), também realizado com ciclistas pedalando a 70% do  $\text{VO}_{2\text{max}}$  até a exaustão, as respostas positivas da cafeína foram relacionadas com o aumento de potência, medidos pela carga de trabalho, acompanhada por uma diminuição do esforço percebido com doses de  $6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de massa corporal de cafeína comparados a intervenção placebo. O consumo de oxigênio ( $\text{VO}_2$ ), produção de dióxido de carbono ( $\text{VCO}_2$ ), frequência respiratória e frequência cardíaca sugeriram que a economia de carboidrato causada pode aumentar a oxidação de gordura e, consequentemente, determinar melhor resposta no desempenho àqueles sujeitos suplementados com cafeína. No entanto, diferente do estudo de Paulson et al. (2016), a amostra não realizou controle nutricional, constituindo uma limitação do estudo, fundamental para investigar os efeitos da ingestão de cafeína sobre o metabolismo humano (CRUZ et al., 2015).

Outro importante fator observado por Bruce et al. (2000), ao comparar diferentes doses de cafeína ( $6$  ou  $9 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de massa corporal) em oito remadores treinados, diz respeito às concentrações urinárias de cafeína. Quantidades mais altas do suplemento, em alguns indivíduos, determinaram concentrações urinárias de cafeína acima do limite permitido pela WADA, enquanto as doses menores obtiveram melhorias semelhantes no desempenho sobre o tempo contrarrelógio e menor percepção de esforço, em prova de 2000 m de remo ao comparar ao grupo placebo, porém sem exceder o limite legal.

Paralelamente a isso, Smirmaul et al., (2017), verificaram o efeito de  $4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de massa corporal de cafeína sobre o desempenho, fadiga neuromuscular e percepção do esforço durante o exercício de ciclismo de alta intensidade. Para isso, homens foram inicialmente submetidos a um teste de exercício incremental em cicloergômetro sobre condições de hipoxia normobárica aguda, afim de estabelecer o pico de potência. Nas duas visitas seguintes, os participantes realizaram um teste de tempo de exaustão, com intensidade de 80% da potência máxima, nas mesmas condições hipóxicas após

a ingestão de cafeína e outra após a ingestão de placebo. Nesse contexto, a cafeína foi capaz de melhorar significativamente o tempo de exaustão em 12%, com diminuição significativa da percepção de esforço, após o consumo de cafeína. Além disso, a amplitude do sinal eletromiográfico de superfície do vasto lateral foram menores e a frequência cardíaca foi maior na condição cafeína quando comparada ao placebo.

Adicionalmente, Potgieter et al. (2018) observaram o efeito da cafeína sobre o desempenho de triatlo, onde a suplementação esteve fortemente associada a melhorias de 71% ( $n = 10$  de 14) desempenho de natação e corrida dos homens e otimizando em 64% ( $n = 9$ ) o desempenho no ciclo total. Para as mulheres, houve melhoria nos tempos de natação e ciclismo em 67% ( $n=8$  de 12) e com adicional melhora de 50% no desempenho de corrida após suplementação. Além disso, a suplementação de cafeína teve o maior efeito no tempo de nado, com média de 3,7% entre homens e mulheres e redução no tempo de conclusão da natação. Este efeito também foi observado no tempo total de conclusão do triatlo em todos os indivíduos suplementados com cafeína com uma redução de 1,3%.

Outra meta-análise recente mostrou os efeitos da suplementação de cafeína sobre as respostas fisiológicas do exercício submáximo, que incluíram exercícios sustentados entre 5 e 30 min e com intensidades correspondentes a 60-85% do consumo de oxigênio máximo, aliado a suplementação de cafeína de entre 3 e 6 mg.kg<sup>-1</sup> de massa corporal administradas cerca de 30-90 min antes do exercício. A cafeína demonstrou efeito supressor de 95% sobre as avaliações do esforço percebido, além de revelar efeitos sobre várias respostas fisiológicas, como a ação antagonista dos receptores de adenosina durante o exercício submáximo, o que pode elucidar a sua ação ergogênica (GLAISTER e GISSANE, 2018).

Outro paradigma presente na literatura refere-se à influência da ingestão habitual de cafeína vinculada a suplementação aguda de cafeína sobre as respostas de desempenho no exercício aeróbio. Baseado nisso, Gonçalves et al. (2017) investigaram e constataram que o nível de ingestão habitual de cafeína (até 351mg ao dia) não está relacionado com diferenças no desempenho de tempo em ciclismo após suplementação de 6 mg.kg<sup>-1</sup> de massa corporal de

cafeína, já que a suplementação melhorou o desempenho no exercício em 3,3% em comparação com a condição controle e em 2,4% em comparação a condição placebo.

Diferentes estudos apontaram respostas benéficas do uso da cafeína em diferentes modalidades esportivas, sobre o desempenho de tempo contrarrelógio, menor percepção de esforço e consequentemente maior capacidade para suportar a fadiga (PAULSON et al., 2016; CRUZ et al., 2015; SILVA et al., 2014; GLAISTER e GISSANE, 2018; POTGIETER et al., 2018). Porém esses efeitos benéficos de desempenho, em sua maior parte, parecem não ser controlados pela habituação do uso da cafeína e composição da dieta dos participantes das amostras. Além disso, a ação ergogênica demonstra ser mais aparente em atletas do que na população geral. Tal fato demonstra que mais estudos devem ser realizados investigando a suplementação de cafeína, a fim de favorecer diferentes variáveis e populações com relação ao desempenho aeróbio.

O Quadro 1 apresenta as características e os resultados dos estudos com treinamento aeróbio aliados a suplementação com cafeína.

**Quadro 1.** Características e resultados dos estudos com treinamento aeróbio aliados a suplementação de cafeína comparados a situação placebo.

ESTUDO	ANO	AMOSTRA	DOSE (mg.kg <sup>-1</sup> )	PROTOCOLO	RESULTADO
Bruce et al.	2000	8 Remadores treinados	6 ou 9	200 m rasos	↑ Potência, ↓ tempo total
Cox et al.	2002	12 Homens treinados	6	cicloergômetro em intensidade de 70% do VO <sub>2max</sub> por 120 min	↓ tempo total
Conway et al.	2003	Homens Ciclistas Triatletas	6	pedalar por 90 min a 68% do VO <sub>2max</sub> , seguido por um contrarrelógio a 80% do VO <sub>2max</sub> durante 30 minutos	↓ tempo total
Bridge e Jones	2006	8 homens corredores de longa distância	3	corrida de 8 km	↓ tempo total
Machado et al.	2010	8 homens treinados	6	Teste incremental máx (20W por min)	↑ potencia
Lee et al.	2011	12 Homens fisicamente ativos	6	3 sprints intermitente com alta intensidade de 6 a 10 s com 60 s de intervalo entre eles.	↑ potencia de pico
Mohr et al.	2011	12 homens	6	Yo-yo recovery test (nível um e dois),	↑ desempenho
Cardoso et al	2013	17 homens não treinados	6	200 m rasos	↓ tempo
Santos et al.	2013	8 homens treinados	5	4 km contra-relógio	↑ Potência média de saída, ↓ tempo total
Silva et al.	2014	10 Homens treinados	6	Wingate, com intervalos de 4'	Não houve diferença
Cruz et al.	2015	8 Homens fisicamente ativo	6	Pedalar a 70% do VO <sub>2max</sub> até a exaustão	↑ Potência, medidos pela carga de trabalho

Paulson et al.	2016	11 Homens treinados	4	30 min a 65% do VO <sub>2max</sub> , por 10 km	↑ Potência nos primeiros e últimos 2 km
Smirmaul et al.	2017	7 Homens	4	Teste de tempo de exaustão, com intensidade de 80% da potência máxima, nas mesmas condições hipóxicas	Melhora significativamente o tempo de exaustão em 12%
Saunders	2017	42 Ciclistas	6	Teste de tempo de ciclismo de 30 min	↑ Potencia
Potgieter et al.	2018	26 triatletas 14 homens e 12 mulheres	6		Homenes obtiveram melhorias de 71% desempenho de natação e corrida dos homens e otimizando em 64% o desempenho no ciclo total. Para as mulheres, houve melhoria nos tempos de natação e ciclismo em 67% e com adicional melhora de 50% no desempenho de corrida após suplementação. Maior efeito no tempo de nado, com média de 3,7% entre homens e mulheres e redução no tempo de conclusão da natação. Efeito no tempo total de conclusão do triatlo em todos os indivíduos com uma redução de 1,3%.

↑- Aumento; ↓ Redução; VO<sub>2max</sub>- Volume máximo de oxigênio.

## 2.2.2 Efeito da suplementação de cafeína no desempenho de força

Nos últimos anos cresceu o interesse científico com relação aos efeitos da suplementação de cafeína sobre o desempenho de força (WARREN et al., 2010; HUDSON et al., 2008; WILLIAMS et al., 2008; DUNCAN e OXFORD, 2011), ação ergogênica relacionada a resistência de força (número máximo de repetições realizadas mediante a determinada carga) e a força máxima (1RM) (MATTOS et al., 2014). Porém em comparação aos estudos com exercício aeróbio, existem menores evidências dos efeitos positivos da ingestão de cafeína na força muscular (TIMMINS e SAUNDERS, 2014).

Os mecanismos pelos quais a cafeína pode modular a ativação voluntária do músculo e os efeitos da cafeína no sistema nervoso central humano são citados na literatura (KALMAR, 2005; RICHARDSON e CLARK, 2016). Tais mecanismos são geralmente atribuídos à liberação de cálcio pelo retículo sarcoplasmático (SINCLAIR e GEIGER, 2000) ou devido ao antagonismo dos receptores de adenosina (GOLDSTEIN et al., 2010). No entanto, estudo de revisão conduzido por Kalmar (2005) demonstrou que a concentração de cafeína não teve nenhum efeito sobre a fadiga, além de nenhuma ação sobre o músculo esquelético, na amplitude de contração e no relaxamento muscular.

Estudo anterior sugere que a cafeína parece agir sobre o sistema nervoso central, aumentando o número de neurotransmissores de adenosina na modulação da atividade motora espontânea, sugerindo que a cafeína aumenta a ativação muscular através de um mecanismo central (ASTORINO et al., 2011). Sabe-se que as sensações de força e dor são moduladas em vários locais no sistema nervoso central e sistema nervoso periférico, fazendo com que as interpretações citadas sejam apenas de forma hipotética sobre a redução na fadiga, produção de força, sensação e dor muscular e aumento da excitabilidade muscular (KALMAR, 2005).

Tal hipótese pode ser verificada no estudo de Timmins e Saunders (2014), os quais avaliaram o efeito da cafeína ( $6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de massa corporal) no desempenho de força voluntária máxima em membros superiores e inferiores. Os autores avaliaram o pico de toque isocinético (velocidade angular de  $60^\circ \cdot \text{s}^{-1}$ )

dos extensores do joelho , flexores plantares do tornozelo, flexores do cotovelo, flexores do punho e relataram respostas semelhantes na contração de força voluntária máxima com a suplementação de cafeína quando comparadas à intervenção placebo. A capacidade de a cafeína atuar mais fortemente através da estimulação em nível de sistema nervoso central pode explicar a baixa ação da cafeína sobre os grupos musculares.

No entanto, no estudo de Da Silva et al. (2015), utilizando um desenho *crossover*, duplo-cego, contrabalanceado, foi verificado que a suplementação de cafeína ( $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de massa corporal) em homens treinados em força pode conduzir ao aumento no número de repetições nos exercícios de membros superiores e inferiores (*leg press* e supino) quando comparados à intervenção placebo, ambas realizados até a falha com carga correspondente a 80% de 1RM, os mesmos efeitos foram demonstrado nos estudos de Beck et al. (2008). Não foram notadas diferenças na percepção do esforço, medida através escala de Borg. Além disso, a frequência cardíaca esteve aumentada na condição cafeína tanto no supino quanto no *leg press*, quando comparados à intervenção placebo.

Em estudo *crossover*, duplo-cego controlado, realizado por Astorino et al. (2011), a ingestão de cafeína ( $6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de massa corporal) 60 min antes da sessão de treinamento de força com carga correspondente a 70-80% de 1RM apresentou melhora significativa no número de repetições completadas no *leg press*, mas não demonstrou melhorias nos exercícios de membros superiores, quando comparado à situação placebo.

O mesmo foi percebido por Richardson e Clark (2016) ao analisarem a suplementação de cafeína versus placebo no desempenho de força de membros superiores e inferiores em um estudo randomizado cruzado. Nesse estudo, os autores tiveram como objetivo comparar a biodisponibilidade e diferenças da ingestão de cafeína ou doses correspondentes de cafeína contida dentro do café, ou café descafeinado com cafeína. Homens treinados em força realizaram duas séries na ordem de exercício agachamento seguido de supino com carga correspondente a 60% de 1RM até a exaustão. Os sujeitos da amostra foram suplementados com doses de  $0,15 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  de café com cafeína,  $0,15 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  de café descafeinado,  $0,15 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$  de café descafeinado associado a  $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de cafeína e  $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de cafeína. Os resultados deste estudo demonstraram que

no exercício de agachamento o número de repetições realizadas e o total de peso levantado sob a condição de café descafeinado mais cafeína foram significativamente maiores do que nas intervenções placebo, café descafeinado e cafeína. Além disso, a quantidade de peso levantado na condição café com cafeína foi significativamente maior que a condição placebo. Já no exercício de supino, não foram observadas diferenças significativas no número de repetições realizadas e no total de peso levantado no protocolo entre as condições. Além disso, os autores não observaram diferenças no esforço percebido entre todas as condições para ambos os exercícios de membros superiores e inferiores.

Homens treinados em força participaram de estudo idealizado por Trexler et al. (2015), cujo objetivo foi verificar os efeitos do café (300 mg de cafeína) e da cafeína em cápsulas (303 mg) sobre o desempenho nos testes de força. Os sujeitos obtinham consumo habitual de cafeína e foram instruídos a manter os hábitos alimentares e a evitar o consumo de cafeína por 48 h. Os participantes completaram um teste de força máxima nos exercícios *leg press* e supino a fim de determinar a carga de 1RM. Após 3 min de descanso os participantes realizaram um teste de repetição para fadiga, onde cada participante utilizou 80% da carga de 1RM para efetuar o maior número possível de repetições contínuas em uma única série, até que uma repetição completa não pudesse mais ser executada (TREXLER et al., 2015). Os autores verificaram o efeito ergogênico sobre o desempenho de força até a fadiga, medidos pelo número de repetições máximas com uso de café e cafeína em cápsulas em comparação a intervenção placebo.

Estudos mais recentes realizados por Grgic e Mikulic (2017) e Souza et al. (2018) demonstraram que a ingestão de 6 mg.kg<sup>-1</sup> de massa corporal de cafeína aumenta o desempenho no teste de 1 RM membros inferiores, em comparação à condição placebo. Reduz a concentração de lactato no sangue e ocorre menor percepção de dor frente aos exercícios de extensão unilateral do joelho, havendo diferença significativa no número de repetições entre as condições cafeína e placebo na 1º e 2º série e no total de repetições realizadas nas três séries (SOUZA et al., 2018).

Em outro estudo, os sujeitos ingeriram doses menores com 2,5 mg.kg<sup>-1</sup> de massa corporal de cafeína ou placebo, na qual foram avaliados o

desempenho para os testes de número máximo de repetições no exercício de supino e extensão unilateral do joelho (perna dominante) e teste isométrico máximo de preensão manual em ambas as mãos, realizados com carga de 80% de 1 RM. Os autores puderam observar que o consumo de cafeína aumentou o desempenho para o número máximo de repetições comparado a condição placebo nos testes unilaterais de extensão de joelho e supino. Além disso, os autores também notaram aumento da força isométrica máxima no teste de preensão manual (ASTLEY et al., 2018).

Fett et al. (2018) verificaram o efeito da suplementação de 6 mg.kg<sup>-1</sup> de massa corporal de cafeína sobre a força muscular e a tolerância à fadiga em mulheres jovens treinadas. Para isso, as participantes foram submetidas a quatro testes de 1RM para pull down (PD), Squat de corte (HS), supino e extensão de joelho (com repetições em drop-set, 100/80/60 kg). Entre cada teste realizado, foi dado um intervalo de pelo menos uma semana entre as situações: sem cafeína; cafeína 1; placebo; e cafeína 2. Entre os resultados obtidos, a cafeína mostrou melhor tolerância ao esgotamento e com maior capacidade de força em relação a situação sem suplemento em todos os testes, no entanto a realização do PD, não demonstrou ganhos adicionais no desempenho de força com a suplementação de cafeína quando comparados a ausência do suplemento.

Adicionalmente, Clarke et al. (2015) não mostraram diferenças significativas sobre o número de repetições máximas realizadas ou o volume total do exercício de força entre as condições de suplementação de carboidrato, cafeína, controle e placebo. Os autores realizaram um ensaio *crossover*, duplo cego, e investigaram os efeitos de soluções de ingestão oral de carboidrato ( $0,20 \pm 0,02$  g.kg<sup>-1</sup>) e cafeína ( $3,9 \pm 0,3$  mg.kg<sup>-1</sup>) sobre a força máxima e resistência muscular. Homens treinados em força completaram um protocolo de exercícios no supino que envolveu 1 RM e posteriormente executados com 60% de 1RM até a exaustão. As soluções de carboidrato, cafeína ou placebo foram enxaguados durante 10 s, enquanto na situação controle nenhum líquido foi administrado. A percepção subjetiva de esforço foi registrada imediatamente após as repetições até a falha, apresentando semelhanças entre as todas as situações. O estudo demonstrou que o enxágue com uma solução de

carboidrato ou cafeína não apresentou qualquer efeito significativo sobre a força máxima ou desempenho de resistência muscular. No entanto, vale ressaltar que faltam evidências clínicas consolidadas na literatura sobre o conceito de enxágue com cafeína. Sugere-se que os receptores de adenosina, presente na bochecha de mamíferos, causam aumento da atividade celular, podendo repercutir num potencial aumento do desempenho esportivo, mas esse fato não foi observado nesse estudo.

Por outro lado, conforme verificado pelos autores Richardson e Clark (2016) e Fett et al. (2018), citados anteriormente neste tópico, a cafeína pode melhorar significativamente o desempenho em um protocolo de exercícios de força, em relação ao número de repetições realizadas. Por conseguinte, sugere-se que o efeito da cafeína pode estar relacionado ao tamanho do grupo muscular e, consequentemente, o número de receptores de adenosina, o que pode explicar em parte os resultados de Astorino et al. (2011) e Richardson e Clark (2016) sobre as diferentes respostas dos músculos de membros superiores e inferiores.

Com base nesses diferentes achados da literatura no que se refere ao desempenho de força, pesquisa adicionais são necessárias para elucidar os efeitos e a concentração usual de cafeína relevante para a otimização do desempenho de força. Existem várias limitações em consideração ao fato da cafeína afetar a ativação de unidades motoras em distintas regiões musculares.

Os achados descritos acima, demonstraram a necessidade de haver uma interpretação mais detalhada dos resultados experimentais antes de atribuir quaisquer alterações induzidas pela cafeína na ativação muscular e consequente desempenho muscular durante exercícios de força. Também pode ser necessário limitar a seleção de indivíduos das amostras estudadas, para se obter uma população homogênea com relação às variáveis metabólicas e até mesmo sobre a habituação ao consumo da cafeína, já que evidências demonstraram menores respostas naqueles indivíduos que faziam uso moderado e regular de cafeína.

O Quadro 2 apresenta as características e os resultados dos estudos com exercícios de força aliados a suplementação com cafeína comparados com a situação placebo.

**Quadro 2.** Características e resultados dos estudos com treinamento de força aliados a suplementação de cafeína.

ESTUDO	ANO	AMOSTRA	DOSE (mg.kg <sup>-1</sup> )	PROTOCOLO	RESULTADO
Beck et al.	2006	37 homens treinados em força	2,4	1 RM no supino e leg press 1 série no supino e leg press (80% 1RM)	↑ RM supino
Green et al.	2007	17 homens treinados em força	6	3 séries no supino e leg press (carga relativa a 10 RM)	↑ RF no leg press
Hudson et al.	2008	15 homens treinados em força	6	4 séries no leg press e flexão de cotovelo (carga relativa a 10 RM)	↑ RF no leg press
Beck et al	2008	31 homens sedentários	2-3	1 RM no supino	Não houve diferença
Astorino et a	2008	22 homens treinados em força	6	1 RM no supino e leg press 1 série no supino e leg press (60% 1RM)	Não houve diferença
Williams et al.	2008	9 homens treinados em força	4	1 série no supino e puxada pulley (80% 1 RM)	Não houve diferença
Goldstein et al.	2010	15 mulheres treinadas em força	6	1 RM no supino 1 série no supino de 60% do 1RM	↑ RM supino
Astorino et al.	2011	14 homens treinados em força	6	4 séries no supino, leg press, remada bilateral e desenvolvimento de ombros com 70- 80% 1RM	↑ RF no leg press
Duncan e Oxford	2011	13 homens treinados em força	5	1 série no supino 60% 1RM	↑ RF supino
Timmins e Saunders	2014	16 homens treinados em resistência	6	Pico isocinético (velocidade angular de 60°.s <sup>-1</sup> ) dos extensores do joelho , flexores plantares do tornozelo, flexores do cotovelo, flexores do punho	Não houve diferença
Clark et al	2015	15 homens treinados em força	3,9 ± 0,3	Um protocolo de exercícios no supino que envolveu 1 RM e posteriormente executados com 60% de 1RM até a exaustão.	Não houve diferença

Da Silva et al.	2015	14 homens treinados em força	5	Repetições máximas no leg press e supino a 80% de 1RM	↑ RF no leg press e supino
Trexler et al.	2015	54 homens treinados em força	300 mg para todos os sujeitos	1 séries de repetições máximas no leg press e supino a 80% de 1RM	↑ RF no leg press e supino
Richardson e Clark	2016	9 homens treinados em força	5	Duas séries na ordem de exercício agachamento seguido de supino com carga a 60% de 1RM até a exaustão	↑ RF e ↑ RM no exercício de agachamento
Grgic e Mikulic	2017	17 homens treinados em força	6	Um protocolo de exercícios no supino que envolveu 1 RM e posteriormente executados com 60% de 1RM até a exaustão.	↑ RM e ↑ RF
Astley et al.	2018	15 homens treinados em	2,5	Um protocolo de número máximo de repetições no exercício de supino e extensão unilateral do joelho (perna dominante) e teste isométrico máximo de preensão manual em ambas as mãos, realizados com carga de 80% de 1 RM	↑ RM unilateral de extensão de joelho e supino ↑ RF no teste de preensão manual
Fett et al.	2018	8 mulheres treinadas em força	6	1RM para pull down, Squat de corte, supino de bancada e extensão de joelho (drop-set, 100/80/60 kg, repetições)	↑ RM Squat de corte, supino de bancada e extensão de joelho
Souza et al.	2018	22 homens treinados em força.	6	3 Séries máximas nos exercícios de extensão unilateral do joelho A 30% de 1 RM	↑ RF nas 1º, 2º e volume total

RF-

Resistência de força: Número máximo de repetições executadas; 1 RM - Uma repetição máxima: Maior carga possível levantada em uma única repetição; ↑-Aumento;

## 2.2.2. Efeito da suplementação de cafeína na recuperação pós exercício

Otimizar a recuperação após o treinamento ou competições parece ser uma estratégia atraente, ainda mais quando se trata de atletas em épocas de competição. Sabe-se que o desempenho de exercícios prolongados ou alta intensidade pode estar relacionados, principalmente, com as reservas e depleção de glicogênio, hipoglicemia e desidratação. Como as reservas de glicogênio são limitadas, manipular a dieta com a adequada distribuição de macronutrientes é fundamental para reservas imediatas de energia, tanto a nível muscular como hepática (COELHO et al., 2004). No entanto, em função das variáveis do treinamento interferirem na recuperação, a literatura vem apresentando mecanismos que suportem o desempenho exigido pelo indivíduo. Dentro dessas estratégias, a cafeína aparece como importante modulador da fadiga (SMITH, 2002).

A combinação de cafeína com hidratos de carbono, usualmente presente na dieta, tem demonstrado ser um meio potente para intensificar a recuperação após os exercícios, aumentando a síntese de glicogênio (KIM, PARK e LIM, 2016). Em estudo realizado por Battram et al. (2004), indivíduos com dieta controlada em carboidrato nos três dias que antecederam o protocolo, executaram exercício na bicicleta ergométrica a 75% do  $\text{VO}_{2\text{max}}$  até a exaustão voluntária. Durante a recuperação, que teve duração que variou de 30-240 min, os participantes consumiram doses de  $6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de massa corporal de cafeína ou placebo em forma de cápsulas combinadas com 75 g de carboidrato (maltodextrina). Após 5 h de recuperação, biópsias musculares e amostras de sangue revelaram maior ressíntese de glicogênio comparado ao grupo placebo. O mesmo foi encontrado por Pedersen et al. (2008), no qual ciclistas e triatletas treinados realizaram exercício exaustivo em cicloergômetro a 70% do  $\text{VO}_{2\text{max}}$ . De modo cruzado, os indivíduos consumiram 4 g de  $\text{CHO} \cdot \text{kg}^{-1}$  (géis, barras desportivas, bebidas contendo hidratos de carbono) e, em outro dia, 4 g de  $\text{CHO} \cdot \text{kg}^{-1}$  na mesma forma, além da suplementação de cafeína a  $8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de massa corporal, adicionada a uma bebida esportiva contendo carboidratos e

consumidos em duas doses. Após 4 h de recuperação, os resultados demonstraram que a ressíntese de glicogênio foi aumentada em 66% para os que ingeriram cafeína, em comparação com a condição placebo, composta somente com hidrato de carbono. Todos os sujeitos da amostra tiveram dieta controlada em hidratos de carbono, nas 36 h anteriores ao exercício.

Podemos observar no estudo Schubert et al. (2014), que o controle da dieta habitual adicionada a uma intervenção de exercícios, realizados por uma hora em bicicleta ergométrica, a 65% do  $\text{VO}_{2\text{max}}$ , aliado a suplementação de duas doses de  $3 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de massa corporal de cafeína (90 min antes e 30 min após o exercício - estudo randomizado, duplo-cego) proporcionaram maior gasto energético e oxidação de gordura tanto em repouso quanto durante o exercício e até após 1-2 h de recuperação em comparação com o grupo controle (repouso) e placebo (exercício). Além disso, a cafeína, acarretou num maior déficit de energia com menor percepção de esforço.

Os dados apresentados nos estudos deste capítulo, indicam que a cafeína em combinação com hidratos de carbono exógeno pode aumentar a síntese de glicogênio na fase de recuperação de treinamento (BATTRAM et al., 2003; PEDERSEN et al., 2008). De um ponto de vista prático, no entanto, deve-se considerar a suplementação com cafeína durante a competição com o propósito de melhorar a recuperação, além disso o consumo de cafeína pré e pós-exercício deve ser sincronizado, de modo a não interromper o padrão de sono do indivíduo, que por si só poderia afetar negativamente a recuperação. Por outro lado, a utilização de cafeína para otimizar a oxidação de gordura durante o exercício gera um maior déficit de energia aguda e essas implicações para perda de peso em populações com excesso de massa corporal devem ser investigados (SCHUBERT et al., 2014).

### **2.3. Variáveis de desempenho no Treinamento Concorrente**

#### **2.3.1. Desempenho de força no treinamento concorrente após exercício aeróbico**

A prescrição do exercício físico, conforme indicações do *American College of Sports Medicine* (2009), objetiva melhorar a aptidão cardiorrespiratória e a resistência de força, visando otimizar o aumento da força muscular (MILOSKI et al., 2016). Os benefícios gerados por ambos os treinamentos podem estar associados à promoção da saúde (PINTO et al., 2014) e ao desempenho esportivo (GARBER et al., 2011). Além da prática de ambos os treinamentos (força e aeróbio) realizados de forma isoladas, numa única sessão, eles também podem ser associados na mesma sessão de treinamento, sendo denominado de treinamento concorrente.

Sua prática combinada objetiva melhorias simultâneas na aptidão cardiorrespiratória e no aumento da força muscular, benefícios esses associados a respostas positivas sobre a saúde e desempenho esportivo em geral (NEDREHAGEN; SAETERBAKKEN, 2015). O treinamento concorrente pode ser executado tanto na ordem de força e aeróbio como na ordem inversa, de aeróbio seguido de força. Esse fator temporal deve ser considerado no treinamento concorrente a fim de verificar o efeito da interferência no rendimento de força (PAULO et al., 2005).

Estudos têm observado que a associação do treinamento aeróbio e de força, ambos numa única sessão, influenciam algumas adaptações fisiológicas de um treino sobre outro, em virtude dos diferentes sistemas recrutados quando comparado ao treino realizado de forma isolada (RADDI et al., 2008). Tais prejuízos podem estar relacionados a fadiga gerada pelos exercícios aeróbios e menor ganho de força nos exercícios de força, repercutindo no chamado efeito de interferência (LEMOS et al., 2007; CADORE et al., 2010). De forma geral, o treino aeróbio não sofre alterações se combinado com o treinamento de força comparado a sua realização isolada, porém, a maior parte dos estudos com efeitos agudos e crônicos demonstram efeitos negativos no desempenho de força quando combinado com atividade aeróbia comparado a realização do treino de força isolado (REED et al., 2013; PANISSA et al., 2015; COFFEY e HAWLEY, 2017). Nesse contexto, o efeito de interferência pode ser observado tanto de forma aguda (DE SOUZA et al., 2007; JONES et al., 2017) quanto de modo crônico (TANAKA; SWENSEN, 1998; WILSON et al., 2012; BEATTIE et

al., 2017; MURLASITS et al., 2017; UM SABAG et al., 2018; GENTIL et al., 2017; ROBINEAU et al. 2017).

Os indícios de interferência crônica fundamentam que as adaptações provocadas pelo treinamento físico divergem em nível funcional e morfológico (RADDI et al., 2008), onde o organismo não conseguiria se ajustar aos estímulos concorrentes de maneira correta, gerando menor adaptação do treinamento físico (FYFE et al., 2014), fatores esses relacionados pela intensidade e volume do treinamento aeróbio e de força (WILSON et al., 2012). Verificando a magnitude dos efeitos do exercício aeróbio sobre a força de modo crônico existem diferentes respostas, dependentes da intensidade de ambos os exercícios e do condicionamento físico da amostra analisada (WILSON et al., 2012).

Em treinos que perduraram entre seis e onze semanas, pode-se verificar que os ganhos de força tanto em homens quanto em mulheres jovens são semelhantes para os indivíduos que realizaram treinamento concorrente quanto para os que treinaram somente força de membros inferiores (DOLEZAL e POTTEIGER, 1998; MARQUES et al., 2015; LAIRD et al., 2016). Após 12 semanas de treinamento concorrente, realizado por meio de aeróbio contínuo em homens idosos e intervalado associado ao treino de força, os ganhos de força foram superiores para aqueles indivíduos que treinaram apenas força comparado aos que realizaram treinamento concorrente (CHTARA et al., 2008; CADORE et al., 2010).

Sabe-se que o treino de força e aroboio realizados simultaneamente na mesma sessão é uma estratégia de treinamento popular para desenvolver vários aspectos relacionados as capacidades fisiológicas do exercício físico. Por outro lado, o treinamento simultâneo também tem sido questionado quanto ao efeito de interferência, especialmente quanto ao desempenho da força, fator este, que pode ser afetado negativamente pela inclusão do treinamento de resistência realizado previamente ao treino de força. Portanto, otimizar as adaptações de força com o treinamento aerobio continua sendo a fonte de impacto sobre desempenho de treino (MURLASITS et al., 2017).

No que se refere ao treinamento de força após o exercício aeróbio, a resposta de forma aguda, após uma sessão de treinamento aeróbio poderá

apresentar uma fadiga residual a qual prejudicará posteriormente o treino de força (PAULO et al., 2005). No estudo de Reed et al. (2013), realizado com 15 homens, os quais executaram os exercícios de supino e agachamento (6 séries em intensidade de 80% 1RM) em treino isolado e após o exercício aeróbio em cicloergômetro (45 min em intensidade correspondente a 75% da frequência cardíaca máxima), os autores verificaram um menor número de repetições máximas totais para o exercício de agachamento no treino concorrente em comparação ao treino de força isolado.

O mesmo foi observado por Lemos et al. (2007), no qual cinco mulheres e três homens realizaram três sessões no *leg press* com carga de dez repetições máximas e exercícios na esteira, a 60% ou 80% da frequência cardíaca máxima, por 20 min. Os resultados demonstraram reduções significativas no número total de repetições realizadas após os protocolos de exercício aeróbio, sendo que uma redução mais acentuada foi apresentada no exercício realizado com intensidade a 80% quando comparada ao de 60% da frequência cardíaca máxima.

Leveritt e Abernethy (1999) propuseram estudo com indivíduos de ambos os sexos, realizando exercícios de agachamento (3 séries a 80% 1RM) e no cicloergômetro (5 x 5 min com 1 min a 40%, 60%, e 80% e 2 min a 100% do  $\text{VO}_{2\text{max}}$ , com 5 min intervalo passivo). O número de repetições do exercício de agachamento foi expressivamente menor após a prática do exercício aeróbio de alta intensidade quando comparados a situação controle.

Panissa et al. (2015) verificaram os efeitos agudos combinados do exercício de corrida e de cicloergômetro sobre o desempenho na resistência de força em dez homens fisicamente ativos, submetidos aos exercícios de agachamento no *smith* (4 séries a 80% 1RM) após exercício em esteira e cicloergômetro (15 x 1min:1min a 100%  $\text{VO}_{2\text{max}}$ ). Observou-se que uma sessão de exercício aeróbico antes do treinamento de força prejudicou o subsequente desempenho de força com o maior número de repetições realizado no exercício controle, apresentando maior número de repetições máximas realizadas na primeira série do que na terceira série da intervenção. Além disso, a magnitude do efeito de interferência foi mais elevada após o exercício aeróbico no cicloergômetro, no qual o número máximo de repetições realizados na primeira

série do grupo controle foi superior ao realizado na primeira série dos dois grupos aeróbios (esteira e cicloergômetro), já a segunda série do grupo controle foi superior somente à segunda série do grupo aeróbio realizado no cicloergômetro.

Semelhantes respostas também foram diagnosticadas por Leveritt e Abernethy (1999), que verificaram o efeito do treino aeróbio em alta intensidade sobre o desempenho de força subsequente. Uma mulher e cinco homens realizaram três séries a 80% de 1RM após protocolo de treino intervalado de alta intensidade realizado em cicloergômetro em comparação ao grupo controle, com treino de força isolado. O protocolo mostrou que o exercício aeróbio precedente causou reduções significativas no número de repetições no exercício de agachamento realizado.

Outros autores verificaram que protocolos de exercício aeróbio intervalado geram redução no número de repetições no exercício de *leg press*, se realizado previamente ao exercício de força, quando comparados a intervenção controle (SPORER e WENGER, 2003; DE SOUZA et al., 2007).

Sporer e Wenger (2003) observaram que o número de repetições máximas nas quatro séries do exercício *leg press*, realizadas a 75% de 1RM foi significativamente afetada pela quantidade de tempo de recuperação entre aeróbio e sessões de treinamento de força. No entanto, o tipo de exercício aeróbio, executado no cicloergômetro de forma intervalada (6 x 3min:3min a 85-100% VO<sub>2max</sub>) e contínua (36 min a 70% da potência aeróbia máxima), não mostrou nenhum efeito principal no número máximo de repetições, nem houve qualquer interação entre o tipo de exercício aeróbio e tempo de recuperação, pelos diferentes intervalos de tempo (4, 8 e 24 horas) entre as sessões. Além disso, o treino aeróbio não afetou o desempenho de força de membros superiores, em relação ao número de repetições realizada no supino.

Adicionalmente, como pode ser observado por de Souza et al. (2007), oito homens efetuaram dois modos de exercício aeróbico (contínuo ou intermitente) com subsequente treino de força máxima (1RM) e força de resistência (repetições máximas a 80% de 1RM) nos exercícios *leg press* e supino. Os autores demonstraram prejuízo no desempenho de força apenas nos exercícios de membros inferiores, realizados com diferentes protocolos aeróbios (contínuo

a 90% da velocidade do limiar anaeróbio e intervalado a 100% $\text{v}\text{O}_2\text{máx}$ ) em esteira (5 km).

Já Raddi et al. (2008) verificaram o efeito de interferência somente para grupos musculares de membros superiores, no qual 13 mulheres fisicamente ativas, realizaram por 45 min exercício aeróbico na esteira a 70-75% da frequência cardíaca máxima com subsequentes exercícios no supino composto por duas séries a 70% de 1RM. Os autores não observaram efeitos significativos de redução na produção de força após o treinamento de corrida.

A ausência dos efeitos de interferência, antecedentes do exercício aeróbico (contínuo ou intervalado) sobre o exercício de força nos membros superiores relatada na literatura (SPORER e WENGER, 2003; DE SOUZA et al., 2007; RADDI et al., 2008; REED et al., 2013; DE SALLLES PAINELLI et al., 2014; MURLASITS et al., 2017), pode ter sido desencadeada pelas intensidades aplicadas nos estudos não serem muito elevadas a ponto de gerarem maior desgaste de modo central, ocasionando diminuição na produção de força.

Adicionalmente, Jones et al. (2017) verificaram que a realização do exercício aeróbico antes do treinamento de força prejudicou o desempenho da força, além de proporcionar maiores concentrações de lactato e cortisol no sangue. O protocolo de exercícios utilizados para esses achados foi baseado nos exercícios agachamento, supino e levantamento terra. Para cada exercício foram executados cinco séries de seis repetições a 80% 1RM, completados com intervalos de descanso de 2 min. Caso os participantes não conseguissem manter 80% de 1RM, a carga foi ajustada para assegurar que as cinco séries de seis repetições fossem concluídos. Para o protocolo aerobio, foi solicitado que os participantes corressem numa esteira com velocidade de 70% do  $\text{VO}_{2\text{max}}$  por 30 min.

Em uma metaanálise recente, Um Sabag et al. (2018) avaliaram o efeito crônico do treinamento concorrente executados com treino intervalado de alta intensidade (HIIT) nas modalidades de ciclismo ou corrida versus o treino de força sobre a repercussão da força e hipertrofia muscular. Os dados encontrados sugerem que o HIIT e o treino de força concomitantes não afetam negativamente a hipertrofia ou a força da parte superior do corpo, e sugerem que o efeito

negativo na força e na hipertrofia dos membros inferiores podem ser melhorados através da inclusão de períodos de descanso mais longos.

Já no estudo de Salles Painelli et al. (2014) houve redução na força de membros inferiores quando precedido do exercício de treino intervalado de alta intensidade na esteira ou no cicloergômetro. No entanto, além de observarem o efeito agudo da sessão de treino concorrente sobre o desempenho de força, os autores incluíram adicionalmente o efeito da suplementação de creatina. Nesse protocolo com creatina, trinta e dois homens treinados em força, utilizaram doses de 20 g de creatina ou placebo por dia, durante sete dias seguidos, neste período, completaram quatro sessões experimentais para determinação da carga e velocidade dos procedimentos testados. Os autores observaram que o efeito agudo de interferência no desempenho de força durante o treino concorrente pode ser neutralizado pela suplementação creatina, comparado às condições placebo. Houve aumento no número de repetições nos exercícios *leg-press* e supino, realizados a 80% de 1RM após a sessão de exercício aeróbio (contínuo ou intermitente), enquanto que no grupo placebo e controle apresentaram uma diminuição significativa no número total de repetições após exercício intermitente, mostrando que a suplementação de creatina pode vir a ser uma alternativa para reduzir os efeitos de interferência do treinamento concorrente (DE SALLES PAINELLI et al., 2014).

Dentro desse contexto de interferência, Coffey e Hawley (2017) tentaram elucidar as possíveis causas sobre a interferência do treino aerobio sobre a força e a hipertrofia muscular, porém ainda não estão claros o efeito molecular sobre o desempenho de força. No entanto, é possível que a fadiga residual aguda, vinda da sessão de exercícios anterior ou até mesmo a fadiga crônica, gerada pela carga total de trabalho, estejam gerando esse efeito de interferência.

A manipulação das variáveis de treinamento como o tempo e a ordem das sessões no treinamento concorrente podem alterar e fornecer indicadores importantes que permitam beneficiar o planejamento e resultados de treino (DE SÁ et al., 2013). Assim como demonstrado no estudo de Salles Painelli et al. (2014), ao utilizar a creatina como suporte eficaz na compensação de perda de força induzida pelo treinamento concorrente, a cafeína poderia minimizar essa interferência, já que estudos relacionam a cafeína como recurso ergogênico

eficiente na contração muscular com adicional redução da fadiga (GOLDSTEIN et al., 2010, COSO et al., 2011; SANTOS e SANTOS, 2002), considerando que um dos efeitos de interferência no treinamento concorrente é justamente relacionado à fadiga muscular (PAULO et al., 2005).

O quadro 3 apresenta as características e os resultados dos estudos agudos com treinamento concorrente, realizados na ordem aeróbio-força.

**Quadro 3.** Características e resultados dos estudos agudos com treinamento concorrente realizados na ordem aero-força.

ESTUDO	ANO	SUJEITOS	EXERCÍCIOS	COMPARAÇÃO	CONTRIBUIÇÃO
Leveritt e Abernethy	1999	1 mulher e 5 homens	Agachamento: 3 séries 80% 1RM Cicloergômetro: 5 x 5 min (1 min a 40%, 1 min a 60%, 1 min a 80% e 2 min a 100% do consumo de oxigênio de pico – $\text{VO}_{2\text{pico}}$ ) + 5 min intervalo passivo	Controle Intervalado no cicloergômetro	O número de repetições no agachamento foi significativamente menor após aeróbio de alta intensidade (Controle: 1ª série = $13,83 \pm 5,71$ repetições vs. Experimental: 1ª série = $8,83 \pm 2,99$ repetições; Controle: 2ª série = $11,17 \pm 4,45$ repetições vs. Experimental: 2ª série = $8,17 \pm 3,60$ repetições e Controle: 3ª série = $10,17 \pm 5,04$ repetições vs. Experimental: 3ª série = $8,83 \pm 3,54$ repetições).
Sporer e Wenger	2003	16 homens	Cicloergômetro Intervalado (6 x 3min:3min a 85-100% da potência aeróbia máxima) Contínuo (36 min a 70% da potência aeróbia máxima) Leg press e supino 4 séries 75% de 1RM	Controle Intervalado com períodos de recuperação de 4, 8 e 24h Contínuo com períodos de recuperação de 4, 8 e 24h	O número de repetições máximas no exercício de leg press nas 4 séries foi significativamente afetada pela quantidade de tempo de recuperação entre aeróbio e sessões de treinamento de força (Controle: 48; 4h:36; 8h:44 repetições).
De Souza et al	2007	8 homens	Leg press e Supino Esteira – Contínuo: 5km 90% Lan) Intermitente: 5 km (1min:1min a 100%v $\text{Vo}_2\text{máx}$ )	Controle - 1RM Controle – 80% 1RM CONT + 1RM CONT + 80% de 1RM INT + 1RM INT + 80% de 1RM	A única redução significativa foi observada no protocolo que combinava aeróbio intermitente e 80% de 1RM no exercício leg press (Controle: $10,8 \pm 2,5$ Intermitente: $8,1 \pm 2,2$ repetições). E uma tendência para reduzir a força máxima no mesmo exercício de força.

Lemos et al.	2007	5 mulheres e 3 homens	Leg press - 3 séries com carga de 10RM Esteira	Controle 20 min aeróbio 60% FCmáx 20 min aeróbio 80% FCmáx	↓ número total de repetições realizadas após ambos os protocolos de exercício aeróbio, sendo a redução mais acentuada na intensidade de 80% da FC máxima quando comparada a 60%.
Raddi et al.	2008	13 mulheres	45 min aeróbio 70-75% da FC max – esteira Supino – 2 séries 70% 1RM	Controle Corrida em esteira (1RM e repetições máximas 70% 1RM)	Não foi observada diferença significativa no desempenho dos testes de força após o treino de corrida (Controle:1RM: $34,4 \pm 3,1$ kg; 1ª série: $12,5 \pm 3,3$ reps e 2ª série: $11,7 \pm 2,7$ reps vs.Corrida: 1RM: $33,9 \pm 2,5$ kg; 1ª série: $13,2 \pm 2,1$ reps e 2ª série $12,2 \pm 2,8$ reps).
Panissa et al.	2012	27 homens - 3 grupos de sujeitos: Força, Aeróbio, Concorrente	Corrida em esteira(100% do Vpico - 1min: 1 min), num total de 5 km. Agachamento no Smith – 4 séries de 80% de 1RM	Controle Tempo de recuperação: 30 minutos 60 minutos 4 horas 8 horas 24 horas	Para obter o número máximo de repetições não houve interação entre grupo e tempo de intervalo. No entanto, houve efeito de grupo, com o número máximo de repetições realizado pelo grupo aeróbio superior ao grupo de força. Além disso, houve efeito de tempo de intervalo, com o número máximo de repetições realizadas na condição controle superior ao obtido após 30 minutos e 60 minutos.
Reed et al.	2013	15 homens	Supino e agachamento – 6 séries 80% 1RM Cicloergometro 45 min – 75% FCmáx	Controle Supino Controle Agachamento Ciclo + Supino Ciclo + Agachamento	Exercício aeróbico antes do exercício de agachamento resultou em menos repetições durante a 1ª série em comparação com o controle ( $10.00 \pm 3.54$ vs. $12.56 \pm 4.50$ ). O total repetições para os 3 primeiras séries eram

					significativamente menores para o exercício de agachamento ( $27,11 \pm 10,56$ ) do que após o aeróbio ( $23,11 \pm 9,19$ ). As concentrações de lactato foram significativamente maiores após o exercício em cicloergômetro ( $2.49 \pm 1.57$ vs. $1.49 \pm 0,54$ ).
Painelli et al.	2014	31 homens Creatina: 15 Placebo:16	Leg Press e Supino Esteira – Contínuo: 5km 90% Lan) Intermitente: 5 km (1min:1min a 100%vVo2máx)	Controle – 1RM Controle – 80% 1RM CONT + 1RM CONT + 80% de 1RM INT + 1RM INT + 80% de 1RM	Resultados no número de repetições máximas a 80% de 1RM: Uma diminuição significativa no número total de repetições se observou o exercício leg-press no grupo placebo no exercício intermitente quando comparado tanto com o contínuo e o controle. O grupo creatina mostrou um aumento significativo do total de número de repetições para o supino depois do exercício continuo e intermitente.
Panissa et al.	2015	10 homens	Agachamento no Smith - 4 séries – 80% 1RM Esteira e cicloergômetro - 15 x 1min:1min a 100% vVO <sub>2</sub> máx	Controle HIIT na esteira HIIT no cicloergômetro	Houve redução significativa quando o exercício de força foi executado após o HIIT no cicloergometro com o maior número de repetições realizado no controle. Houve também um efeito entre as séries com maior número máximo de repetições realizadas na série 1 do que na série 3 e série 4. O número máximo de repetições realizados na série 1 do grupo controle foi superior ao realizado na série 1 dos dois grupos de HIIT (esteira e cicloergômetro).

					A série 2 do grupo controle foi superior somente à série 2 do grupo HIIT no cicloergometro.
Jones et al.	2017	30 Homens treinados em resistência.	Corrida em esteira com velocidade de 70% do VO2max por 30 min + Cinco séries de seis repetições a 80% 1RM, completados com intervalos de descanso de 2 min. Caso os participantes não conseguissem manter 80% de 1RM, a carga foi ajustada para assegurar o total das cinco séries de seis repetições concluídos.	Efeito da ordem de treinamento de força e resistência	Houve redução significativa desempenho da força após o treino aeróbio.
Gentil et al.	2017	8 mulheres sedentárias	HIIT: 6–8 x 60 no ciclismo 7–após 10 min: 8–12 rep máx	HIIT + RT comparado ao RT	Queda em 8,5% do desempenho de força
Robineau et al.,	2017	10	HIIT: 4–8 x 30 sprint máx (+ RT 3 x 3-10 repetições a 70–90% 1RM	HIT + agachamento; imprensa com halteres; levantamento morto;	Queda em 12,8 do desempenho de força

RF- Resistência de força: Número máximo de repetições executadas, HIIT-Treinamento Intervalado de alta intensidade; FC- Freqüência Cardíaca; VO2 max- Volume máximo de oxigênio; ↓- Queda.

### 2.3.2. EPOC no treinamento concorrente

Mensurar o consumo energético parece ser uma proposta de controle e manutenção da saúde e da forma física adequada (PANISSA et al., 2009), visto que adultos saudáveis devem ter gasto energético (GE) oriundo da prática de atividade física aproximado a 300-500 kcal por dia ou 700-2.000 kcal por semana (ACSM, 2009). Considerando que o GE associado ao exercício inclui tanto a energia gasta durante o exercício como a energia dispensada durante a recuperação após o período de treino, é importante investigar o GE após o treino, que é referido como consumo de oxigênio pós-exercício em excesso ou EPOC (BINZEN et al., 2001).

A intensidade do exercício possui maior efeito sobre a magnitude e duração do EPOC do que a duração do exercício em si (BAHR; SEJERSTED, 1991). Além disso, exercícios de alta intensidade, como o exercício intermitente podem favorecer o aumento da oxidação lipídica também no processo de recuperação (TREMBLAY et al., 1990), visto que acarretam maior recrutamento das unidades motoras, utilização de componentes energéticos para remoção do lactato, alteração na atividade da miosina ATPase, maior engajamento dos músculos e maior atividade simpática (MATSUURA et al., 2006).

No que se refere ao treinamento concorrente, destaca-se que o comportamento do consumo de oxigênio ( $\text{VO}_2$ ) durante a execução de uma atividade aeróbica realizada após a sessão do treinamento de força pode determinar valores maiores do GE quando comparados com sua realização isolada (PANISSA et al., 2009). Os autores observaram que o treino realizado por 10 homens fisicamente ativos, composto por três séries de 12 repetições a 70% de 1RM e exercício em esteira a 90% do limiar anaeróbico, durante 30 min, não apresentou diferenças significativas sobre o GE entre as ordens de esforço, apresentando apenas maior elevação do  $\text{VO}_2$  no momento de execução e recuperação das séries do primeiro exercício de força realizado, na ordem aeróbio-força. O fato pode ser explicado em decorrência do consumo de oxigênio da atividade anterior, visto que o gasto energético é mais elevado no treino de

força e o consumo de oxigênio não volta na mesma velocidade aos seus níveis de repouso (PANISSA et al., 2009).

No estudo realizado por de Lira et al. (2007), verificou-se a influência do tipo de exercício (aeróbio, força e concorrente) e da ordem (aeróbio-força ou força-aeróbio) sobre o EPOC em indivíduos do sexo masculino com faixa etária entre 18 e 26 anos. Os participantes realizaram exercício na esteira a 90% do limiar anaeróbico, durante 30 min e um treino de força a 70% de 1RM, dividido em três séries de 12 repetições, totalizando aproximadamente uma hora de exercícios. O estudo demonstrou que a ordem do treino influenciou no EPOC; no entanto, a diferença no GE foi bastante semelhante ( $\approx 15\text{kcal}$ ). Além disso, a execução exclusiva do exercício aeróbio não foi suficiente para manter o EPOC durante os 30 min analisados.

Drummond et al. (2005), verificaram que a ordem de execução aeróbio-força do treino concorrente foi fator determinante para uma maior magnitude do EPOC nos primeiros dez minutos, aplicados em dez homens, que realizaram quatro protocolos de treino: aeróbio, força, aeróbio-força e força-aeróbio. O treinamento aeróbio foi realizado em esteira por 25 min a 70% do  $\text{VO}_{2\text{max}}$  e o treino de força composto por sete exercícios, com três séries de dez repetições a 70% de 1RM, com intervalo entre as sessões. As duas séries de TC foram realizadas em dois dias distintos, com as mesmas variáveis dos treinos citadas e o EPOC foi mensurado durante 90 min após intervalo de 5 min da finalização dos protocolos. A magnitude do EPOC demonstrou que a realização do exercício de força por conseguinte exercício aeróbio em uma única sessão gera uma maior liberação de energia após o exercício é maior do que se realizados de forma inversa.

É importante considerar que diversos resultados disponíveis acerca do GE, não determinam de forma precisa o efeito isolado de cada uma das suas variáveis, em virtude das diversas possibilidades de combinação entre os protocolos de treinamento (MATSUURA et al., 2006) e da interferência no biótipo, como sexo, grau de aptidão física e, principalmente, a quantidade de massa muscular e de gordura corporal (MEIRELLES; GOMES, 2004). No entanto, é reconhecido que o volume total de trabalho é o fator de maior impacto no GE durante a prática de exercício físicos. Já o consumo de oxigênio pós-

exercício parece ser altamente afetado pela intensidade do treinamento (HUNTER et al., 1998).

Estratégias que visam otimizar o gasto energético estão cada vez mais presentes na literatura, seja em busca de variáveis do treinamento como a combinação de treinamento aeróbio e força, representada pelo treinamento concorrente ou estratégias nutricionais que possam otimizar a redução de gordura, e potencializar o consumo de energia. Considerando que a ação da cafeína na oxidação de gordura corporal após exercício tem se mostrado mais eficaz (SCHUBERT et al., 2014), quando comparadas com outros suplementos alimentares com ação termogênica (KIM, PARK e LIM, 2016), e o treinamento concorrente oferece grande contribuição no emagrecimento (MEIRELLES e GOMES, 2004), unir essas variáveis poderia contribuir para acelerar o gasto energético e a resposta de perda de massa corporal em programas de redução do peso. No entanto, faltam estudos que tenham considerado esses efeitos de forma associada.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. Delineamento**

Será realizado estudo quantitativo, de caráter experimental, do tipo ensaio cruzado randomizado, com manipulação na suplementação de cafeína versus placebo e controle sobre o número de repetições máximas realizadas em sessão de treino concorrente e de força isolado a fim de responder as hipóteses do estudo. O projeto de pesquisa será cadastrado na Plataforma Brasil e será encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas-UFPEL.

#### **3.2. Amostra**

A amostra será composta por 14 sujeitos. O cálculo amostral foi realizado no programa GPower versão 3.1 (FAUL et al., 2007), para Anova Fatorial, adotando-se um  $\alpha$  de 5%, um poder de 80%, e dados de médias quadráticas do modelo e residual referente ao desfecho principal (número de repetições) de estudos prévios de nosso Laboratório (ANEXO I).

Serão adotados como critérios de inclusão: homens jovens com idades entre 18 e 35 anos, treinados em força há no mínimo três meses, com frequência semanal mínima de três vezes na semana e que incluem na rotina de treinos exercícios de membros inferiores. Além disso, serão elegíveis indivíduos que apresentarem peso corporal estável, ou seja, com alteração inferior a 5 kg nos últimos seis meses e Índice de Massa Corporal (IMC) entre os valores de 18,5 a 24,9  $\text{kg.m}^{-2}$ . Os participantes também deverão não consumir cafeína ou serem usuários leves da substância ( $<200 \text{ mg.dia}^{-1}$ ) (LEE et al., 2016), visto que habituação ao uso da cafeína tem demonstrado ser de grande relevância, a ponto de neutralizar as respostas metabólicas provocadas pela ingestão de cafeína (SPRIET, 1995). Os participantes incluídos deverão apresentar resposta negativa a todas as perguntas do questionário *Physical Activity Readiness*

*Questionnaire - PAR-Q* (CHISHOLM et al., 1975) (ANEXO II), questionário utilizado nesse estudo com intuito de evitar sintomas de alteração no ritmo cardíaco, que pode estar relacionado a suplementação de cafeína, como observado no estudo de Smirmaul (2013).

Como critérios de exclusão, serão eliminados aqueles que tiverem consumo crônico de bebida alcoólica, tabaco ou possuírem diagnóstico de doença tireoidiana, diabetes, histórico de problemas cardiovasculares e quadro de hipertensão arterial conforme os critérios da Sociedade Brasileira de Cardiologia, ou seja, pressão arterial sistólica acima de 140 mmHg e pressão arterial diastólica superior a 90 mmHg. Também serão eliminados usuários de drogas que interfiram na manutenção da massa corporal, na resistência à insulina e no equilíbrio hídrico, como os diuréticos, ou ainda aqueles que estejam utilizando qualquer tipo de complemento alimentar, farmacológico ou hormonal. Por fim, serão excluídos sujeitos que tiverem sofrido cirurgias bariátrica, lipoaspiração ou que possuam presença de lesão musculoesquelética que impossibilite a execução dos protocolos propostos. Essas informações serão verificadas por meio de anamnese (ANEXO III).

Após aprovação no comitê de ética em pesquisa, os voluntários recrutados assinarão termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO IV) de acordo com o exposto na Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

### **3.3. Variáveis**

#### **3.3.1. Variáveis dependentes**

- a) Número de repetições máximas durante exercício de agachamento
- b) Consumo de oxigênio excessivo pós-exercício
- c) Índices de percepção do esforço após 30 min. de cada sessão.

### **3.3.2. Variáveis independentes**

- a) Suplementação de cafeína: cafeína, placebo e controle
- b) Sessão de treinamento: treino concorrente e treino de força isolado

### **3.3.3. Variáveis controle**

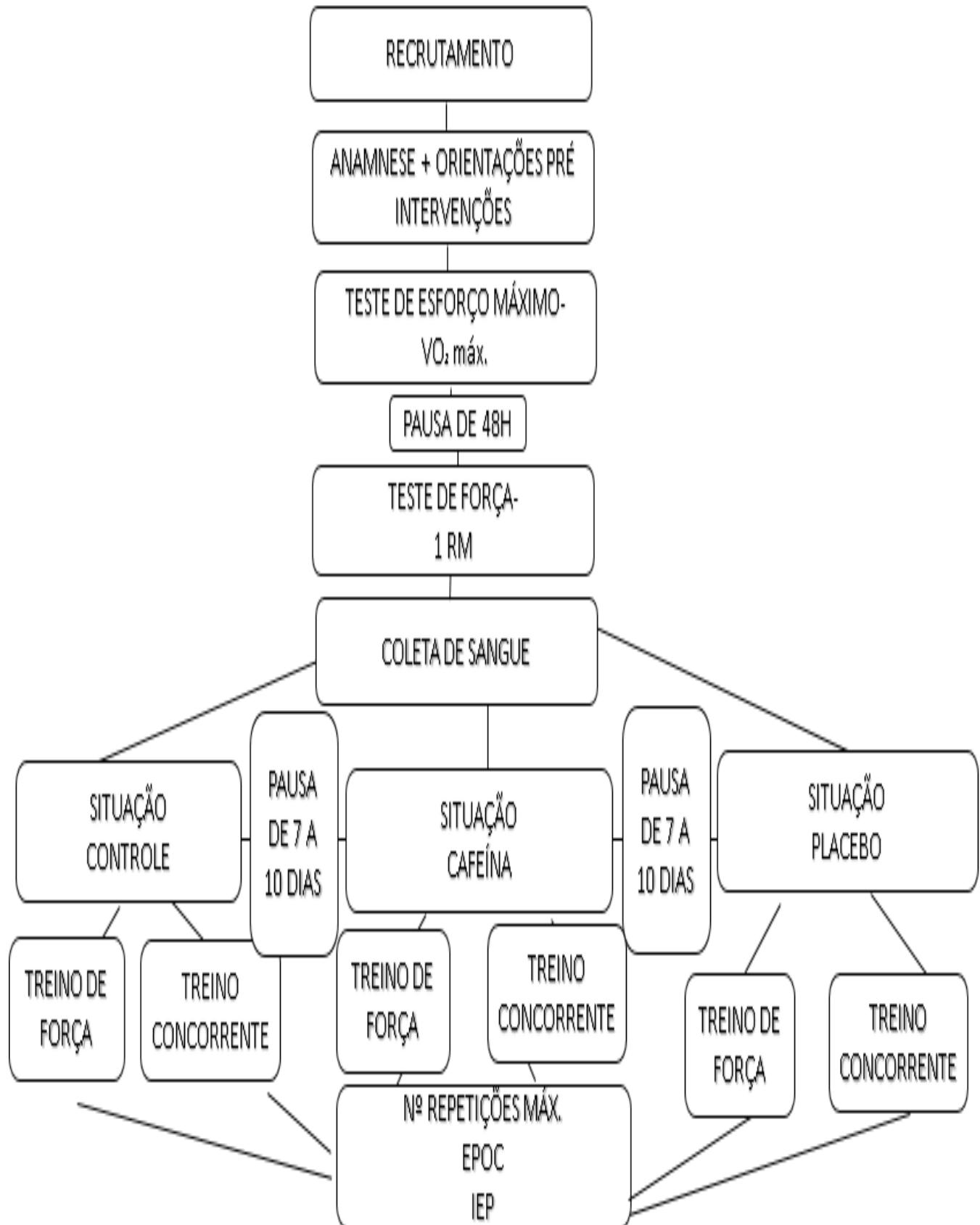
- a) Controle da dieta 24 h pré sessão
- b) Controle do consumo de cafeína durante o período de experimento

## **3.4. Desenho experimental**

Inicialmente, será aplicada uma anamnese (ANEXO III), a fim de verificar aspectos relacionados a saúde, hábitos de treino de força, consumo alimentar, bem como a ingestão de produtos que contenham cafeína. Além disso, na primeira sessão serão realizadas as seguintes medidas antropométricas: massa corporal e estatura, por meio de uma balança digital, com resolução de 100 g, acoplada a um estadiômetro manual, com resolução de 1 mm (FILIZOLA, São Paulo, Brasil). Para avaliação do percentual de gordura corporal, a densidade corporal será estimada através da equação proposta por Jackson e Pollock (1978), empregando o protocolo das sete dobras com medidas das pregas cutâneas tríceps, subescapular, supra-ilíaca, abdominal, axilar medial, peito, e coxa, utilizando, utilizando um plicômetro (CESCORF, Porto Alegre, Brasil), com resolução de 1 mm. As dobras serão sempre mensuradas pelo mesmo avaliador, em forma de circuito, totalizando três medidas para cada prega cutânea. Com base na densidade corporal, o percentual de gordura será estimado pela equação de Siri (1993). Também serão incluídas medidas de circunferência da cintura (linha do umbigo) e do quadril (ponto de maior circunferência), utilizando uma fita antropométrica (CESCORF, Porto Alegre, Brasil) e posteriormente determinada a relação cintura/quadril, a fim de caracterizar a amostra. A pressão arterial será aferida seguindo as recomendações da Sociedade Brasileira de Cardiologia, utilizando o método oscilométrico com auxílio de esfigmomanômetro (marca Omron, modelo HEM-72000, China).

Os indivíduos incluídos no estudo realizarão testes preliminares de VO<sub>2max</sub> em esteira e 1RM no exercício de agachamento, a fim de determinar a intensidade e carga de treinamento que serão executados nas intervenções de treino concorrente e força isolada. Todos os participantes passarão por uma coleta de sangue para determinar a concentração sérica de cafeína , os mesmos serão instruídos a abster-se ou manter um consumo leve de cafeína (ANEXO V), durante todo o período de intervenção, serão orientados a manterem sua dieta habitual e nas 24 h prévias aos protocolos de treino deverão seguir um plano alimentar oferecido por nutricionista (ANEXO VI), sem modificar sua rotina de treinamentos, ou realizar atividade extenuante adicional ou privação do sono.

A intervenção será composta por seis situações experimentais, Situação Controle (CONT), Situação Placebo (PLA) e Situação Cafeína (CAF), manipuladas previamente a realização das sessões de treino concorrente (TC) ou de força isolada (TF). Nas situações CAF e PLA, os participantes consumirão cápsulas contendo cafeína ou placebo 30 min prévios a sessão de treino (TC ou TF), enquanto na situação CONT nenhuma cápsula será ingerida. Nesses 30 min antes da sessão de treino, assim como nos 30 min imediatamente após o término da sessão, serão aferidos o consumo de oxigênio. Durante o protocolo de força, tanto no TC como no TF, serão registrados o número de repetições máximas realizadas a cada série. Após o término de todos os procedimentos serão coletados o índice de esforço percebido (IEP) da sessão, 30 min após o final da mesma. O fluxograma com a representação esquemática do delineamento experimental está apresentado na Figura 1.



**Figura 1.** Representação esquemática da seleção e avaliação dos participantes.

### **3.4.1. Controle de dieta e exercício físico**

Todos os participantes serão instruídos a manterem o consumo alimentar habitual e a ingestão leve de produtos que contenham cafeína ( $<200 \text{ mg.dia}^{-1}$ ). O mesmo poderá ser controlado por meio da quantidade identificada no conteúdo de cafeína em alimentos e bebidas populares (ANEXO V), durante todo o período de experimento (aproximadamente 42 dias).

No dia que antecederá o protocolo até o momento da sua aplicação, os participantes serão instruídos a seguir um plano alimentar padronizado quanto aos macronutrientes (ANEXO VI), com aporte calórico correspondente às necessidades diárias de cada participante, que serão calculados através da fórmula de BOLSO (ESPEN, 2006). A distribuição dos macronutrientes seguirá conforme a *Dietary Reference Intakes* (2005), com distribuição energética contendo aproximadamente 15, 35 e 50% de proteínas, gorduras e carboidratos, respectivamente, ajustados com auxílio do software DIETBOX® versão online. A dieta e o consumo de cafeína serão controlados através de um diário alimentar, documentado e preenchido, conforme orientação prévia (ANEXO VII) nas 24 horas que antecederem a prática dos protocolos.

Quanto ao controle de exercício físico, os sujeitos treinados em força serão instruídos a manterem sua rotina de treinamento habitual, salientando que não seja realizada nenhuma atividade extenuante ou privação do sono nas 24 h anteriores a aplicação dos protocolos de treino do estudo.

### **3.4.2. Testes de determinação de cargas**

#### *Primeira sessão*

Os participantes serão inicialmente familiarizados com o exercício de força agachamento que será realizado nos protocolos experimentais. O exercício agachamento será demonstrado e praticado de acordo com as orientações de um profissional de Educação Física, com controle de amplitude (aproximadamente 90º de flexão de joelhos) e ritmo de execução (2 segundos para cada fase - concêntrica e excêntrica).

Após, os participantes realizarão teste progressivo de  $\text{VO}_{2\text{max}}$  em esteira, a fim de determinar a velocidade máxima correspondente ao  $\text{VO}_{2\text{max}}$  ( $v\text{VO}_{2\text{max}}$ ). O teste iniciará em uma velocidade de  $6 \text{ km.h}^{-1}$  durante 2 min, com incrementos na velocidade de  $1 \text{ km.h}^{-1}$  a cada minuto. O teste será interrompido quando a amostra indicar exaustão voluntária através de sinal manual. Os gases respiratórios serão coletados utilizando uma máscara ao longo do teste, através de um analisador de gases portátil do tipo caixa de mistura (VO2000, MedGraphics, Ann Arbor, USA), previamente calibrado de acordo com as especificações do fabricante. A frequência cardíaca será coletada através de um cardiofrequencímetro Polar (FT1, Polar, Kempele, Finlândia) a cada 30 s. A taxa de amostragem para os dados de gases respiratórios será de uma amostra a cada três respirações, e será utilizado o software Aerograph para aquisição dos dados. O teste será considerado válido quando um dos seguintes critérios for alcançado: obter um valor de taxa de troca respiratória (RER) maior que 1,15 ou apresentar taxa respiratória máxima maior do que 35 respirações por minuto (HOWLEY et al., 1995).

### *Segunda sessão*

Após 48 h da primeira sessão, será realizado o teste de 1RM no exercício agachamento (figura 2). O valor de 1RM será considerado a máxima carga possível de se realizar uma repetição completa – fase concêntrica e excêntrica – do exercício dentro da amplitude e ritmo propostos. Será realizado um aquecimento específico no exercício agachamento, sendo realizada uma série com 15 repetições com carga submáxima (50% do peso corporal). O teste de 1RM será realizado da seguinte maneira: os participantes serão orientados a colocar a carga estimada sobre os ombros e realizar o maior número possível de repetições durante o exercício agachamento, alcançando no máximo dez repetições. Após a execução da primeira tentativa do teste, a carga será redimensionada através da tabela de Lombardi (1989) conforme o número de repetições corretas realizadas. O mesmo procedimento será realizado até que se encontre a carga máxima de cada sujeito em, no máximo, cinco tentativas com intervalos de quatro minutos entre elas. O ritmo de cada repetição será controlado com 2 s para cada fase do movimento através de um metrônomo.

(MA-30, KORG, Tokyo, Japan). A amplitude de movimento será controlada por marcação previamente estabelecida com *steps* e anilhas, alocadas sobrepostas a fim de manter a flexão de joelhos em aproximadamente 90°. Somente serão validadas as repetições executadas no ritmo (2 s para cada fase concêntrica e excêntrica) e na amplitude determinados.



**Figura 2.** Execução dos exercícios de agachamento

### 3.4.3 Análises Sanguíneas

Com intuito de garantir a qualidade do estudo será feito um teste de absorção da cafeína antes do início da aplicação dos protocolos, onde serão coletadas amostras de sangue dos participantes na situação *baseline* e após 30 minutos do consumo da cápsula de cafeína a fim de avaliar o grau de biodisponibilidade da cafeína. Na qual serão colhidos 5 ml de sangue da veia antecubital por um enfermeiro através de seringas e agulhas descartáveis nos momentos pré e após 30 min da suplementação de cafeína. Os participantes serão mantidos em repouso durante esse período. A amostra de sangue será centrifugada a 3000 rpm, durante 5 min, após esse procedimento o sangue será separado do soro, com auxílio de uma pipeta, e armazenado numa temperatura

de -75°C para posterior análise. Para determinação dos valores de cafeína será utilizado o método com padrão de cafeína, preparado com acetonitrila e injetado nas concentrações de 5 µg.mL<sup>-1</sup>. Além disso, os componentes das cápsulas administradas, serão analisados previamente, conferindo a compatibilidade dos substratos e das doses inseridas nas cápsulas de suplemento e placebo propostos para esse estudo.

#### **3.4.4. Suplementação**

A ordem de execução dos protocolos TC ou TF nas situações CONT, PLA e CAF será realizada aleatoriamente, sendo que todos os participantes realizarão todas as seis situações nos diferentes dias de experimento, com intervalo de sete a dez dias entre elas. Na situação CONT, os participantes não receberão nenhum tipo de suplementação no momento do procedimento; para as outras duas situações serão ofertadas aos participantes uma cápsula gelatinosa opaca, confeccionada em farmácia de manipulação, contendo placebo (aerosil 1, estearato magnésio 0,5, talco 30, laurel 1e amido qsp 100%) ou cafeína (6 mg.kg<sup>-1</sup>). A dose sugerida de cafeína demonstra efeitos ergogênicos precisos, sem atingir valores elevados de concentração urinária (9 mg.kg<sup>-1</sup>) (GOSTON, 2011), considerados doping, conforme WADA.

Após 30 min da ingestão das cápsulas, tempo necessário para atingir o nível de pico de cafeína no plasma (ALTIMARI et al., 2006), os participantes serão encaminhados para os protocolos de treino, onde será permitido para todos os indivíduos a ingestão de água *ad libitum*.

#### **3.4.5. Protocolos experimentais**

Após a chegada dos participantes, imediatamente após a suplementação, os participantes irão permanecer em repouso em decúbito dorsal em um ambiente calmo e silencioso durante os 30 min prévio a realização dos protocolos de força para que os gases respiratórios sejam mensurados. Imediatamente após o término da sessão (TC ou TF), os indivíduos retornarão

ao local de mensuração dos dados em repouso, tornando a permanecer em decúbito dorsal por 30 minutos para mensuração dos gases respiratórios pós-exercício.

Assim como para o teste de  $\text{VO}_{2\text{max}}$ , para a avaliação dos dados ventilatórios de repouso será utilizado um analisador de gases portátil do tipo caixa de mistura (VO2000, MedGraphics, Ann Arbor, USA) previamente calibrado, com taxa de amostragem de um ponto a cada três respirações.

#### *Protocolo de treino de força isolada*

Será realizado aquecimento em esteira durante cinco minutos a uma velocidade de  $6 \text{ km.h}^{-1}$ , seguido de intervalo de dois minutos. Após, serão executadas quatro séries do exercício agachamento com 70% da carga de 1RM, e intervalo de dois minutos entre elas. As repetições máximas serão realizadas até a falha concêntrica ou quando a amplitude delimitada não for alcançada ou, ainda, se as repetições não forem realizadas no ritmo determinado (dois segundos em cada fase). O número de repetições em cada série será anotado e o número de repetições total e por série realizado em cada situação (CAF, PLA e CONT) será utilizado para posterior análise.

#### *Protocolo de treino concorrente*

Será realizado aquecimento em esteira durante cinco minutos a uma velocidade de  $6 \text{ km.h}^{-1}$ , seguido de intervalo de dois minutos para a realização do protocolo de corrida intervalada. O protocolo de corrida será composto por oito *sprints* de 40 segundos a 100% da  $\text{vVO}_{2\text{max}}$ , com 20 segundos de intervalo passivo entre eles. Após, será dado aos participantes um intervalo passivo de cinco minutos antes da realização do exercício de força. Por fim, os indivíduos realizarão o mesmo protocolo de força realizado no TF, composto por quatro séries do exercício de força com 70% da carga de 1RM, com dois minutos de intervalo entre elas. Da mesma forma, o número de repetições em cada série será anotado e o número de repetições total e por série realizado em cada situação (CAF, PLA e CONT) será utilizado para posterior análise.

### 3.5. Índice de esforço percebido- IEP

O IEP será obtido após 30 min do final de cada situação realizada, o qual será lido e apresentado aos participantes, semelhante ao utilizado por McGuinan e Foster (2004). A escala corresponde a uma escala numérica sendo (0) descanso e (10) máximo esforço. Com isso, a escala será apresentada para os participantes e após lida as alternativas para os mesmos e questionado qual a intensidade da situação, conforme apresentado na Figura 3.

Rating	Descriptor
0	Rest
1	Very, Very Easy
2	Easy
3	Moderate
4	Somewhat Hard
5	Hard
6	-
7	Very Hard
8	-
9	-
10	Maximal

**Figura 3** – Índice de esforço percebido (adaptado de McGuinan e Foster 2004).

### 3.6. Tratamento de dados

Baseado nos dados coletados pelo analisador de gases, serão determinados os valores referentes ao consumo de oxigênio ( $\text{VO}_2$ ) e estimados os valores referentes ao gasto energético (GE) pré- e pós-treino. Os mesmos serão mensurados a partir do cálculo da integral do  $\text{VO}_2$  absoluto ao longo do tempo, em litros de  $\text{O}_2$  em cada um dos momentos. Em seguida esses resultados

serão multiplicados pelo equivalente calórico correspondente (WILMORE; COSTILL, 2001). Nesse sentido, para os momentos pré-sessão será adotado o valor de 4,85 Kcal. $\text{LO}_2^{-1}$ , enquanto que nos momentos pós-sessão o equivalente calórico será de 5,05 Kcal. $\text{LO}_2^{-1}$  para ambos os treinos (TF e TC) e em todas as situações experimentais (CAF, PLA e CONT). O EPOC será obtido pela diferença entre o valor do GE pós e pré-sessão.

### **3.7. Análise de dados**

Os dados serão apresentados em média  $\pm$  desvio padrão. A normalidade dos dados será verificada através do teste de *Shapiro-Wilk*. Para comparação do número de repetições, IEP e EPOC entre as sessões de treino (TF e TC) e entre as condições (CAF, PLA e CONT) será utilizado o teste de ANOVA de dois fatores para medidas repetidas. O índice de significância adotado será de  $\alpha = 0,05$  e todos os testes estatísticos serão realizados no programa estatístico SPSS vs. 20.0.

#### **4. ORÇAMENTO**

Quadro 4- Custos orçados no presente projeto.

<b>Produto</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor unitário</b>	<b>Valor total</b>
Cápsula cafeína*	28	R\$ 2,30	R\$ 64,40
Cápsula placebo*	28	R\$ 0,30	R\$ 5,60
Folhas A4**	392	R\$ 0,04	R\$ 15,68
Impressão**	392	R\$ 0,25	R\$ 98,00
Análise amostral das cápsulas**	2	R\$ 100,00	R\$ 200,00
Análise de sangue**	28	R\$ 100,000	R\$ 2.800,00
<b>Valor total: R\$ 3.183,68</b>			

\*A suplementação de cafeína e placebo será doada pela farmácia de manipulação, que aceitou ser parceira do projeto e não visa qualquer tipo de interesse lucrativo ou midiático.

\*\* Os gastos serão financiados pelo próprio autor da pesquisa.

## 5. CRONOGRAMA

**Tabela 1-** Cronograma de atividades a serem executadas no presente projeto.

	Revisão de literatura	Envio ao Comitê de Ética	Qualificaçā o do projeto	Coleta de dados	Análise dos dados	Elaboração do artigo	Defesa da dissertação
out/16	X		X	X			
nov/16	X				X		
dez/16	X				X		
jan/17	X				X	X	
fev/17	X				X	X	
mar/17	X				X		
abr/17	X				X		X
mai/17	X					X	
jun/17	X					X	
jul/17	X						X

## REFERÊNCIAS

1. ACHESON, K. J.; GREMAUD, G.; MEIRIM, I.; MONTIGON, F.; KREBS, Y.; FAY, L.B.; GAY, L.; SCHNEITER, P.; SCHINDLER, C.; TAPPY, L. Metabolic effects of caffeine in humans: lipid oxidation or futile cycling? **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 79, p. 40 – 46, 2004.
2. ACHESON, K. J.; MARKIEWICZ, B. Z.; PITTEL, P. H.; ANANTHARAMAN, K.; JÉQUIER, E. Caffeine and coffee: their influence on metabolic rate and substrate utilization in normal and obese individuals. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 33, p. 989–97, 1980.
3. ACSM- American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine e Science in Sports e Exercise**, v.41, n.3, p.687-708. 2009.
4. ALTIMARI, R. L.; CYRINO, E. S.; ZUCAS, S. M.; BURINI, R. C. Efeitos ergogênicos da cafeína sobre o desempenho físico. **Revista Paulista de Educação Física, São Paulo**, v. 14, n. 2, p.141-58, 2000.
5. ALTIMARI, L. R.; CYRINO, S. E.; ZUCAS, S. M.; OKANO, A. H.; BURINI, R. C. Cafeína: ergogênico nutricional no esporte. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**. v. 9, n. 3, p. 57-64, 2001.
6. ALTIMARI, L. R.; MELO, J.; TRINDADE, TIRAPEGUI, J. CYRINO, E. Efeito ergogênico da cafeína na performance em exercícios de média e longa duração. **Revista Portuguesa de Ciências de Desporto**, v. 5, n. 1, p. 87-101, 2005.
7. ANNUNCIATO, R.; MELLO, R. FARIA, T. V. O.; MARCELINO, J. B.; NAVARRO, A. C. Suplementação aguda de cafeína relacionada ao aumento de força, **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**. v. 3. n. 18. p. 508-517, 2009.
8. **Associação Brasileira da Indústria do Café – ABIC**. Tendências no consumo de café no Brasil no ano de 2010.
9. ASTLEY, C; SOUZA, D. B; POLITO, M. D. Acute Specific Effects of Caffeine-containing Energy Drink on Different Physical Performances in Resistance-trained Men. **Int J Exerc Sci.** v.11, n. 4, p. 260-268, 2018.
10. ASTORINO, T. A.; MARTIN, B. J.; SCHACHTSIEK, L.; WONG, K.; NG, K. Minimal effect of acute caffeine ingestion on intense resistance training performance. **Journal of Strength and Conditioning Research, Champaign**, v. 25, n. 6, p. 1752-1758, 2011.

11. ASTORINO, T. A.; ROHMANN, R. L.; FIRTH, K. Effect of caffeine ingestion on one-repetition maximum muscular strength. **European Journal of Applied Physiology**, v. 102, n. 2, p. 127-132, 2008.
12. ALTIMARI, L. R.; de Moraes, a. c.; Tirapegui, j.; Moreaul, r. l. m.; Cafeína e performance em exercícios aeróbios. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 42, n. 1, 2006.
13. ASTORINO, T. A.; TERZI, M. N.; ROBERSON, D. W, BURNETT, T. R. Effect of caffeine intake on pain perception during high-intensity exercise. **Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 21, n.1, p. 27-32, 2011.
14. AZEVEDO, R. C.; FILHO, P. N. Q.; RAMOS, S. B.; RABELO, A. S.; AREDES, S. G.; DANTAS, E. H. M. Efeitos ergogênicos da cafeína no teste de 3.200 metros. **Fitness e Performance Journal**, v.3, n.4, p. 225-230, 2004.
15. BAHR, R.; SEJERSTED, O. M. Effect of intensity of exercise on excess postexercise O<sub>2</sub> consumption. **Metabolism** 40:836- 841, 1991.
16. BARBOSA, D. J. N.; PEREIRA, L. N.; CARDOSO, M. I.; PEREIRA, R.; MACHADO, M. Efeito da Cafeína na Performance e Variáveis Hemodinâmicas do RAST - Estudo Placebo Controlado. **Revista Movimento e Percepção**. v.9, n.13, p. 75 – 89, 2008.
17. BARONE, J. J.; ROBERTS, H. R. Caffeine consumption. **Food and Chemical Toxicology**, v. 34, n. 1, p. 119-129, 1996.
18. BASSINI-CAMERON, A.; SWEET, E.; BOTTINO, A.; BITTAR, C.; VEIGA, C.; CAMERON, L. C. Effect of caffeine supplementation on haematological and biochemical variables in elite soccer players under physical stress conditions. **British Journal of Sports Medicine**, v. 41, p. 523-530, 2007.
19. BATTRAM, D. S; SHEARER J; ROBINSON, D; GRAHAM, T. E. Caffeine ingestion does not impede the resynthesis of proglycogen and macroglycogen after prolonged exercise and carbohydrate supplementation in humans. **Journal of Applied Physiology**, vol. 96, n. 3 p. 943-950, 2004.
20. BEATTIE, K.; CARSON, B. P; LYONS, M; ROSSITER, A; KENNY, I. C. The effect of strength training on performance indicators in distance runners. **Journal of Strength and Conditioning**, v. 31, n.1, p. 9–23, 2017.

21. BECK, T. W.; HOUSH, T. J.; SCHMIDT, R. J.; JOHNSON, G. O.; HOUSH, D. J.; COBURN, J. W.; MALEK, M. H. The acute effects of a caffeine-containing supplement on strength, muscular endurance, and anaerobic capabilities. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 3, p. 506-510, 2006.
22. BECK, T. W.; HOUSH, T. J.; MALEK, M. H.; MIELKE, M.; HENDRIX, R. The acute effects of a caffeine-containing supplement on bench press strength and time to running exhaustion. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, n. 5, p. 1654-1658, 2008.
23. BINZEN, C. A; SWAN, P. D; MANORE, M. M Postexercise oxygen consumption and substrate use after resistance exercise in women. **Medicine e Science In Sports e Exercise**, 2001
24. BRAGA, L. C.; ALVES, M. P. A cafeína como recurso ergogênico nos exercícios de endurance. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 8, n. 3, p. 33-37, 2000.
25. BRIDGE, C. A.; JONES, M. A. The effect of caffeine ingestion on 8 km run performance in a field setting. **Journal of Sports Sciences**, v. 24, n. 4, p.433-439, 2006.
26. BRUCE, C. R.; ANDERSON, M.E.; FRASER, S.F.; STEPTO, N.K.; KLEIN,R.; HOPKINS, W.G.; HAWLEY, J.A. Enhancement of 2000-m rowing performance after caffeine ingestion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.32, n.11, p.1958–1963, 2000.
27. BURKE, L. M. Preparation for competition. In: BURKE, L.; DEAKIN, V. **Clinical Sports Nutrition**, v. 3, p. 355-384, 2006.
28. CADORE, E. L.; PINTO, R. S.; LHULLIER, F. L, CORREA, C. S.; ALBERTON, C. L.; PINTO, S. S.; ALMEIDA, A. P.; TARTARUGA, M. P.; SILVA, E. M., AND KRUEL, L. F. Physiological effects of concurrent training in elderly men. **Internacional Journal of Sports Medicine**, v. 31, p. 689-697, 2010.
29. CADORE, E. L.; PINTO, R. S.; KRUEL, L. F. M.; Adaptações neuromusculares ao treinamento de força e concorrente em homens idosos. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.14, n4, p. 483-495, 2012.
30. CADORE, E. L; PINTO, R. S.; PINTO, S. S.; ALBERTON, C. L; CORREA, C. S.; TARTARUGA, M. P.; SILVA, E. M; ALMEIDA, A. P.; TRINDADE, G. T. AND KRUEL, L. F. Effects of strength, endurance, and concurrent training on aerobic power and dynamic neuromuscular economy in elderly men. **Journal of Strength e Conditioning Research**, v. 25, p. 758-766, 2011.

- 31.**CARDOSO, T. E; AGUIAR, R. A; DETURNES, T.C; ROGÉRIO, S. DEO. SILVEIRA B. H. DA; LISBÔA, F. D, et al. Efeito da ingestão de cafeína no desempenho em corrida de 200 metros rasos. Motriz: **Revista de Educação Física**. v.19, n.2, p.298-305, 2013.
- 32.**CHISHOLM, D. M.; COLLIS M. L.; KULAK L. L.; DAVENPORT W.; GRUBER N. Physical activity readiness. **British Columbia Medical Association**, v. 17, p. 375–378, 1975.
- 33.**CHTARA, M.; CHAOUACHI, A.; LEVIN, G.T.; CHAOUACHI, M.; CHAMARI, K.; AMRI, M.; LAURSEN, P. B. Effect of concurrent endurance and circuit resistance training sequence on muscular strength and power development. **Journal of Strength e Conditioning Research**, v. 22, n. 4, p. 1037-45, 2008.
- 34.**CLARKE, N. D.; KORNILIOS, E.; RICHARDSON, D. L. Carbohydrate and Caffeine Mouth Rinses Do Not Affect Maximum Strength and Muscular Endurance Performance. **Journal of Strength e Conditioning Research**, v. 29, n. 10, p. 2926-31, 2015.
- 35.**COELHO, C.F.; Sakzenian, V.M.; Burini, R.C. Ingestão de carboidratos e desempenho físico. **Revista Nutrição em Pauta**. v. 4, n. 67, p. 51-56, 2004.
- 36.**COFFEY e HAWLE.; Concurrent exercise training: do opposites distract? **J Physiol**. v. 595, n. 9, p. 2883–2896, 2017.
- 37.**CONWAY, K. Y.; ORR, R.; STANNARD, S. R.; Effect of a divided caffeine dose on endurance cycling performance, postexercise urinary caffeine concentration, and plasma paraxanthine. **Journal of Applied Physiology**, v. 94, n. 4, p.1557-1562, 2003.
- 38.** COSTA, Karina Estela, **Efeito da suplementação de cafeína sobre biomarcadores salivares e plasmáticos em ciclistas praticantes de spinning durante teste incremental no cicloergômetro**. 2006. 74f. Dissertação (Bioquímica)- Universidade Federal de Uberlândia, 2006.
- 39.**COSO, J.D.; MUÑOZ, G.; MUÑOZ-GUERRA, J. Prevalence of caffeine use in elite athletes following its removal from the World Anti-Doping Agency list of banned substances. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 36, n. 4, p. 555-61, 2011.
- 40.**COX, G.R.; DESBROW, B.; MONTGOMERY, P. G.; ANDERSON, M. E.; BRUCE, C. R.; MACRIDES, T. A.; MARTIN, D.T.; MOQUIN, A.; ROBERTS, A.; HAWLEY, J. A.; BURKE, L. M. Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance. **Journal of Applied Physiology**, v. 93, n.3, p.990-9, 2002.

41. CRUZ, R. S. O.; AGUIAR, R. A.; TURNES, T.; GUGLIELMO, L. G. A.; BENEKE, R.; CAPUTO, F. Caffeine Affects Time to Exhaustion and Substrate Oxidation during Cycling at Maximal Lactate Steady State. **Nutrients**. v.7, n.7, p. 5254-5264, 2015.
42. DA CUNHA, Simone de Fátima Viana. **Influência da suplementação de cafeína na performance física de ratas submetidas ao treinamento físico e sua relação com o estresse oxidativo**. 2012. 132f Tese (Doutorado em Ciências Biológicas)- Universidade Federal de Ouro Preto, 2012.
43. DA SILVA, V. L.; MESSIAS, F. R.; ZANCHI, N. E., GERLINGER-ROMERO F.; DUNCAN, M. J.; GUIMARÃES-FERREIRA, L. Effects of acute caffeine ingestion on resistance training performance and perceptual responses during repeated sets to failure. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 55, n. 5, p. 383-9, 2015.
44. DE LIRA, F. S.; DE OLIVEIRA, R. S. F.; JULIO, U. F.; FRANCHINI, E. Consumo de oxigênio pós-exercícios de força e aeróbio: efeito da ordem de execução. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n.6, 2007.
45. DE SÁ, A. C.; GRIGOLETTO, M. E. DS.; BISUTTI, F.; CORRALO, V. DS.; Treinamento concomitante afeta o ganho de força, mas não a hipertrofia muscular e o desempenho de endurance. **Revista da Educação Física/UEM**, v. 24, n. 3, p. 453-464, 3, 2013.
46. DE SALLES PAINELLI, V.; ALVES, V. T.; UGRINOWITSCH, C.; BENATTI, F. B.; ARTIOLI, G. G.; LANCHÁ, A. H. JR.; GUALANO, B.; ROSCHEL, H. Creatine supplementation prevents acute strength loss induced by concurrent exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 11 n. 8, p. 1749-55, 2014.
47. DE SOUZA, E. O.; TRICOLI, V.; FRANCHINI, E. AND PAULO, A. C. Acute effect of two aerobic exercise modes on maximum strength and strength endurance. **Journal of Strength e Conditioning Research**, v. 21, p. 1286-1290, 2007.
48. DIRETRIZ DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE (DSBME). Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.15, n.3, 2009.
49. DOCHERTY D AND SPORER B. A proposed model for examining the interference phenomenon between concurrent aerobic and strength training. **Sports Medicine** n.30, p. 385-394, 2000.

50. DOLEZAL, B. A.; POTTEIGER, J. A. Concurrent resistance and endurance training influence basal metabolic rate in nondieting individuals. **Journal of Applied Physiology**, v. 85, n. 2, p. 695-700, 1998.
51. DONATTO, F.; PRESTES, J.; SILVA, F. G; CAPRA, E; NAVARRO, F. Efeito da suplementação aguda de creatina sobre os parâmetros de força e composição corporal de praticantes de musculação. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, v. 1, n. 2, p. 38-44, 2007.
52. DRUMMOND, M.J.; VEHRS, P.R.; SCHAALJE, B.; PARCELL, A.C. Aerobic and resistance exercise sequence affects excess postexercise oxygen consumption. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 2, p. 332-337, 2005.
53. DUNCAN, M. J.; OXFORD, S. W. The effect of caffeine ingestion on mood state and bench press performance to failure. **Journal of Strength Conditioning Research**, v. 25, n. 1, p. 178-185, 2011.
54. ESPEN Guidelines on adult enteral nutrition. **Clinical Nutrition**. v. 25 p.177-360, 2006.
55. FAUL, F.; ERDFELDER E.; LANG, A. G.; BUCHNER, A. G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. **Behavior Research Methods**, v.39, n.2, p. 175-191, 2007.
56. FETT, C. A; AQUINO, N. M; SCHANTZ, J. J; BRANDÃO, C. F; DE ARAÚJO CAVALCANTI, J. D; FETT, W. C. Performance of muscle strength and fatigue tolerance in young trained women supplemented with caffeine. **J Sports Med Phys Fitness**. v. 58,n. 3, p.249-255, 2018.
57. FOSKETT A, ALI A, GANT N. Caffeine enhances cognitive function and skill performance during simulated soccer activity. **Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**. v.19, n.4, p. 410-23, 2009.
58. FYFE, J. J.; BISHOP, D. J.; STEPTO, N. K. Interference between concurrent resistance and endurance exercise: molecular bases and the role of individual training variables. **Internacional Journal of Sports Medicine**, v. 44, n. 6, p. 743-62, Jun 2014
59. GARBER, C. E. et al. American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine e Science in Sports e Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334-59, Jul 2011.
60. GARRETT Jr, WILLIAN E, KIRKENDALL DTA. **Ciência do Exercício e dos Esportes**. Porto Alegre: Artmed, 2003. p.401410, 912 f.

61. GENTIL, P., DE LIRA, C. A. B., FILHO, S. G. C., LA SCALA TEIXEIRA, C. V., STEELE, J., FISHER, J. CAMPOS, M. H. High intensity interval training does not impair strength gains in response to resistance training in premenopausal women. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, n.6, p. 1257–1265, 2017.
62. GLAISTER H; GISSANE C. Caffeine and Physiological Responses to Submaximal Exercise: A Meta-Analysis. **Int J Sports Physiol Perform.** v. 13, n. 4, p. 402-411, 2018.
63. GLIOTTONI, R. C.; MOTL, R. W. Effect of caffeine on leg-muscle pain during intense cycling exercise: possible role of anxiety sensitivity. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 18, n. 2, p. 103-15, 2008.
64. GOLDSTEIN, E. R.; ZIEGENFUSS, T.; KALMAN, D.; KREIDER, R.; CAMPBELL, B.; WILBORN, C.; TAYLOR, L.; WILLOUGHBY, D.; STOUT, J.; GRAVES, B. S.; WILDMAN, R.; IVY, J. L.; SPANO, M.; SMITH, A. E.; ANTONI, J. International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v.7, n.5, p. 1-15, 2010.
65. GONÇALVES, L. S; PAINELLI, V. S; YAMAGUCHI, G; OLIVEIRA, L. F; SAUNDERS, B; DA SILVA, R. P; MACIEL, E; ARTIOLI, G. G; ROSCHEL, H. GUALANO, B. Dispelling the myth that habitual caffeine consumption influences the performance response to acute caffeine supplementation. **J Appl Physio.** v.1, n. 123, p. 213-220, 2017.
66. GOSTON, J. L. Recursos Ergogênicos Nutricionais: Atualização sobre a Cafeína no Esporte. **Nutrição em Pauta- Nutrição e Esporte**. p. 1-6, 2011.
67. GRGIC, J e MIKULIC, P. Caffeine ingestion acutely enhances muscular strength and power but not muscular endurance in resistance-trained men. **European Journal of Sport Science**. v. 2017.
68. GRAHAM, T.E. Caffeine, coffee and ephedrine: impact on exercise performance and metabolism. **Journal of Applied Physiology**, n. 26, p. 103-109, 2001.
69. GRAHAM, T.E.; SPRIET, L.L. Metabolic, cathecolamine and exercise performance responses to varying doses of caffeine. **Journal of Applied Physiology**, n. 78, 867-74, 1995.
70. GREEN, J. M.; WICKWIRE, P. J.; MCLESTER, J. R.; GENDLE, S.; HUDSON, G.; PRITCHETT, R. C.; LAURENT, C. M. Effects of caffeine on repetitions to failure and ratings of perceived exertion during

- resistance training. **International Journal of Sports Physiology and Performance, Champaign**, v. 2, n. 3, p. 250-259, 2007.
71. GREENBERG, J.A.; BOOZER, C.N.; GELIEBTER, A. Coffee, diabetes, and weight control. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.84, p.682-693, 2006.
72. HECKMAN, M. A.; WEIL, J.; GONZALEZ DE MEJIA E. Caffeine (1, 3, 7-trimethylxanthine) in foods: a comprehensive review on consumption, functionality, safety, and regulatory matters. **Journal of Food Science**, v.75, n.3, p. R77-87, 2010.
73. HENDRIX, C. R.; HOUSH, T. J.; MIELKE, M.; ZUNIGA, J. M.; CAMIC, C. L.; JOHNSON, G. O.; SCHMIDT, R. J.; HOUSH, D. J. Acute effects of a caffeine-containing supplements on bench press and leg extension strength and time to exhaustion during cycle ergometry. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 3, p. 859-865, 2010.
74. HOWLEY, E. T.; BASSETT DR; WELCH, H. G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Medicine e Science in Sports e Exercise**. v. 27, p.1292-1301, 1995.
75. HUDSON, G. M.; GREEN, J. M.; BISHOP, P. A.; RICHARDSON, M. T. Effects of caffeine and aspirin on light resistance training performance, perceived exertion, and pain perception. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, n. 6, p. 1950-1957, 2008.
76. HULSTON, C. J.; JEUKENDRUP, A.E. Substrate metabolism and exercise performance with caffeine and carbohydrate intake. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.40, n.12, p.2096–2104, 2008.
77. HUNTER GR, WEINSIER RL, BAMMAN MM, LARSON DE. A role for high intensity exercise on energy balance and weight control. **International Journal of Obesity**, v. 22, n. 6, p. 489-93, 1998.
78. IMAGAWA, T. F., HIRANO, I., ITSUKI, K., HORIE, M., NAKA, A., MATSUMOTO, K., IMAGAWA, S. Caffeine and taurine enhance endurance performance. **International Journal of Sports Medicine**, v. 30, n. 7, p. 485-488, 2009.
79. INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). **Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and aminoacids**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2002/2005.
80. JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L.; WARD, A. Generalized equations for predicting body density of women. **Med Sci Sports Exerc**, v. 12, n. 3, p. 175-181, 1980.

- 81.**JERÔNIMO, D, P; GERMANO, M, D; F, B, FIORANTE; BORELI, L; NETO, L, V, S; DE SOUZA, R, A; SILVA, F, F; DE MORAIS, A, C. Caffeine Potentiates the Ergogenic Effects of Creatine. **Journal of Exercise Physiology online.** v. 20, n. 6, 2017.
- 82.**JONES, T. W, HOWATSON G, RUSSELL M, FRENCH, D. N.; Effects of strength and endurance exercise order on endocrine responses to concurrent training. **Eur J Sport Sci.** v.17, n.3, p.326-33, 2017.
- 83.**JULIANO, L. M; GRIFFITHS, R. R. A critical review of caffeine withdrawal: empirical validation of symptoms and signs, incidence, severity, and associated features **Psycho Pharmacol**, v. 176, n.1, p.1-29, 2004.
- 84.**KALMAR, J. M. The Influence of Caffeine on Voluntary Muscle Activation. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 37, n. 12, p. 2113–2119, 2005.
- 85.**KIM, J.; PARQUE, J.; LIM, K. Nutrition Supplements to Stimulate Lipolysis: A Review in Relation to Endurance Exercise Capacity. **Journal of Nutritional Science and Vitaminology**, v. 62, n.3, p. 141-61, 2016.
- 86.**LAIRD, R. H. T.; ELMER, D. J.; BARBERIO, M. D.; SALOM, L. P.; LEE, K. A.; PASCOE, D. D. Evaluation of performance improvements following either resistance training or sprint interval based concurrent training. **Journal of Strength e Conditioning Research**, 2016.
- 87.**LEE, C. L.; LIN, J. C.; CHENG, C. F. Effect of caffeine ingestion after creatine supplementation on intermittent high-intensity Sprint performance. **European Journal of Applied Physiology**, v.111, p.1669–1677, 2011.
- 88.**LEE, M. J.; CHOI, H. A.; CHOI, H.; CHUNG, C. S. Caffeine discontinuation improves acute migraine treatment: a prospective clinic-based study. **The Journal of Headache and Pain**, v.17, n. 1, p. 71, 2016.
- 89.**LEMOS, A.; SIMÃO, R.; MONTEIRO, W.; POLITO, M. AND NOVAES, J. Verificação da influência aguda em duas intensidades do exercício aeróbico sobre o desempenho da força em idosos. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento.** v. 15, p. 25-31, 2007.
- 90.**LEVERITT, M.; ABERNETHY, P. J. Acute effects of high-intensity endurance exercise on subsequent resistance activity. **Journal of Strength e Conditioning Research** v.13, p. 47-51, 1999.
- 91.**LOMBARDI, V. P. **Beginning weight training: the safe and effective way.** Dubuque, 1989.

92. LOPES, Priscila Rita Niquini Ribeiro. **Efeitos ergogênicos da ingestão de cafeína sobre variáveis bioquímicas e de desempenho anaeróbico.** 2015. 111f Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2015.
93. MACHADO, M. V.; BATISTA, A. R.; ALTIMARI, L. R.; FONTES, E. B.; TRIANA, R. O.; OKANO, O. H.; MARQUES, A. C.; JÚNIOR, O. A.; MORAES, A.C. Efeito da Ingestão de Cafeína Sobre os Parâmetros da Potência Crítica. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano.** v.12, n.1, p. 49 – 54, 2010.
94. MARQUES, M. C. et al. Influence of strength, sprint running, and combined strength and sprint running training on short sprint performance in young adults. **Internatcional Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 10, p. 789-795, 2015.
95. MATSUURA, C.; MEIRELLES, C. DM, GOMES, P. S. C. Gasto energético e consumo de oxigênio pós-exercício contra-resistência. **Revista de Nutrição, Campinas**, v. 19, n. 6, p. 729-740, 2006.
96. MATTOS, F. O.; PAINELLI, V. S.; LANCHÁ JUNIOR, A. H.; GUALANO, B. Eficácia ergogênica da suplementação de cafeína sobre o desempenho de força? Uma análise crítica, **Revista da Educação Física/UEM**. v. 25, n. 3, p. 501-511, 2014.
97. MAUGHAN, R. J. Nutritional ergogenic aids and exercise performance. **Nutrition Research Reviews**. v. 12, n. 2, p. 255-80,1999.
98. MCCARTHY, J. P.; POZNIAK, M. A. AND AGRE, J. C. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. **Medicine e Science in Sports e Exercise**. v. 34, p. 511-519, 2002.
99. MCGUINAN, M e FOSTER, C. A new approach to monitoring resistance training, **National Strength e Conditioning Association**, v. 26, n. 6, p. 42-7, 2004.
100. MEIRELLES, C. M.; GOMES, P. S. C. Efeitos agudos da atividade contra-resistência sobre o gasto energético: revisitando o impacto das principais variáveis. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**. v. 10, n. 2, p. 122-130, 2004.
101. MIOSKI, B; DE FREITAS, V. H.; NAKAMURA, F. Y., DE A NOGUEIRA, F. C. and BARA-FILHO, M. G. Seasonal Training Load Distribution of Professional Futsal Players: Effects on Physical Fitness, Muscle Damage and Hormonal Status. **Journal of Strength e Conditioning Research**. v.30, p. 1525-1533, 2016.
102. MOHR, M.; NIELSEN, J. J.; BANGSBO, J. Caffeine intake improve intense intermittent exercise performance and reduces muscle

- interstitial potassium accumulation. **Journal of Applied Physiology**, v.111, p.1372–1379, 2011.
- 103.**MURLASITS, Z; KNEFFEL Z; THALIB, L. The physiological effects of concurrent strength and endurance training sequence: A systematic review and meta-analysis. **J Sports Sci**, v.36, n. 11, p. 1212-1219, 2017.
- 104.**NEDREHAGEN, E. S.; SAETERBAKKEN, A. H. The Effects of in-Season Repeated Sprint Training Compared to Regular Soccer Training. **Journal of Human Kinetics**, v. 49, p. 237-44, 2015.
- 105.**NOGUEIRA, S. C. G.; VALENTIM, A. C. F. F.; SILVA, J. R.V. Efeito da atividade física e cafeína no processo de emagrecimento: um estudo piloto. **EFD deportes.com, Revista Digital**, V. 16, n. 163, 2011.
- 106.**PANISSA, V. L. G.; MORAES, R. C.; BERTUZZI; LIRA, F. S.; JÚLIO, U. F.; FRANCHINI, E. Exercício Concorrente: Análise do Efeito Agudo da Ordem de Execução Sobre o Gasto Energético Total. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 15, n. 2, 2009.
- 107.**PANISSA, V. L.; TRICOLI VA JULIO, U. F.; RIBEIRO, N.; DE AZEVEDO NETO, R. M.; CARMO, E. C.; FRANCHINI, E. Acute effect of high-intensity aerobic exercise performed on treadmill and cycle ergometer on strength performance. **Journal of Strength e Conditioning Research**, Res, v. 29, n. 4, p. 1077-82, Apr 2015.
- 108.**PAULA FILHO, U.; RODRIGUES, L.O.C. Estudo do efeito da cafeína em diferentes níveis de exercício. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**. v. 6, n. 2, p. 139-146, 1985.
- 109.**PAULO, A. C; SOUZA, E. O; LAURENTINO, G; UGRINOWITSCH, C; TRICOLI, V. Efeito do treinamento concorrente no desenvolvimento da força motora e da resistência aeróbia. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, v. 4, n.4, p.145-154, 2005.
- 110.**PAULSON, T. G.; PERRET, C.; TOLFREY, V. G. Improvements in Cycling but Not Handcycling 10 km Time Trial Performance in Habitual Caffeine Users. **Nutrients**, v.8, n.7, p. 393-403, 2016.
- 111.**PEDERSEN, D. J; LESSARD, S. J.; COFFEY, V. G.; CHURCHLEY, E.G.; WOOTTON, A. M, N. T; WATT, M. J.; HAWLEY, J. A. High rate of muscle glycogen resynthesis after exhaustive exercise when carbohydrate is coingested with caffeine. **Journal of Applied Physiology**. v. 105, n. 1, p. 7-13, 2008.
- 112.**PEREIRA, L. N.; MACHADO, M.; ANTUNES, W. D.; TAMY, A. L. M.; BARBOSA, A. A. L.; PEREIRA, R. Caffeine influences performance,

- muscle pain, muscle damage marker, but not leukocytosis in soccer players. **Polish Society of Sports Medicine.** v.16, n.1 p.22-29, 2012.
- 113.**PINTO, R. S. et al. Short-term strength training improves muscle quality and functional capacity of elderly women. **Age (Dordrecht, Netherlands),** v. 36, n. 1, p. 365-72, Feb 2014.
- 114.**POTGIETER, S; WRIGHT, H.H; SMITH, C. Caffeine Improves Triathlon Performance: A Field Study in Males and Females. **Int J Sport Nutr Exerc Metab.** v. 28, n. (3) p. 228-237,2018.
- 115.**RADDI, L. L. et al. Treino de corrida não interfere no desempenho de força de membros superiores. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte,** v. 14, n. 6, p. 544-547, 2008.
- 116.**REED, J.; SCHILLING, B.; MURLASITS, Z. Acute neuromuscular and metabolic responses to concurrent endurance and resistance exercise. **Journal of Strength e Conditioning Research,** v. 27, p. 793-80, 2013.
- 117.**RICHARDSON, D. L.; CLARKE, N. D. Effect of coffee and caffeine ingestion on resistance exercise performance. **Journal of Strength e Conditioning Research,** v. 30, n.10, p. 2892-2900, 2016.
- 118.**ROBERTS, S. P.; STOKES, K. A.; TREWARTHA, G.; DOYLE, J.; HOBGEN, P.; THOMPSON, D. Effects of Carbohydrate and Caffeine Ingestion on Performance during a Rugby Union Simulation Protocol. **Journal of Sports Sciences.** v. 8, n. 8, p. 833 – 842, 2010.
- 119.**ROBINEAU, J., LACOME, M., PISCIONE, J., BIGARD, X., e BABAULT, N. Concurrent training in rugby sevens: Effects of high-intensity interval exercises. **International Journal of Sports Physiology and Performance,** v. 12, n.3, p. 336–344, 2017.
- 120.**SANTOS, Thiago Cascaes. **Utilização da goma de cafeína no desempenho aeróbio e anaeróbio em militares ativos.** 2013. 91f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.
- 121.**SANTOS, V. G.; SANTOS, V. R.; FELIPPE, L. J.; ALMEIDA, J. W. J. R.; BERTUZZI, R.; KISS, M. A.; LIMA-SILVA, A. E. Caffeine Reduces Reaction Time and Improves Performance in Simulated-Contest of Taekwondo. **Nutrients.** v.6, p. 637-649, 2014.
- 122.**SAUNDERS, B; OLIVEIRA, L. F; SILVA, R. P; SALLES, P. V; GONÇALVES, L. S; YAMAGUCHI, G; MUTTI; MACIEL, E; ROSCHEL, H; ARTIOLI, G. G; GUALANO, B. Placebo in sports nutrition: a proof-of-principle study involving caffeine supplementation. **Scand J Med Sci Sports.** V. 27, n. 11, p. 1240-1247, 2017.

- 123.**SCHUBERT, M. M.; HALL, S.; LEVERITT, M.; GRANT, G.; SABAPATHY, S.; DESBROW, B Caffeine consumption around na exercise bout: effects on energy expenditure, energy intake, and exercise enjoyment. **Journal of Applied Physiology Published.** v. 117, n. 7, p. 745-754, 2014.
- 124.**SILVA CGDA, CAVAZZOTTO TG, QUEIROGA MR. Suplementação de cafeína e indicadores de potência anaeróbia. **Revista da Educação Física.** v.25, n.1, p.109-161, 2014.
- 125.**SILVA, C. M.; SOARES, E. A.; COELHO, G. M. O. Efeito da suplementação de β-alanina em atletas praticantes de atividade física e sedentários. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício.** v. 9, n. 56, p. 575-591, 2015.
- 126.**SILVA, J. P.L.; FELIPPE, L. J. C.; CAVALCANTE, M. D. S.; BERTUZZI, R.; LIMA-SILVA, A. E. Caffeine Ingestion after Rapid Weight Loss in Judo Athletes Reduces Perceived Effort and Increases Plasma Lactate Concentration without Improving Performance. **Nutrients** v. 6, n. 7, p. 2931-2945, 2014.
- 127.**SILVEIRA, L. R; ALVES, A. A; DENADAI, B. S. Efeito da lipólise induzida pela cafeína na performance e no metabolismo de glicose durante o exercício intermitente. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento.** v. 12 n. 3 p. 21-26, 2004.
- 128.**SINCLAIR, C. J. D.; GEIGER, J. D. Caffeine use in sport: a pharmacological review. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness,** v. 40, n. 1, p. 71-79, 2000.
- 129.**SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. **Nutrition**, v. 9, n. 5, p. 480-491; discussion 480, 492, 1993.
- 130.**SMIRMAUL, Bruno de Paula Caraça. **Efeitos da ingestão de cafeína em exercício aeróbio de alta intensidade em hipóxia: parâmetros fisiológicos e perceptuais.** 2013. 106f Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Estadual de Campinas, 2013.
- 131.**SMIRMAUL, B.P; MORAES, A.C; ANGIUS, L; MARCORA, S. M. Effects of caffeine on neuromuscular fatigue and performance during high-intensity cycling exercise in moderate hypoxia. **Eur J Appl Physiol.** v. 117, n.1, p.27-38, 2017.
- 132.**SMITH, A. Effects of caffeine on human behavior. Food and chemical toxicology. **British Industrial Biological Research Association.** v. 40, n. 9, p. 1243-55, 2002.

- 133.**Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC). V Diretrizes de Monitorização Ambulatorial da Pressão Arterial (MAPA) e III Diretrizes de Monitorização Residencial da Pressão Arterial (MRPA). **Arquivos Brasileiro de Cardiologia**, v. 97, p. 1-24, 2011.
- 134.**SOUSSI M, ABEDELMALEK S, CHTOUROU H, ATHEYMEN R, HAKIM A, SAHNOUN Z. Effects of Morning Caffeine' Ingestion on Mood States, Simple Reaction Time and Short-Term Maximal Performance on Elite Judoists. **Asian Journal of Sport Medicine**. v.3, n.3, p.161-168, 2012.
- 135.**SOUZA, D. B; DUNCAN, M; POLITO, M. D. Acute Caffeine Intake Improves Lower Body Resistance Exercise Performance With Blood Flow Restriction. **Int J Sports Physiol Perform**. v. 24, p.1-22, 2018.
- 136.**SPORER, B.; WENGER, H. Effects of aerobic exercise on strength performance following various periods of recovery. **Journal of Strength e Conditioning Research**, v. 17, n. 4, p. 638-644, 2003.
- 137.**SPIRET, L.L. Caffeine and performance. **International Journal Sports Nutrition**, v. 5, n. 1, p. 84-89, 1995.
- 138.**TANAKA H, SWENSEN T. Impact of resistance training on endurance performance. A new form of crosstraining? **Internacional Journal of Sports Medicine**, n. 25, p.191-200, 1998.
- 139.**TARNOPOLSKY, M. A. Effect of caffeine on the neuromuscular system-potential as an ergogenic aid. **Applied Physiology Nutrition And Metabolism Physiologie Appliquee Nutrition Et Métabolisme**, v. 33, n. 6, p. 1284-1289, 2008.
- 140.**TIMMINS, T.; SAUNDERS, D. H. Effect of caffeine ingestion on maximal voluntary contraction strength in upper- and lower-body muscle groups. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v 28, n.11, p. 3239–3244, 2014.
- 141.**TREMBLAY, A. J. P; DEPRES, C; LEBLANC, C. L; CRAIG, B; FERRIS, T; STEPHENS; BOUCHARD, C. Effect of intensity of physical activity on body fatness and fat distribution. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v.5, n 1, p.153-157. 1990.
- 142.**TREXLER, E.T.; SMITH-RYAN, A. E.; ROELOFS, E. J.; HIRSCH, K. R.; MOCK, M.G. Effects of coffee and caffeine anhydrous on strength and sprint performance. **European Journal of Sport Science**. v. 12, n. 1 p.1-10, 2015.
- 143.**TURLEY, K.; EUSSE, P.; THOMAS, M.; TOWNSEND, J. R.; MORTON, A. B. Effects of Different Doses of Caffeine on Anaerobic Exercise in

Boys. **Pediatric Exercise Science and Medicine** v. 27, n.1, p. 50-56, 2015.

144. UM SABAG, NAJAFI UM; MICHAEL, S; ESGIN T, HALAKI M; HACKETT D; The compatibility of concurrent high intensity interval training and resistance training for muscular strength and hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. **J Sports Sci.** v. 16, p1-12, 2018.
145. WARREN, G. L.; PARK, N. D.; MARESCA, R. D.; McKIBANS, K. I.; MILLARD-STAFFORD, M. L. Effect of caffeine ingestion on muscular strength and endurance: a meta-analysis. **Medicine and Science in Sports and Exercise, Hagerstown**, v. 42, n. 7, p. 1375-1387, 2010.
146. WILMORE, J.; COSTILL, D. **Fisiologia do esporte e do exercício.** 2ed. Editora Manole. São Paulo, Brasil, 2001.
147. WILLIAMS, A. D.; CRIBB, P. J.; COOKE, M. B.; HAYES, A. The effect of ephedra and caffeine on maximal strength and power in resistance-trained athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, n. 2, p. 464-470, 2008.
148. WILSON, J. M. et al. Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. **Journal of Strength e Conditioning Research**, v. 26, n. 8, p. 2293-30, 2012.
149. YEO, S. E.; JENTJENS, R. L., WALLIS, G. A.; JEUKENDRUP, A. E. Caffeine increases exogenous carbohydrate oxidation during exercise. **Journal of Applied Physiology**. v. 99 n. 3, p. 844-85, 2005.

***Relatório do trabalho de campo***

## **1 Introdução**

Este relatório apresenta em detalhes como se deu o desenvolvimento da pesquisa realizada para a elaboração da Dissertação de Mestrado junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Pelotas. O espaço foi destinado para descrever aspectos do trabalho de campo e apresentar mudanças que foram necessárias a serem realizadas em relação ao projeto de pesquisa original do estudo.

## **2 Coleta de dados**

As coletas de dados foram realizadas no período de outubro de 2016 a junho de 2018, após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas.

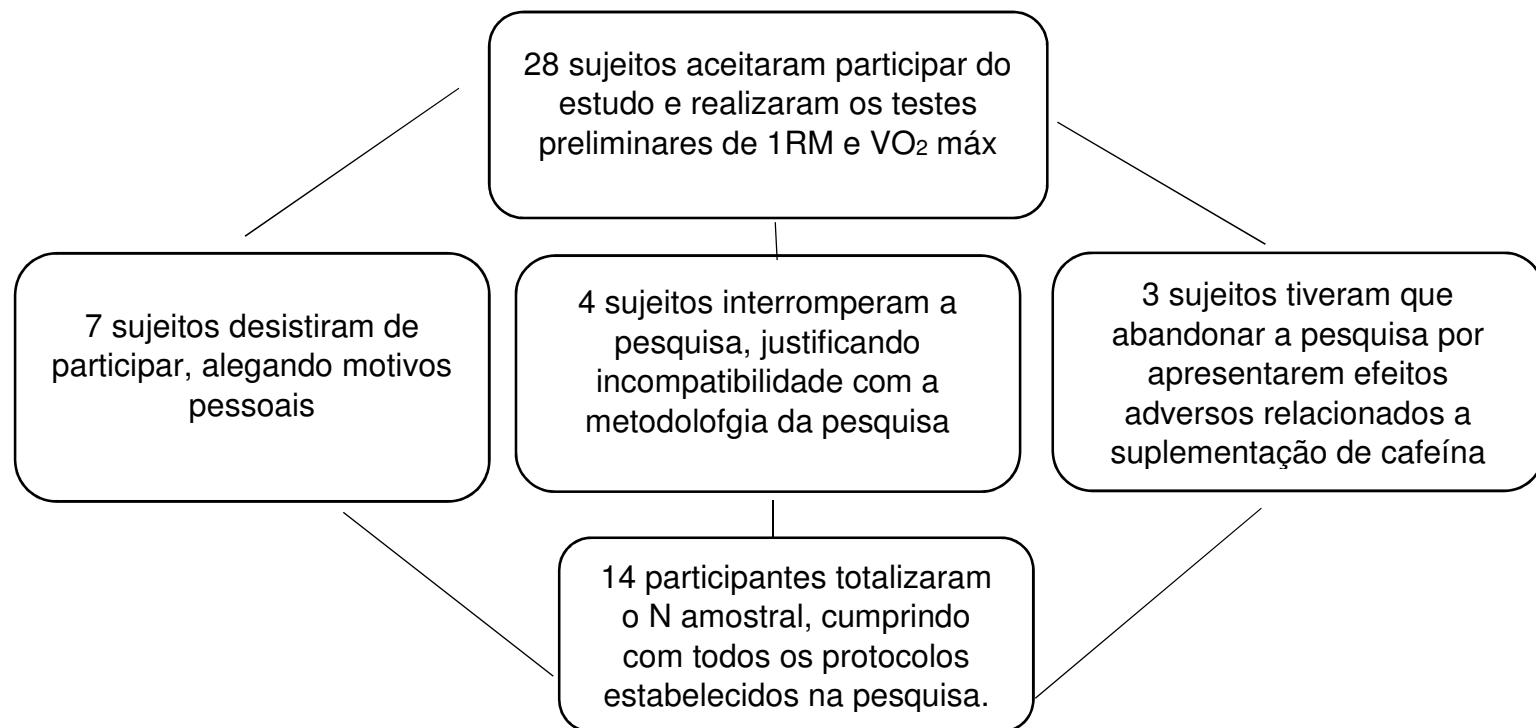
Dentro dos critérios de inclusão descritos no projeto, incluía que seriam elegíveis os indivíduos que apresentassem Índice de Massa Corporal (IMC) entre os valores de 18,5 a 24,9 kg.m<sup>-2</sup>. No entanto tal medida teve que ser descartada em virtude do IMC não representar a real composição corporal dos sujeitos, visto que eles eram homens treinados e consequentemente obtinham maior massa magra acarretando na elevação da massa total, medida essa, utilizada para cálculo do IMC.

Sobre as análises de cafeína no sangue que iriam ser efetuadas através de um laboratório externo, acabaram sendo optadas por executá-las na própria UFPel, decorrente de uma parceria com o Laboratório de Cromatografia e Espectrometria de Massas – LACEM, o qual obtinham Instrumentação e condições analíticas necessárias para dosar cafeína com custo zero. A metodologia empregada nos procedimentos está descrita no artigo deste estudo em anexo.

No decorrer da pesquisa ocorreram problemas técnicos no analisador de gases portátil do tipo caixa de mistura (VO2000, MedGraphics, Ann Arbor, USA), repercutindo na perda dos dados coletados do EPOC de alguns participantes, fator que impossibilitou a análise comparativa, relacionados ao gasto energético nos 30 min pré e após sessão de treinos entre os sujeitos, limitando, por conseguinte a apresentação dos resultados desse desfecho.

### 3 Perdas e recusas

Houve perda amostral de 14 sujeitos, conforme demonstra o fluxograma, representado na figura 1 abaixo, decorrente de motivos pessoais, incompatibilidade com a metodologia da pesquisa empregada ou por apresentarem efeitos adversos, como insônia, ansiedade, náuseas, desconforto gastrointestinal e arritmias cardíacas, já mencionados na literatura por Lopes (2015) e Annuciato et al., (2009), relacionados a suplementação de cafeína. Com isso na tentativa de alcançar-se um número amostral satisfatório, foi dada continuidade no recrutamento dos sujeitos, afim de atingir a marca de 14 sujeitos, propostas pelo cálculo amostral deste estudo.



**Figura 1:** Fluxograma representativo sobre perdas e recusas de sujeitos durante a pesquisa.

**Artigo original a ser submetido para revista:**  
***Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism***

## **EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA SOBRE O DESEMPENHO DE FORÇA DURANTE SESSÃO DE TREINO CONCORRENTE EM HOMENS TREINADOS**

Mirian V. Valério<sup>1</sup>, Airton J. Rombaldi<sup>1</sup>, Cristine L. Alberton<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pelotas-UFPEL, Brasil/RS

**Corresponding Author:**

**Nome: Mírian Vaz Valério**

**Endereço: Rua Luiz de Camões, 625 – Bairro Tablada; Pelotas - RS, Brasil  
-96055-630**

**Telefone: + 55 (53) 3273-2752**

**E-mail: [mirianvalerio@gmail.com](mailto:mirianvalerio@gmail.com)**

## RESUMO

O objetivo do estudo foi verificar o efeito da suplementação de cafeína sobre o desempenho de força e índice de esforço percebido (IEP) durante sessão de treino de força isolado (TF) e treino concorrente (TC). Para isso, 14 homens treinados em força participaram de seis situações experimentais: controle (CONT), placebo (PLA) e cafeína (CAF) administrados previamente às sessões de TF e TC (ordem aeróbio-força). Nas situações PLA e CAF, os participantes ingeriram cápsulas contendo placebo ou cafeína ( $6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ ). Foram mensurados o desempenho de força, por meio do número de repetições máximas realizadas no exercício agachamento e o IEP da sessão. Para a análise de dados foi usada ANOVA de dois fatores com medidas repetidas ( $\alpha=0,05$ ). Observou-se que a sessão de TC resultou em menor número total de repetições comparado a TF em todas as situações ( $p<0,001$ ). Os efeitos da suplementação de cafeína foram observados no número total de repetições do exercício agachamento ( $p=0,027$ ), sendo os valores da situação CAF significativamente maiores que a situação CONT. Adicionalmente, a cafeína não foi capaz de minimizar o efeito agudo de interferência sobre desempenho de força no TC (interação treino\*suplementação:  $p >0,05$ ). Com relação ao IEP, houve efeito do treino ( $p<0,001$ ), com maiores valores para TC em comparação a TF, sem efeito significativo da suplementação ( $p=0,903$ ). Portanto, a suplementação de cafeína pode ser alternativa interessante de forma aguda nas sessões do TF e TC, já que proporciona maior volume de repetições no desempenho de força sem aumento do IEP.

**Palavras-Chave:** recurso ergogênico; efeito de interferência; treino de força; treino combinado.

## INTRODUÇÃO

Muitos atletas e praticantes de exercícios físicos recorrem a recursos ergogênicos na tentativa de obter melhores respostas no desempenho esportivo ou no seu padrão estético e de saúde em geral (BASSINI-CAMERON et al., 2007; SILVA et al., 2014; JERONIMO et al., 2017). Paralelamente a isso, diversos indivíduos fisicamente ativos, procuram estímulos que modifiquem o seu atual cenário de desânimo frente aos resultados e programas de treinamento (TREXLER et al., 2015). Dentre esses suportes, a suplementação de cafeína surge como alternativa para redução da percepção de fadiga muscular (COSO et al., 2011), com intuito de atuar como antagonista da adenosina, neurotransmissor que age inibindo a expressão de dopamina no sistema nervoso central (ASTORINO et al., 2011). Dessa forma, a cafeína pode permitir que os atletas ou praticantes de exercícios físicos treinem além de sua capacidade previamente percebida (SABBLAH et al., 2015), contribuindo para diminuir a percepção do esforço, como verificado nos estudos de Doherty et al. (2004) e Doherty e Smith (2004). Além disso, a cafeína pode atuar também na elevação da mobilização de cálcio pelo retículo sarcoplasmático, o que potencializa a contração muscular (SINCLAIR e GEIGER, 2000) e, consequentemente, mantém maior tempo e qualidade na performance do exercício (TREXLER et al., 2015), fornecendo assim aos atletas uma vantagem competitiva (JERONIMO et al., 2017).

Com relação ao desempenho aeróbio, estudos demonstram de forma consensual efeito positivo da suplementação de cafeína sobre desfechos aeróbios e índice de esforço percebido (IEP) (PATON et al., 2014; GONÇALVES et al., 2017; SMIRMAUL et al., 2017; GLAISTER e GISSANE, 2018; POTGIETER et al., 2018). Entre esses estudos, Cox et al. (2002) demonstraram que a suplementação aguda de cafeína, com dose de  $6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de massa corporal, responde positivamente sobre o desempenho do teste contrarrelógio em cicloergômetro realizado por homens treinados, além de proporcionar menores respostas de IEP, medida através da Escala de Borg, em comparação aos grupos suplementados com carboidrato e placebo.

Com relação ao desempenho de força, alguns estudos demonstram efeitos ergogênicos da suplementação de cafeína sobre a força máxima atingida em teste de uma repetição máxima (1RM) e sobre o número de repetições máximas realizadas (GRGIC e MIKULIC, 2017; SOUZA et al., 2018; SOUZA et al., 2018; ASTLEY et al., 2018; FETT et al., 2018). Em estudo realizado por Da Silva et al. (2015), utilizando um desenho *crossover*, duplo-cego, contrabalanceado, foi verificado que a suplementação de cafeína ( $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de massa corporal) em homens treinados em força revelou aumento no número de repetições máximas nos exercícios *leg press* e supino quando comparados à intervenção placebo, ambos realizados até a falha com carga correspondente a 80% de 1RM. Adicionalmente, não foram notadas diferenças no IEP, medido através da escala de Borg.

Por outro lado, estudos realizados sem a suplementação de cafeína demonstram que exercícios aeróbios e de força realizados de forma combinada na mesma sessão, o qual podemos chamar de treinamento concorrente (TC), poderiam repercutir num prejuízo no desempenho de força quando esse é realizado após o exercício aeróbio comparado ao treino de força isolado, (MCCARTHY et al., 2002; CADORE et al., 2010). Esse efeito de interferência pode estar presente tanto de forma aguda (LEVERITT e ABERNETHY, 1999; SPORER e WENGER, 2003; DE SOUZA et al., 2007; REED et al., 2013; DE SALLES PAINELLI et al., 2014; PANISSA et al., 2015; COFFEY e HAWLEY, 2017; JONES et al., 2017; UM SABAG et al., 2018;), quanto de modo crônico (TANAKA; SWENSEN, 1998; WILSON et al., 2012; BEATTIE et al., 2017; MURLASITS et al., 2017). Evidências na interferência aguda demonstram que o treino de força é prejudicado pelo volume do treino, decorrente da fadiga residual gerada pelo treino aeróbio realizado previamente, o que afeta os ganhos de força, considerando que o volume é uma variável determinante na força.

Dessa forma, a suplementação de cafeína poderia ser uma alternativa para otimizar e reduzir os efeitos agudos de interferência no desempenho de força durante as sessões de TC, bem como amenizar o IEP. Tal fato poderia ser atribuído ao uso de cafeína como recurso ergogênico eficiente na contração muscular com adicional redução da fadiga (SANTOS e SANTOS, 2002; GOLDSTEIN et al., 2010; COSO et al., 2011), considerando que um dos efeitos

de interferência no TC é justamente relacionado à fadiga muscular (LEVERITT et al., 1999). Além disso, algumas inconsistências entre os resultados dos diferentes estudos podem ser atribuídas a falta de controle alimentar e nível de treinamento entre os sujeitos, comparados a intervenções com grupo placebo versus suplementação de cafeína (ASTORINO et al., 2011).

Portanto, o objetivo do presente estudo foi verificar o efeito da suplementação de cafeína sobre o desempenho de força e IEP após sessões de treino de força isolado e treino concorrente em homens treinados. Considerando que o efeito agudo de interferência no TC tem sido associado à fadiga sobre o sistema musculoesquelético e a cafeína reflete a capacidade de bloquear os receptores de adenosina, auxiliando na contração muscular (GOLDSTEIN et al., 2010), tem-se como hipótese que a suplementação de cafeína aumentaria o desempenho de força durante TC em homens treinados e minimizaria o efeito agudo de interferência comparado ao treino de força isolado.

## MÉTODOS

### Delineamento

Foi realizado estudo quantitativo, de caráter experimental, do tipo ensaio cruzado randomizado, com manipulação na suplementação de cafeína versus placebo e controle de forma duplo-cego sobre o número de repetições máximas realizadas e respostas de percepção de esforço em sessão de treino concorrente e de força isolado a fim de responder as hipóteses do estudo. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas-UFPel (CAAE 61058916.0.0000.5313).

### Amostra

A amostra foi composta por 14 sujeitos que completaram o protocolo. O cálculo amostral foi realizado no programa GPower versão 3.1 (FAUL et al., 2007) para Anova Fatorial. Adotou-se um  $\alpha$  de 5%, um poder de 80%, e os dados de médias quadráticas do modelo e residual referente ao desfecho principal.

(número de repetições totais) de estudos prévios de nosso Laboratório, resultando em um n amostral de 14 sujeitos. No total, 28 sujeitos realizaram os testes preliminares e iniciaram os protocolos de avaliação. No entanto, houve 14 perdas ao longo do estudo, ocasionadas por motivos pessoais ( $n = 7$  sujeitos), incompatibilidade com a metodologia da pesquisa ( $n = 4$  sujeitos) ou por apresentarem efeitos adversos relacionados a suplementação de cafeína ( $n = 3$  sujeitos), como insônia, ansiedade, náuseas, desconforto gastrointestinal e arritmias cardíacas, já mencionados na literatura (ASTORINO et al., 2008; HUNTLEY et al., 2012)

Os critérios de inclusão adotados foram: homens com idades entre 18 e 35 anos, treinados em força há no mínimo três meses, com frequência semanal mínima de três vezes na semana e que incluíam na rotina de treino de força exercícios de membros inferiores. Além disso, foram elegíveis indivíduos que apresentassem peso corporal estável, ou seja, com alteração inferior a 5 kg nos últimos seis meses. Os participantes elegíveis não poderiam ser consumidores de cafeína ou deveriam ser usuários leves da substância ( $<200 \text{ mg.dia}^{-1}$ ) (LEE et al., 2016), visto que o uso frequente da cafeína tem sido demonstrado ser capaz de neutralizar as respostas metabólicas provocadas pela sua ingestão (SPRIET, 1995). Os participantes incluídos apresentaram resposta negativa a todas as perguntas do questionário *Physical Activity Readiness Questionnaire - PAR-Q* (ANEXO II; CHISHOLM et al., 1975), questionário utilizado nesse estudo com intuito de evitar sintomas de alteração no ritmo cardíaco, que pode estar relacionado a suplementação de cafeína, como observado no estudo de Astorino et al., (2008).

Como critérios de exclusão foram considerados consumo crônico de bebida alcoólica, tabaco ou diagnóstico de doença tireoidiana, diabetes, histórico de problemas cardiovasculares e quadro de hipertensão arterial. Também foram excluídos da amostra usuários de drogas que interferissem na manutenção da massa corporal, na resistência à insulina e no equilíbrio hídrico, como os diuréticos, ou ainda aqueles que estivessem utilizando qualquer tipo de complemento alimentar, farmacológico ou hormonal. Por fim, foram excluídos os usuários de cafeína, sujeitos que tivessem realizado cirurgias bariátrica,

lipoaspiração ou que possuíssem lesão musculoesquelética que impossibilitasse a execução dos protocolos propostos. Essas informações foram verificadas por meio de anamnese.

O recrutamento dos sujeitos foi realizado por voluntariedade na cidade de Pelotas, RS, por meio de divulgação em mídias sociais e cartazes na própria universidade, baseado nos critérios de elegibilidade para esse estudo, bem como a aceitação dos participantes perante as exigências dos protocolos de treino, dieta, consumo de cafeína e suplementação durante todo o período abrangente da coleta de dados. Todos os voluntários recrutados assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, após estarem cientes do protocolo experimental, antes do início da participação do estudo.

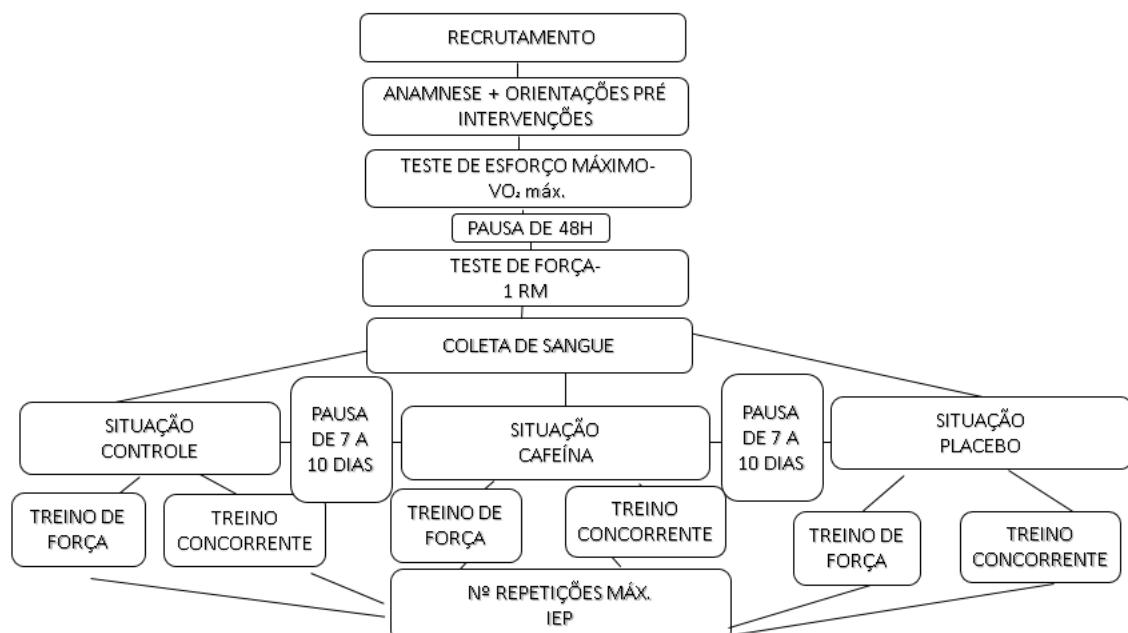
### **Desenho experimental**

Após a concordância em participar do estudo, foi aplicada uma anamnese, a fim de verificar aspectos relacionados a saúde, hábitos de treino de força, consumo alimentar, bem como a ingestão de produtos com cafeína. Além disso, na primeira sessão foram realizadas as medidas antropométricas de massa corporal e estatura, por meio de uma balança digital, acoplada a um estadiômetro (FILIZOLA, São Paulo, Brasil). Baseado nos dados de massa corporal e estatura utilizou-se a fórmula: peso (kg) /altura<sup>2</sup> (m), para o cálculo do índice de massa corporal (IMC). Para avaliação do percentual de gordura corporal, a densidade corporal foi estimada por meio da equação proposta por Jackson e Pollock (1978), empregando o protocolo de sete dobras cutâneas, utilizando um plicômetro (CESCORF, Porto Alegre, Brasil). Também foram incluídas medidas de circunferência da cintura (altura do umbigo) e do quadril (ponto mais largo), utilizando uma fita antropométrica (CESCORF, Porto Alegre, Brasil) e posteriormente determinada a relação cintura/quadril, a fim de caracterizar a amostra. A pressão arterial foi aferida seguindo as recomendações da Sociedade Brasileira de Cardiologia, utilizando o método oscilométrico com auxílio de esfigmomanômetro modelo HEM-72000 (OMRON, China).

Os indivíduos incluídos no estudo passaram por uma coleta de sangue, com intuito de verificar a capacidade de absorção da cafeína, além disso realizaram testes preliminares de VO<sub>2max</sub> em esteira e 1RM no exercício

agachamento, a fim de determinar a intensidade e carga de treinamento executadas nas sessões de protocolo de treino concorrente (TC) e de força isolada (TF). Todos os sujeitos selecionados foram instruídos a absterem-se ou manterem um consumo leve de cafeína, durante todo o período de intervenção (duração total entre 42 e 60 dias), sendo orientados a manterem sua dieta habitual. Nas 24 h prévias aos protocolos de treino, os participantes seguiram um plano alimentar oferecido por uma nutricionista, sem modificar sua rotina de treinamentos, ou realizar atividade extenuante adicional ou privação do sono.

A intervenção foi composta por seis situações experimentais, Situação Controle (CONT), Situação Placebo (PLA) e Situação Cafeína (CAF), manipuladas de forma duplo-cego com relação ao participante e avaliador previamente a realização das sessões de treino concorrente (TC) ou de força isolada (TF). Nas situações CAF e PLA, os participantes consumiram cápsulas contendo cafeína ou placebo 30 min prévios a sessão de treino (TC ou TF), enquanto na situação CONT nenhuma cápsula foi ingerida. Durante o protocolo de força, tanto no TC como no TF, foram registrados o número de repetições máximas realizadas em cada série, assim como o IEP 30 min após a sessão, realizadas com intervalos de sete a dez dias. O fluxograma com a representação esquemática do delineamento experimental está apresentado na Figura 1.



**Figura 1.** Representação esquemática da seleção e avaliação dos participantes.

## Controle de dieta e exercício físico

Todos os participantes foram instruídos a manter o consumo alimentar habitual e a ingestão leve de produtos que contivessem cafeína ( $<200 \text{ mg.dia}^{-1}$ ). O mesmo foi controlado por meio da quantidade identificada no conteúdo de cafeína em alimentos e bebidas populares, durante todo o período de experimento.

Nos dias que antecederam os protocolos até o momento da sua aplicação, os participantes foram instruídos a seguir um plano alimentar padronizado quanto aos macronutrientes, com aporte calórico correspondente às necessidades diárias de cada participante, que foram calculados através da fórmula de BOLSO (ESPEN, 2006). A distribuição dos macronutrientes seguiram a *Dietary Reference Intakes* (2005), com distribuição energética contendo aproximadamente 15, 35 e 50% de proteínas, gorduras e carboidratos, respectivamente, ajustados com auxílio do software DIETBOX® versão online. A dieta e o consumo de cafeína foram controlados através de um diário alimentar, documentado e preenchido, conforme orientação prévia nas 24 h que antecediam a prática dos protocolos.

Todos os sujeitos obtiveram boa aceitação e adesão ao plano alimentar, prescrito pela nutricionista, o qual foram controlados através do registro de um diário alimentar, realizado nas 24 horas antecedentes a todas seis sessões de treino. Esse fator garantiu o equilíbrio nutricional e a correta aferição do efeito da suplementação, evitando assim, queda do desempenho decorrente do aporte ineficiente da dieta.

Quanto ao controle de exercício físico, os sujeitos treinados em força foram instruídos a manterem sua rotina de treinamento habitual, salientando para não realizarem atividade extenuante ou privação do sono nas 24 h anteriores a aplicação dos protocolos de treino do estudo.

## Testes de determinação de cargas

### *Primeira sessão*

Os participantes foram inicialmente familiarizados com o exercício de força agachamento que foi realizado nos protocolos experimentais. O exercício agachamento foi demonstrado e praticado de acordo com as orientações de um profissional de Educação Física, com controle de amplitude de movimento (marcação previamente estabelecida com *steps* e anilhas, alocadas sobrepostas a fim de manter a flexão de joelhos em aproximadamente 90º) e ritmo de execução pré-estabelecido (2 segundos para cada fase - concêntrica e excêntrica, controlados por metrônomo).

Após, os participantes realizaram teste progressivo de consumo máximo de oxigênio ( $\text{VO}_{2\text{max}}$ ) em esteira, a fim de determinar a velocidade máxima correspondente ao  $\text{VO}_{2\text{max}}$  ( $\text{vVO}_{2\text{max}}$ ). O teste iniciou em uma velocidade de 6  $\text{km.h}^{-1}$  durante 2 min, com incrementos na velocidade de 1  $\text{km.h}^{-1}$  a cada 1 min. O teste foi interrompido quando a amostra indicou exaustão voluntária através de sinal manual. Os gases respiratórios foram coletados utilizando uma máscara ao longo do teste conectada a um analisador de gases portátil do tipo caixa de mistura (VO2000, MedGraphics, Ann Arbor, USA), previamente calibrado de acordo com as especificações do fabricante. A frequência cardíaca foi coletada através de um cardiofrequencímetro Polar (FT1, Polar, Kempele, Finlândia) a cada 30 s. A taxa de amostragem para os dados de gases respiratórios foi de uma amostra a cada três respirações, utilizando o software Aerograph para aquisição dos dados. O teste foi considerado válido quando um dos seguintes critérios foi alcançado: valor de taxa de troca respiratória maior que 1,15 ou taxa respiratória máxima maior do que 35 respirações por minuto ao final do teste (HOWLEY et al., 1995).

### *Segunda sessão*

Após 48 h da primeira sessão, foi realizado o teste de 1RM no exercício de agachamento (Figura 2). O valor de 1RM foi considerado a máxima carga possível de se realizar uma repetição completa – fase concêntrica e excêntrica – do exercício dentro da amplitude e ritmo propostos. Foi realizado um aquecimento específico no exercício agachamento com uma série com 15 repetições com carga submáxima correspondente a 50% do peso corporal. A seguir, o teste de 1RM teve início com a carga inicial estimada sobre os ombros

dos participantes, que foram orientados a realizar o maior número possível de repetições alcançando no máximo dez repetições. Após a execução da primeira tentativa do teste, a carga foi redimensionada através da tabela de Lombardi (1989), conforme o número de repetições corretas realizadas. O mesmo procedimento foi realizado até o alcance da carga máxima de cada participante em, no máximo, cinco tentativas com intervalos de 4 min entre elas. O ritmo de cada repetição, realizadas até a falha, foi controlado com 2 s para cada fase do movimento através de um metrônomo (MA-30, KORG, Tokyo, Japan). A amplitude de movimento foi controlada por marcação previamente estabelecida com steps e anilhas, alocadas sobrepostas a fim de manter a flexão de joelhos em aproximadamente 90º. Somente foram validadas as repetições executadas no ritmo e na amplitude determinados.



**Figura 2.** Execução do exercício de agachamento.

## Suplementação

A ordem de execução dos protocolos TC ou TF nas situações CONT, PLA e CAF foram realizadas aleatoriamente, sendo que todos os participantes realizaram todas as seis situações nos diferentes dias de experimento, com intervalo de sete a dez dias entre elas. Na situação CONT, os participantes não receberam nenhum tipo de suplementação no momento do procedimento; para

as outras duas situações foi oferecida aos participantes uma cápsula gelatinosa opaca, confeccionada em farmácia de manipulação, contendo placebo (aerosil 1, estearato magnésio 0,5, talco 30, laurel 1e amido qsp 100%) ou cafeína (6 mg.kg<sup>-1</sup> de massa corporal). A dose sugerida de cafeína demonstra efeitos ergogênicos precisos, sem atingir valores elevados de concentração urinária (9 mg.kg<sup>-1</sup> de massa corporal), considerados como doping, conforme WADA.

Após 30 min da ingestão das cápsulas, tempo necessário para atingir o nível de pico de cafeína no plasma (EFSA, 2015), os participantes foram encaminhados para os protocolos de treino, sendo permitido para todos os indivíduos a ingestão de água *ad libitum*. A fim de assegurar a dosagem oferecida de cafeína para os participantes, as cápsulas passaram pelo controle de qualidade através do laboratório *Pharma Control* (Porto Alegre, Brasil), conferindo a compatibilidade dos substratos e das doses inseridas nas cápsulas de suplemento e placebo propostos para esse estudo.

### **Análise de cafeína no sangue**

Com intuito de garantir a qualidade do estudo foi realizado um teste de absorção da cafeína antes do início da aplicação dos protocolos, na qual foram coletadas amostras de sangue dos participantes na situação *baseline* e após 30 min do consumo da cápsula de cafeína a fim de avaliar o grau de biodisponibilidade da cafeína.

#### *Coleta de sangue*

Foram colhidos 5 ml de sangue da fossa antecubital do membro não dominante nos momentos pré e após 30 min da suplementação de cafeína, durante todos os momentos de coleta de sangue os sujeitos se mantiveram em repouso. A amostra de sangue foi centrifugada a 3000 rpm, durante cinco minutos, após o soro foi colhido e congelado (-75°C), para posterior análise.

#### *Preparo da amostra*

Foram adicionados 0,1 mL de plasma dos sujeitos a 0,9 mL de acetonitrila. Após a amostra foi agitada durante 30 s e centrifugada durante 5 min (7000 rpm).

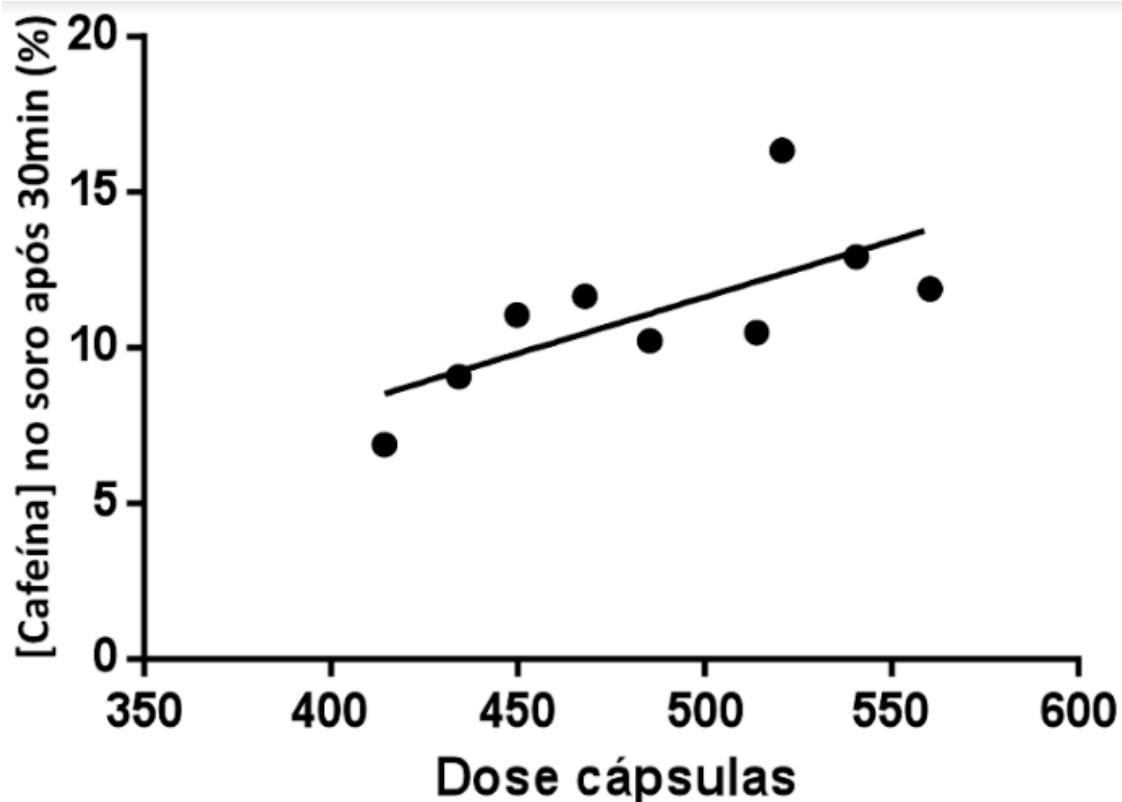
Posteriormente, o sobrenadante foi transferido para um novo tubo e em seguida filtrado com filtro de nylon 0,45 (AllCrom, St. Louis, Mo, EUA) antes da injeção no CG-EM.

#### *Instrumentação e condições analíticas*

Utilizou-se um GCMS Shimadzu QP2010 Ultra com autoinjetor AOC-20i e biblioteca de espectro de massas NIST 2011. Injetou-se 1 $\mu$ L de amostra com temperatura do injetor a 300°C, no modo splitless. Utilizou-se hélio como gás carreador com fluxo de 1.0 mL.min<sup>-1</sup> e velocidade linear como modo de controle de fluxo. A coluna capilar utilizada foi Rtx-5MS (30 m x 0,25 mm x 0,25  $\mu$ m), com programação isotérmica por 1 min à 100 °C, rampa de temperatura de 10 °C por minuto até 300 °C mantida por 2 min. A temperatura da fonte de íons e interface foram ajustadas em 250 °C, e a faixa de varredura de massas foi de 70 a 600 m/z e 0,2 escaneamentos por segundo.

#### *Respostas da absorção da cafeína*

Para verificar a absorção da cafeína das cápsulas, um teste de absorção foi realizado com a análise do sangue nos momentos pré e após 30 min. de ingestão de uma dose aproximada de 6mg/Kg<sup>-1</sup> da massa corporal de 9 indivíduos. As concentrações de cafeína nas amostras de sangue foram dosadas por espectofotometria de massa e o valor multiplicado pela volemia que foi estimada pela fórmula de Nedler (1962). A concentração de cafeína aos 30 min., ou seja, dose medida no soro pela quantidade total recebida x 100, foi em média 11,1% e teve correlação positiva com a dose total recebida. Em regressão linear ( $r^2= 0,47$ ;  $p= 0,03$ ), conforme demonstra na Figura 3.



**Figura 3-** O gráfico mostra o percentual de concentração de cafeína aos 30 minutos, ou seja, dose medida no soro pela quantidade total recebida x 100. Foi em média 11,1% e teve correlação positiva com a dose total recebida. Em regressão linear ( $r^2= 0,47$ ;  $p= 0,03$ ).

### Protocolos experimentais

Após a chegada dos participantes, imediatamente após a suplementação (CAF ou PLA) ou situação CONT, os participantes permaneceram em repouso em decúbito dorsal em um ambiente calmo e silencioso para que a cafeína fosse absorvida por 30 min. Imediatamente após o término da sessão de treino (TC ou TF), os indivíduos retornaram ao local do repouso, permanecendo em decúbito dorsal por 30 min para a mensuração da IEP 30 min pós-exercício.

#### *Protocolo de treino de força isolada*

Foi realizado aquecimento em esteira durante 5 min a uma velocidade de 6 km.h<sup>-1</sup>, seguido de intervalo de 2 min. Após, foram executadas quatro séries do exercício agachamento com a carga correspondente a 70% de 1RM, e intervalo de 2 min entre elas. As repetições máximas foram realizadas até a falha

concêntrica ou quando a amplitude delimitada não fosse alcançada ou, ainda, se as repetições não fossem realizadas no ritmo determinado (2 s em cada fase). O número de repetições nas quatro séries foi anotado e o número de repetições total e por série realizado em cada situação (CAF, PLA e CONT) foram utilizados para posterior análise.

#### *Protocolo de treino concorrente*

Foi realizado aquecimento em esteira durante 5 min a uma velocidade de 6 km.h<sup>-1</sup>, seguido de intervalo de 2 min para a realização do protocolo de corrida intervalada. O protocolo de corrida foi composto por oito *sprints* de 40 s a 100% da  $\text{vVO}_2\text{max}$ , com 20 s de intervalo passivo entre eles. Após, foi dado aos participantes um intervalo passivo de 5 min antes da realização do exercício de força. Por fim, os indivíduos realizaram o mesmo protocolo de força realizado no TF, composto por quatro séries do exercício agachamento com carga correspondente a 70% de 1RM, com 2 min de intervalo entre elas. Da mesma forma, o número de repetições em cada série foi anotado e o número de repetições totais e por série realizados em cada situação (CAF, PLA e CONT) foram utilizados para posterior análise.

#### **Medida do IEP**

O IEP foi obtido após 30 min do final de cada situação de treino realizada. A escala 0-10 (Figura 4) foi previamente lida e apresentada aos participantes, semelhante a utilizada por McGuinan e Foster (2004), na qual apresenta uma escala numérica variando de 0 (descanso) a 10 (máximo esforço). A escala foi apresentada para os participantes e após citadas as alternativas para os mesmos eles indicaram a intensidade da sessão.

Rating	Descriptor
0	Rest
1	Very, Very Easy
2	Easy
3	Moderate
4	Somewhat Hard
5	Hard
6	-
7	Very Hard
8	-
9	-
10	Maximal

**Figura 4** – Escala 0-10 de Percepção subjetiva ao esforço (adaptado de McGuinan e Foster 2004).

### Análise de dados

Os dados foram apresentados em média  $\pm$  desvio padrão. A normalidade dos dados foi verificada por meio do teste de *Shapiro-Wilk*. A esfericidade dos dados foi testada por meio do teste de Mauchly. Para comparação do número de repetições total e por série, assim como o IEP entre as sessões de treino (TF e TC) e entre as situações de suplementação (CAF, PLA e CONT) foi utilizado o teste de ANOVA de dois fatores para medidas repetidas. O teste *post hoc* de Bonferroni foi empregado para identificar as diferenças entre as situações de suplementação. O índice de significância adotado foi de  $\alpha = 0,05$  e todos os testes estatísticos foram realizados no programa estatístico SPSS vs. 20.0.

### RESULTADOS

Dos 28 sujeitos avaliados, 14 participantes completaram todo o protocolo experimental e cumpriram com os protocolos de dieta, frequência de treino, abstenção do consumo de cafeína e suplementação durante todo o período da pesquisa. As características dos participantes estão apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1** – Caracterização da amostra total ( $n = 14$ ) em estudo com suplementação de cafeína em homens treinados.

CARACTERÍSTICAS	Media ± DP
Idade (anos)	23,073 ± 4,16
Massa corporal (kg)	78,95 ± 12,89
Estatura (cm)	172,68 ± 7,04
IMC ( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-2}$ )	26,40 ± 3,40
% Gordura (%)	16,61 ± 6,97
$\Sigma$ Dobras cutâneas (mm)	130,68 ± 54,19
Relação cintura/quadril	0,82 ± 0,04
$\text{VO}_{2\text{max}}$ ( $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ )	57,04 ± 9,40
Velocidade máxima ( $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ )	17,86 ± 1,35
1 RM Agachamento Livre (kg)	109,43 ± 19,11
FC Repouso (bpm)	85,36 ± 10,05
FC máxima (bpm)	193,21 ± 9,15
Pressão Arterial sistólica repouso (mmHg)	125, 07 ± 12,07
Pressão Arterial diastólica repouso (mmHg)	67,71 ± 9,37

Nota: IMC – Índice de Massa Corporal;  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  - Consumo máximo de oxigênio; 1RM – teste de uma repetição máxima; FC – Frequência Cardíaca.

### Número de repetições máximas

Os efeitos ergogênicos da suplementação de cafeína foram observados nas duas primeiras séries ( $p = 0,006$  e  $p = 0,004$ , respectivamente) e no número total de repetições ( $p = 0,001$ ), tanto para o TF quanto para o TC, como pode ser observado na Tabela 2 e na Figura 4. O post hoc de Bonferroni demonstrou que na primeira série, a cafeína apresentou respostas superiores em comparação a situação placebo e controle, enquanto na segunda série e no número total de

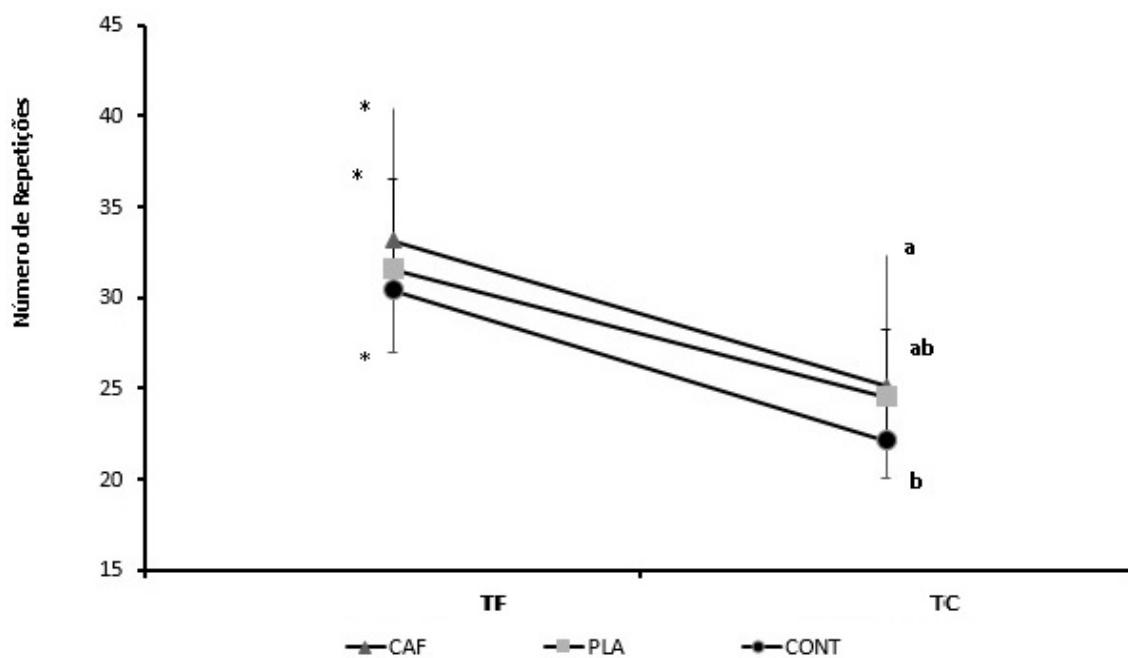
repetições, a cafeína apresentou maior desempenho que a situação controle. Por outro lado, na terceira ( $p = 0,566$ ) e quarta séries ( $p = 0,610$ ) não foram observadas diferenças significativas entre as situações de suplementação de cafeína.

Observou-se que a realização do TC resultou em menores número de repetições em todas as situações de suplementação ( $p < 0,001$ ) quando comparado ao TF. Os resultados indicam que o desempenho de força sofreu interferência durante as sessões de TC comparado ao TF isolado. Por fim, não houve interação significativa treino\*suplementação ( $p > 0,05$ ) em nenhuma das séries, assim como nas repetições totais, como pode ser observado na Tabela 2 e na Figura 5, indicando que a magnitude do efeito da suplementação de cafeína não foi capaz de minimizar o efeito agudo de interferência sobre o desempenho de força no exercício de agachamento livre analisado durante as sessões de TC.

**Tabela 2.** Efeito da suplementação de cafeína sobre o número de repetições máximas por série em sessão de treino de força isolado e treino concorrente.

Número de repetições máximas						
	CAF Média ± DP	PLA Média ± DP	CONT Média ± DP	TREINO P	SUPL P	T*S P
<b>Série 1: TF</b>	12,36 ± 2,95 <sup>a</sup>	10,71 ± 2,09 <sup>b</sup>	10,14 ± 2,77 <sup>b</sup>	< 0,001	0,006	0,256
	TC	8,21 ± 3,33 <sup>a</sup>	7,86 ± 2,54 <sup>b</sup>	6,86 ± 1,70 <sup>b</sup>		
<b>Série 2: TF</b>	8,93 ± 2,16 <sup>a</sup>	8,14 ± 1,23 <sup>ab</sup>	8 ± 1,23 <sup>b</sup>	< 0,001	0,004	0,672
	TC	7,00 ± 2,60 <sup>a</sup>	6,26 ± 1,98 <sup>ab</sup>	5,57 ± 1,39 <sup>b</sup>		
<b>Série 3: TF</b>	6,64 ± 1,73*	6,78 ± 1,05*	6,43 ± 1,40*	< 0,001	0,566	0,875
	TC	5,14 ± 2,03	5,43 ± 0,94	5,14 ± 1,10		
<b>Série 4: TF</b>	5,78 ± 1,53*	5,93 ± 1,38*	5,85 ± 1,29*	< 0,001	0,610	0,631
	TC	4,78 ± 1,89	4,93 ± 1,14	4,23 ± 1,34		

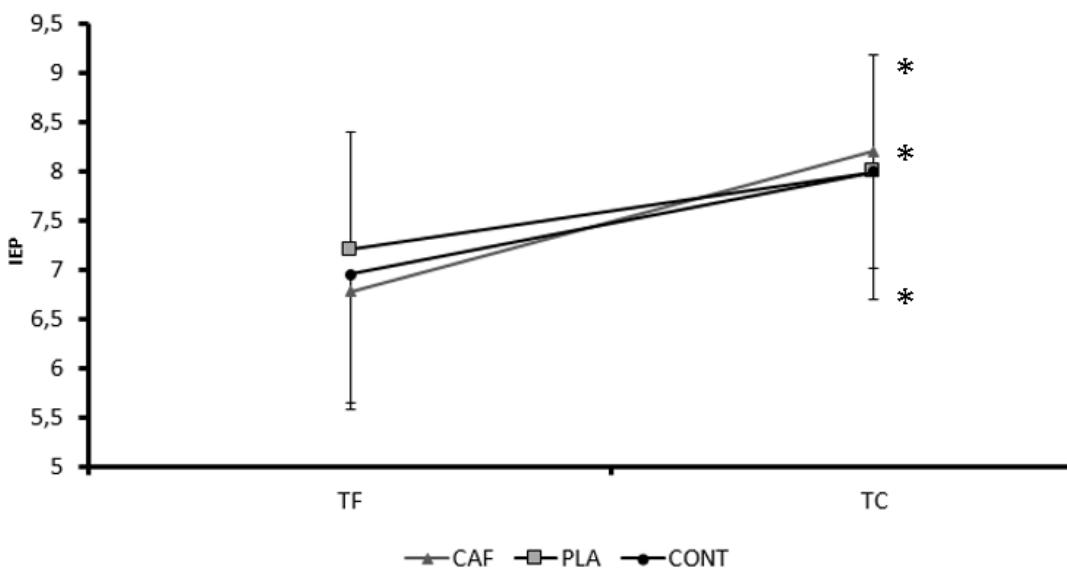
Nota - CAF: situação cafeína; PLA: situação placebo; CONT: situação controle; TREINO: efeito principal treino; SUPL: efeito principal suplementação; T\*S: interação treino-suplementação; TF: treino de força; TC: treino concorrente; \*: Indica diferença significativa entre os treinos; letras diferentes indicam diferença entre situações de suplementação.



**Figura 5** Número total de repetições máximas para cada situação experimental. TF: treino de força; TC: treino concorrente; CAF: situação cafeína; PLA: situação placebo; CONT: situação controle; \*: Indica diferença significativa entre os treinos; letras diferentes indicam diferença entre suplementação.

### Índice de Esforço Percebido

Todos os participantes apresentaram a mesma resposta de IEP entre as situações de suplementação de cafeína ( $p=0,903$ ), tanto para o TF quanto para o TC (Figura 6). Quando comparado os dois tipos de treino, o IEP resultou em maiores valores em todas as situações de suplementação para o TC em relação ao TF. Além disso, não houve interação significativa treino\*suplementação ( $p > 0,05$ ).



**Figura 6.** Índice de Esforço Percebido para cada situação experimental. TF: treino de força; TC: treino concorrente; CAF: situação cafeína; PLA: situação placebo; CONT: situação controle; \*: Indica diferença significativa entre os treinos.

## DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito da suplementação de cafeína sobre o desempenho de força após o treino de força isolado e o treino concorrente realizado na ordem aeróbio-força. Os principais achados da presente pesquisa foram relacionados a otimização do desempenho de força mensurado pelo número total de repetições no exercício de agachamento tanto no TF quanto no TC, de acordo com nossa hipótese. Por outro lado, houve redução no número de repetições totais na sessão de TC em comparação ao TF, sem minimização dessa interferência com a suplementação da cafeína, ao contrário de nossa hipótese. Adicionalmente, valores semelhantes de IEP foram observados entre as situações CAF, PLA e CONT, indicando que os sujeitos obtiveram maior rendimento com a suplementação de cafeína em relação ao volume de treino de força com manutenção do nível de percepção de esforço.

O presente resultado relacionado aos efeitos positivos da suplementação de cafeína em comparação a situação controle sobre o número total de

repetições durante o exercício agachamento corrobora, de certa forma, a nossa hipótese de que os recursos ergogênicos, vinculados a suplementação de cafeína, podem provocar melhores respostas de desempenho e refletir em maior benefício sobre o desfecho de força durante o treino concorrente. Esses resultados concordam com os diversos estudos que avaliaram o efeito da suplementação de cafeína durante sessões de treino de força isolado de membros inferiores (TREXLER et al., 2015; RICHARDSON e CLARK, 2016; GRGIC e MIKULIC 2017; ASTLEY et al., 2018; SOUZA et al., 2018, ASTLEY et al., 2018;). No estudo de Timmins e Saunders (2014), doses de cafeína equivalentes a proposta no nosso estudo foram utilizadas e os autores verificaram ganhos adicionais no desempenho relacionado a força voluntária máxima de membros superiores e inferiores, nos exercícios de extensores do joelho, flexores plantares do tornozelo, flexores do cotovelo e flexores do punho quando suplementados com cafeína e comparados a condição placebo.

Ainda sobre os nossos resultados, a suplementação de cafeína interferiu positivamente no desempenho de força nas duas primeiras séries em relação a situação controle. Por outro lado, na terceira e quarta séries não foram observadas diferenças significativas entre as diferentes situações de suplementação de cafeína. Estudos mais recentes realizados por Grgic e Mikulic (2017) e Souza et al. (2018) também demonstraram que a ingestão de 6 mg.kg<sup>-1</sup> de massa corporal de cafeína é capaz de aumentar o desempenho de força de membros inferiores. No entanto, Souza et al. (2018) vêm parcialmente ao encontro de nossos resultados, tendo observado diferença significativa no número de repetições entre as condições cafeína e placebo na 1º e 2º série e no total de repetições realizadas nas três séries dos exercícios de extensão unilateral do joelho. No presente estudo, apenas na primeira série a suplementação de cafeína resultou em um maior número de repetições em comparação tanto a situação placebo como controle, enquanto na segunda série e no número total de repetições diferenças significativas foram observadas apenas entre as situações de suplementação de cafeína e controle.

Os principais mecanismos pelos quais a suplementação de cafeína pode ser ergogênica envolvem o aumento da eficácia, do controle e da produção de energia. Sua atividade de ação que elucida ser periférica, especificamente, sobre

a liberação de cálcio do retículo sarcoplasmático, bem como por sua ação direta sobre o sistema nervoso central, agindo como antagonista dos receptores de adenosina (MATTOS et al., 2014; ALTIMARI, 2015). Baseado nisso, destaca-se que esse foi o primeiro estudo a determinar a melhora do desempenho de força durante TC, além do TF isolado. No entanto, embora a cafeína seja capaz de otimizar o número total de repetições durante TC e TF, ela não foi capaz de reduzir a interferência provocada pelo esforço aeróbio prévio a realização dos exercícios de força durante a sessão de TC.

Nossos resultados indicaram que o desempenho de força sofreu interferência durante as sessões de TC comparado ao TF isolado, já que o número de repetições no TF foi maior para todas as séries e para o volume total de repetições. O mesmo também pode ser verificado nos estudos de Leveritt e Abernethy (1999), Lemos et al. (2007), Reed et al. (2013), Panissa et al. (2015), Murlasits et al., (2017), Jones et al., (2017) e Sabag et al. (2018). Entre eles, pode-se destacar o estudo de Reed et al. (2013), que verificou um menor número de repetições máximas totais para o exercício de agachamento (6 séries a 80% 1RM) após o exercício aeróbio em cicloergômetro (45 min em intensidade correspondente a 75% da frequência cardíaca máxima), resultados similares aos do presente estudo, que utilizou intensidade de treino aeróbio em esteira mais elevada (8 *sprints* de 40 s a 100% da  $\text{vVO}_2\text{max}$ , com 20 s de intervalo passivo) e intensidade do treino de força um pouco mais leve (4 séries a 70% 1RM).

Os prejuízos citados acima podem estar relacionados à redução no desempenho de força de forma aguda, visto que o treinamento de resistência aeróbia realizado previamente pode apresentar uma fadiga residual que prejudica o treino de força realizado posteriormente, durante sessão de TC (PAULO et al., 2005). Além disso, a recuperação entre aeróbio e sessões de treinamento de força tem implicações no nosso principal desfecho, durante desempenho de força, que foi significativamente afetado pela quantidade do número de repetições máximas nas quatro séries, como percebido por Sporer e Wenger (2003). Essa fadiga gerada pelos exercícios aeróbios e consequentemente menor volume de repetições durante exercícios de força podem de forma crônica conduzir a menores ganho de força decorrentes de TC

comparado a TF, repercutindo no chamado efeito de interferência (LEMOS et al., 2007; CADORE et al., 2010).

Adicionalmente, encontramos valores semelhantes de IEP entre as situações de suplementação, tanto para o TF quanto para o TC. No entanto, TC resultou em maiores valores de IEP que TF devido ao esforço adicional do desempenho aeróbio associado ao de força. Tais resultados são interessantes sob o ponto de vista prático de prescrição de treino, uma vez que os indivíduos conseguem realizar um maior volume de treino com a suplementação de cafeína, sem alteração na percepção do esforço.

Tais resultados estão de acordo com os de Clarke et al. (2015) e Silva et al. (2015) que avaliaram o IEP em exercícios de força com suplementação de cafeína. Silva et al. (2015) utilizaram suplementação de cafeína ( $5 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$  de massa corporal) com mesmo público alvo da nossa pesquisa, na qual homens treinados em força, não notaram diferenças na percepção do esforço, medida através escala de Borg, e apresentaram aumento no número de repetições nos exercícios de membros superiores e inferiores (*leg press* e supino) quando comparados à intervenção placebo.

Outro fator que deve ser levado em consideração é que diferente da nossa proposta, na maior parte dos estudos, como visto por Battram et al., (2004) e Schubert et al. (2014), o controle da dieta estão restritamente relacionados ao consumo habitual dos participantes ou apenas ao monitoramento de carboidrato, que apesar de ser responsável pela síntese de glicogênio, o aporte calórico e a distribuição dos demais macronutrientes, controlados no presente estudo, podem interferir na magnitude do desempenho esportivo quando adicionados à uma intervenção de exercícios. Tal fato pode implicar nos desfechos de uma variável específica como é o caso da suplementação com cafeína e esse controle preciso, adotado no presente estudo reforça a qualidade dos nossos resultados. Além disso, a concentração de cafeína apresentada no soro sanguíneo dos participantes garante a real aplicação ergogênica do uso da suplementação de cafeína no TC apresentada nesse estudo.

Além disso, é importante salientar algumas limitações práticas que precisam ser levadas em conta no presente estudo. Nossa proposta

metodológica determinou a exclusão do consumo de cafeína durante todo o procedimento da pesquisa, no entanto, foram avaliados usuários leves da substância e o uso adicional do suplemento de cafeína em determinada população poderá acarretar em efeitos ergolíticos da cafeína, quando vinculados ao acréscimo do consumo de cafeína na dieta, que pode vir a prejudicar o desempenho de força, objeto deste estudo.

## CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que houve efeito agudo de interferência do TC desempenho de força dinâmica comparado ao TF realizado isoladamente. A suplementação de cafeína foi capaz de maximizar o desempenho de força durante TC e TF nas duas primeiras séries de esforço e no volume total de treino. Por outro lado, o efeito ergogênico atribuído a cafeína quando combinado ao TC não foi capaz de minimizar o efeito agudo de interferência no desempenho de força no exercício de agachamento livre analisado após as sessões de treinamento aeróbico. Em contrapartida, a manutenção do IEP entre as situações de suplementação representa ser uma estratégia ergogênica eficaz a fim de garantir um maior volume de treino de força sem modificar o esforço percebido da sessão para os participantes.

## REFERÊNCIAS

- 1- ASTLEY, C; SOUZA, D. B; POLITO, M. D. Acute Specific Effects of Caffeine-containing Energy Drink on Different Physical Performances in Resistance-trained Men. **International Journal of Exercise Science.** v.11, n. 4, p. 260-268, 2018.
- 2- ASTORINO, T. A.; MARTIN, B. J.; SCHACHTSIEK, L.; WONG, K.; NG, K. Minimal effect of acute caffeine ingestion on intense resistance training performance. **Journal of Strength and Conditioning Research, Champaign**, v. 25, n. 6, p. 1752-1758, 2011.
- 3- ASTORINO, T. A.; TERZI, M. N.; ROBERSON, D. W, BURNETT, T. R. Effect of caffeine intake on pain perception during high-intensity

- exercise. **Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolismo**, v. 21, n.1, p. 27-32, 2011.
- 4- CAMERON, A.; SWEET, E.; BOTTINO, A.; BITTAR, C.; VEIGA, C.; CAMERON, L. C. Effect of caffeine supplementation on haematological and biochemical variables in elite soccer players under physical stress conditions. **British Journal of Sports Medicine**, v. 41, p. 523-530, 2007.
  - 5- BATTRAM, D. S; SHEARER J; ROBINSON, D; GRAHAM, T. E. Caffeine ingestion does not impede the resynthesis of proglycogen and macroglycogen after prolonged exercise and carbohydrate supplementation in humans. **Journal of Applied Physiology**, vol. 96, n. 3 p. 943-950, 2004.
  - 6- BEATTIE, K.; CARSON, B. P; LYONS, M; ROSSITER, A; KENNY, I. C. The effect of strength training on performance indicators in distance runners. **Journal of Strength and Conditioning**, v. 31, n.1, p. 9-23, 2017.
  - 7- CADORE, E. L.; PINTO, R. S.; LHULLIER, F. L, CORREA, C. S.; ALBERTON, C. L.; PINTO, S. S.; ALMEIDA, A. P.; TARTARUGA, M. P.; SILVA, E. M., AND KRUEL, L. F. Physiological effects of concurrent training in elderly men. **Internacional Journal of Sports Medicine**, v. 31, p. 689-697, 2010.
  - 8- CHISHOLM, D. M.; COLLIS M. L.; KULAK L. L.; DAVENPORT W.; GRUBER N. Physical activity readiness. **British Columbia Medical Association**, v. 17, p. 375–378, 1975.
  - 9- CLARKE, N. D.; KORNILIOS, E.; RICHARDSON, D. L. Carbohydrate and Caffeine Mouth Rinses Do Not Affect Maximum Strength and Muscular Endurance Performance. **Journal of Strength e Conditioning Research**, v. 29, n. 10, p. 2926-31, 2015.
  - 10- COFFEY e HAWLEY; Concurrent exercise training: do opposites distract? **The Journal of Physiology**. v. 595, n. 9, p. 2883–2896, 2017.
  - 11- COSO, J.D.; MUÑOZ, G.; MUÑOZ-GUERRA, J. Prevalence of caffeine use in elite athletes following its removal from the World Anti-Doping Agency list of banned substances. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 36, n. 4, p. 555-61, 2011.
  - 12- COX, G.R.; DESBROW, B.; MONTGOMERY, P. G.; ANDERSON, M. E.; BRUCE, C. R.; MACRIDES, T. A.; MARTIN, D.T.; MOQUIN, A.; ROBERTS, A.; HAWLEY, J. A.; BURKE, L. M. Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance

- performance. **Journal of Applied Physiology**, v. 93, n.3, p.990-9, 2002.
- 13- DA SILVA, V. L.; MESSIAS, F. R.; ZANCHI, N. E., GERLINGER-ROMERO F.; DUNCAN, M. J.; GUIMARÃES-FERREIRA, L. Effects of acute caffeine ingestion on resistance training performance and perceptual responses during repeated sets to failure. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 55, n. 5, p. 383-9, 2015.
- 14- DE SALLES PAINELLI, V.; ALVES, V. T.; UGRINOWITSCH, C.; BENATTI, F. B.; ARTIOLI, G. G.; LANCHÁ, A. H. JR.; GUALANO, B.; ROSCHEL, H. Creatine supplementation prevents acute strength loss induced by concurrent exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 114, n. 8, p. 1749-55, 2014.
- 15- DE SOUZA, E. O.; TRICOLI, V.; FRANCHINI, E. AND PAULO, A. C. Acute effect of two aerobic exercise modes on maximum strength and strength endurance. **Journal of Strength e Conditioning Research**, v. 21, p. 1286-1290, 2007.
- 16- DOHERTY, M; SMITH, P. M. Effects of caffeine ingestion on exercise testing: a meta-analysis. **Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**. v.14, n.6, p. 626-46, 2004.
- 17- DOHERTY, M; SMITH, P; HUGHES, M; DAVISON, R. Caffeine lowers perceptual response and increases power output during high-intensity cycling. **Journal of Sports Sciences**, v.22, n. 7, p. 637-43, 2004.
- 18- EUROPEAN FOOD SAFETY AUTHORITY (EFSA). Scientific Opinion on the safety of caffeine. **EFSA**, Parma, Italy, v. 13, n. 5, p. 1-112, 2015.
- 19- ESPEN Guidelines on Adult Enteral Nutrition. Clinical Nutrition. v. 25 p.177-360, 2006
- 20- FAUL, F.; ERDFELDER E.; LANG, A. G.; BUCHNER, A. G\*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. **Behavior Research Methods**, v.39, n.2, p. 175-191, 2007.
- 21- FETT, C. A; AQUINO, N. M; SCHANTZ, J. J; BRANDÃO, C. F; DE ARAÚJO CAVALCANTI, J. D; FETT, W. C. Performance of muscle strength and fatigue tolerance in young trained women supplemented with caffeine. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**. v. 58,n. 3, p.249-255, 2018.

- 22- GLAISTER H; GISSANE C. Caffeine and Physiological Responses to Submaximal Exercise: A Meta-Analysis. **International Journal of Sports Physiology and Performance.** v. 13, n. 4, p. 402-411, 2018.
- 23- GOLDSTEIN, E. R.; ZIEGENFUSS, T.; KALMAN, D.; KREIDER, R.; CAMPBELL, B.; WILBORN, C.; TAYLOR, L.; WILLOUGHBY, D.; STOUT, J.; GRAVES, B. S.; WILDMAN, R.; IVY, J. L.; SPANO, M.; SMITH, A. E.; ANTONI, J. International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. **Journal of the International Society of Sports Nutrition,** v.7, n.5, p. 1-15, 2010
- 24- GONÇALVES, L. S; PAINELLI, V. S; YAMAGUCHI, G; OLIVEIRA, L. F; SAUNDERS, B; DA SILVA, R. P; MACIEL, E; ARTIOLI, G. G; ROSCHEL, H. GUALANO, B. Dispelling the myth that habitual caffeine consumption influences the performance response to acute caffeine supplementation. **Journal of Applied Physiology.** v.1, n. 123, p. 213-220, 2017
- 25- GRGIC, J e MIKULIC, P. Caffeine ingestion acutely enhances muscular strength and power but not muscular endurance in resistance-trained men. **European Journal of Sport Science.** v. 2017.
- 26- HOWLEY, E. T.; BASSETT DR; WELCH, H. G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Medicine e Science in Sports e Exercise.** v. 27, p.1292-1301, 1995.
- 27- HUNTLEY, E. D; JULIANO, L. M. Caffeine Expectancy Questionnaire (CaffEQ): construction, psychometric properties, and associations with caffeine use, caffeine dependence, and other related variables. **Psychological Assessment** v.24, n.3, p. 592-607, 2012.
- 28- INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). **Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein and aminoacids.** Washington, D.C.: National Academy Press, 2002/2005.
- 29- JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L.; WARD, A. Generalized equations for predicting body density of women. **Medicine & Science in Sports & Exercise,** v. 12, n. 3, p. 175-181, 1980.
- 30- JERÔNIMO, D, P; GERMANO, M, D; F, B, FIORANTE; BORELI, L; NETO, L, V, S; DE SOUZA, R, A; SILVA, F, F; DE MORAIS, A, C. Caffeine Potentiates the Ergogenic Effects of Creatine. **Journal of Exercise Physiology online.** v. 20, n. 6, 2017.

- 31- JONES, T. W., HOWATSON G, RUSSELL M, FRENCH, D. N.; Effects of strength and endurance exercise order on endocrine responses to concurrent training. **European Journal of Sport Science.** v.17, n.3, p.326-33, 2017.
- 32- LEE, M. J.; CHOI, H. A.; CHOI, H.; CHUNG, C. S. Caffeine discontinuation improves acute migraine treatment: a prospective clinic-based study. **The Journal of Headache and Pain,** v.17, n. 1, p. 71, 2016.
- 33- LEVERITT, M.; ABERNETHY, P. J. Acute effects of high-intensity endurance exercise on subsequent resistance activity. **Journal of Strength e Conditioning Research** v.13, p. 47-51, 1999.
- 34- LOMBARDI, V. P. **Beginning weight training: the safe and effective way.** Dubuque, 1989.
- 35- MCCARTHY, J. P.; POZNIAK, M. A. AND AGRE, J. C. Neuromuscular adaptations to concurrent strength and endurance training. **Medicine e Science in Sports e Exercise.** v. 34, p. 511-519, 2002.
- 36- MCGUINAN, M e FOSTER, C. A new approach to monitoring resistance training, **National Strength e Conditioning Association,** v. 26, n. 6, p. 42-7, 2004.
- 37- MURLASITS, Z; KNEFFEL Z; THALIB, L. The physiological effects of concurrent strength and endurance training sequence: A systematic review and meta-analysis. **Journal of Sports Sciences,** v.36, n. 11, p. 1212-1219, 2017.
- 38- NADLER SB, HIDALGO JH, BLOCH T. Prediction of blood volume in normal human adults. **Surgery.** vol. 51 n.2, p. 224-32, 1962.
- 39- PANISSA, V. L.; TRICOLI VA JULIO, U. F.; RIBEIRO, N.; DE AZEVEDO NETO, R. M.; CARMO, E. C.; FRANCHINI, E. Acute effect of high-intensity aerobic exercise performed on treadmill and cycle ergometer on strength performance. **Journal of Strength e Conditioning Research,** Res, v. 29, n. 4, p. 1077-82, Apr 2015.
- 40- POTGIETER, S; WRIGHT, H.H; SMITH, C. Caffeine Improves Triathlon Performance: A Field Study in Males and Females. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism.** v. 28, n. 3 p. 228-237, 2018.
- 41- REED, J.; SCHILLING, B.; MURLASITS, Z. Acute neuromuscular and metabolic responses to concurrent endurance and resistance exercise. **Journal of Strength e Conditioning Research,** v. 27, p. 793-80, 2013.

- 42- RICHARDSON, D. L.; CLARKE, N. D. Effect of coffee and caffeine ingestion on resistance exercise performance. **Journal of Strength e Conditioning Research**, v. 30, n.10, p. 2892-2900, 2016.
- 43- SCHUBERT, M. M.; HALL, S.; LEVERITT, M.; GRANT, G.; SABAPATHY, S.; DESBROW, B Caffeine consumption around na exercise bout: effects on energy expenditure, energy intake, and exercise enjoyment. **Journal of Applied Physiology Published**. v. 117, n. 7, p. 745-754, 2014.
- 44- SILVA, J. P.L.; FELIPPE, L. J. C.; CAVALCANTE, M. D. S.; BERTUZZI, R.; LIMA-SILVA, A. E. Caffeine Ingestion after Rapid Weight Loss in Judo Athletes Reduces Perceived Effort and Increases Plasma Lactate Concentration without Improving Performance. **Nutrients** v. 6, n. 7, p. 2931-2945, 2014.
- 45- SINCLAIR, C. J. D.; GEIGER, J. D. Caffeine use in sport: a pharmacological review. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 40, n. 1, p. 71-79, 2000.
- 46- SMIRMAUL, B.P; MORAES, A.C; ANGIUS, L; MARCORA, S. M. Effects of caffeine on neuromuscular fatigue and performance during high-intensity cycling exercise in moderate hypoxia. **European Journal of Applied Physiology** v. 117, n.1, p.27-38, 2017.
- 47- SOUZA, D. B; DUNCAN, M; POLITO, M. D. Acute Caffeine Intake Improves Lower Body Resistance Exercise Performance With Blood Flow Restriction. **International journal of sports physiology and performance**. v. 24, p.1-22, 2018.
- 48- SPORER, B.; WENGER, H. Effects of aerobic exercise on strength performance following various periods of recovery. **Journal of Strength e Conditioning Research**, v. 17, n. 4, p. 638-644, 2003.
- 49- SPRIET, L.L. Caffeine and performance. **International Journal Sports Nutrition**, v. 5, n. 1, p. 84-89, 1995.
- 50- TANAKA H, SWENSEN T. Impact of resistance training on endurance performance. A new form of crosstraining? **Internacional Journal of Sports Medicine**, n. 25, p.191-200, 1998.
- 51- TIMMINS, T.; SAUNDERS, D. H. Effect of caffeine ingestion on maximal voluntary contraction strength in upper- and lower-body muscle groups. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 28, n.11, p. 3239–3244, 2014.
- 52- TREXLER, E.T.; SMITH-RYAN, A. E.; ROELOFS, E. J.; HIRSCH, K. R.; MOCK, M.G. Effects of coffee and caffeine anhydrous on strength

- and sprint performance. **European Journal of Sport Science.** v. 12, n. 1 p.1-10, 2015.
- 53- UM SABAG, NAJAFI UM; MICHAEL, S; ESGIN T, HALAKI M; HACKETT D; The compatibility of concurrent high intensity interval training and resistance training for muscular strength and hypertrophy: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Sports Sciences.** v. 16, p1-12, 2018.
- 54- WILSON, J. M. et al. Concurrent training: a meta-analysis examining interference of aerobic and resistance exercises. **Journal of Strength e Conditioning Research,** v. 26, n. 8, p. 2293-30, 2012.

## ANEXO I

### DESCRIÇÃO DO CÁLCULO AMOSTRAL

File Edit View Tests Calculator Help

Central and noncentral distributions Protocol of power analyses

[28] -- Saturday, September 17, 2016 -- 09:55:05

**F tests – ANOVA: Repeated measures, within–between interaction**

**Analysis:** A priori: Compute required sample size

**Input:**

Effect size f	= 0.3333333
$\alpha$ err prob	= 0.05
Power (1– $\beta$ err prob)	= 0.8
Number of groups	= 2
Number of measurements	= 3
Corr among rep measures	= 0.6
Nonsphericity correction $\epsilon$	= 1

**Output:**

Noncentrality parameter $\lambda$	= 11.6666643
Critical F	= 3.4028261
Numerator df	= 2.0000000
Denominator df	= 24.0000000

**Test family** F tests    **Statistical test** ANOVA: Repeated measures, within–between interaction

**Type of power analysis** A priori: Compute required sample size

**Input Parameters**

Determine =>	Effect size f	0.3333333
	$\alpha$ err prob	0.05
	Power (1– $\beta$ err prob)	0.8
	Number of groups	2
	Number of measurements	3
	Corr among rep measures	0.6
	Nonsphericity correction $\epsilon$	1

**Output Parameters**

Noncentrality parameter $\lambda$	11.6666643
Critical F	3.4028261
Numerator df	2.0000000
Denominator df	24.0000000
Total sample size	14
Actual power	0.8260642

Options X-Y plot for a range of values Calculate

## ANEXO II

### QUESTIONÁRIO DE PRONTIDÃO DE ATIVIDADE FÍSICA (PAR-Q)

SIM	NÃO	PERGUNTA
		O seu médico já lhe disse alguma vez que você apresenta um problema cardíaco e que somente deveria realizar a atividade física recomendada por um médico?
		Você apresenta dor em seu tórax ao realizar atividade física?
		No mês passado você teve dor torácica quando não estava realizando atividade física?
		Você perde o equilíbrio em virtude de vertigem ou já perdeu a consciência?
		Você tem algum problema ósseo ou articular que poderia ser agravado por uma mudança em sua atividade?
		Atualmente seu médico está prescrevendo medicamentos (ex., pílulas diuréticas) para sua pressão arterial ou condição cardíaca?
		Você tem conhecimento de qualquer outra razão pela qual não deveria realizar atividade física?

Se você respondeu:

Sim a mais de uma pergunta	Se você não consultou seu médico recentemente, consulte-o por telefone ou pessoalmente, ANTES de intensificar suas atividades físicas /ou de ser avaliado para um programa de condicionamento físico. Diga a seu médico que perguntas você respondeu com um SIM a este questionário conhecido como PAR-Q ou mostre a cópia deste questionário.
Não a todas as perguntas	Se você respondeu a este questionário corretamente, você pode ter uma razoável garantia de apresentar as condições adequadas para: Um programa de exercícios gradativos – um aumento gradual na intensidade dos exercícios adequados promove um bom desenvolvimento do condicionamento físico, ao mesmo tempo em que minimiza ou elimina o desconforto associado.

## **ANEXO III**

### **ANAMNESE –SELEÇÃO AMOSTRAL**

#### **I- DADOS PESSOAIS:**

1. Nome: \_\_\_\_\_
  2. Data de Nascimento: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_\_. 3. Idade: \_\_\_\_\_
  4. Estado civil: ( ) Solteiro ( ) Casado ( ) União Estável ( ) Divorciado
  5. Endereço: \_\_\_\_\_
  6. Tel. Contato: \_\_\_\_\_
  7. Cor: (opinião do entrevistador)  
( ) branca ( ) parda (morena) ( ) preta (mulato) ( ) amarela (oriental)
- 

#### **II- INFORMAÇÕES SOBRE SAÚDE:**

1. Houve alteração do peso corporal nos últimos meses? ( ) Sim ( ) Não
2. Se sim, quanto? \_\_\_\_ kg
3. Fez controle alimentar no último ano? ( ) não ( ) sim ( ) não lembra
4. Se sim, quantas vezes ? \_\_\_\_
5. Habito intestinal: ( ) Regular ( ) Constipado
6. Você fuma atualmente? ( ) Sim ( ) Não, nunca fumei ( ) Ex fumante
7. Ano em que parou: \_\_\_\_.
8. Em geral, quantos cigarros por dia você fuma? \_\_\_\_ cigarros  
( ) Menos de um cigarro por dia.
9. Você consome algum tipo de bebida alcoólica? ( ) Sim ( ) Não
10. Qual (is)? \_\_\_\_\_
11. Com que frequência? \_\_\_\_\_
12. Possuí algum problema de saúde? ( ) DM ( ) HAS  
( ) Outro \_\_\_\_\_
13. Possuí histórico de arritmias cardíaca ou problema cardíaco?  
( ) Sim ( ) Não
14. Faz uso de alguma medicação? ( ) Sim ( ) Não
15. Qual (is)? \_\_\_\_\_
16. Faz uso de algum suplemento alimentar? ( ) Sim ( ) Não

17. Qual (is)? \_\_\_\_\_
18. Já fez algum tipo de cirurgia (clínica/plástica)? ( ) Sim ( ) Não
19. Qual (is)? \_\_\_\_\_
20. Possui algum tipo de dor ou lesão musculoesquelética? ( ) Sim ( ) Não
21. Qual (is)? \_\_\_\_\_
22. Geralmente costuma dormir e acordar em qual horário? \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_, correspondendo a \_\_\_\_\_ horas de sono/dia.
- 

### III- INFORMAÇÕES SOBRE HÁBITOS ALIMENTARES HABITUAIS:

1. Toma café da manhã ? ( ) Sim ( ) Não
2. Lancha entre café da manhã e almoço? ( ) Sim ( ) Não
3. Almoça? ( ) Sim ( ) Não
4. Lancha a tarde? ( ) Sim ( ) Não
5. Janta? ( ) Sim ( ) Não
6. Come após o jantar? ( ) Sim ( ) Não
7. Com que frequência come frutas? ( ) 3 vezes ao dia ( ) 2 vezes ao dia  
( ) 1 vez por dia ( ) 5 a 6 vezes por semana ( ) 2 a 4 vezes por semana  
( ) 1 vez por semana ( ) 1 a 3 vezes por semana ( ) nunca ou quase nunca
8. Com que frequência come vegetais?  
( ) 2 vezes ao dia ( ) 1 vez por dia ( ) 5 a 6 vezes por semana  
( ) 2 a 4 vezes por semana ( ) 1 vez por semana  
( ) 1 a 3 vezes por semana ( ) nunca ou quase nunca
9. Sente muita vontade de comer doces? ( ) Nunca  
( ) Menos de 1 vez por semana ( ) 1 vez por semana  
( ) 2 ou mais vezes por semana ( ) Diariamente
10. Com que frequência costuma comer cereais integrais?  
( ) 1 vez por dia ou mais ( ) 5-6 vezes por semana ( ) 2- 4 vezes por semana  
( ) 1 vez por semana ( ) 1 a 3 vezes por mês
11. Quanto da gordura visível da carne você tira antes de comer?  
( ) Retira toda a gordura visível ( ) Retira a maior parte  
( ) Não retira a gordura ( ) Não come carne
12. Utiliza temperos industrializados (caldos, etc...)? ( ) Sim ( ) Não

13. Com que frequência costuma comer frituras ou fast food?

- ( ) 1 vez por dia ou mais ( ) 5 -6 vezes por semana ( ) 2- 4 vezes por semana  
( ) 1 vez por semana ( ) 1 a 3 vezes por mês

14. Consome chá/chimarrão? ( ) Sim ( ) Não

15. Qual (is)? \_\_\_\_\_

16. Com que frequência? \_\_\_\_\_

17. Você consome café? ( ) Sim ( ) Não

18. Com que frequência? \_\_\_\_\_

19. Consome refrigerantes? ( ) Sim ( ) Não

20. Qual (is)? \_\_\_\_\_

21. Com que frequência? \_\_\_\_\_

22. Consome bebidas energética? ( ) Sim ( ) Não

23. Qual (is)? \_\_\_\_\_

24. Com que frequência? \_\_\_\_\_

25. Consome chocolate/achocolatado? ( ) Sim ( ) Não

23. Qual (is)? \_\_\_\_\_

24. Com que frequência? \_\_\_\_\_

#### IV- INFORMAÇÕES ANTROPOMÉTRICAS/PRESSÃO ARTERIAL

Massa corporal: \_\_\_\_\_ Estatura: \_\_\_\_\_ -

IMC/Classificação: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Circunferência da cintura (CC): \_\_\_\_\_ Circunferência do quadril (CQ): \_\_\_\_\_

Relação C/Q: \_\_\_\_\_ Dobra coxa medial: (m.m): \_\_\_\_\_

Dobra tríceps: \_\_\_\_\_ Dobra subescapular : \_\_\_\_\_

Dobra supra-ilíaca: \_\_\_\_\_ Dobra abdominal: \_\_\_\_\_

Dobra axilar medial: \_\_\_\_\_, Dobra peito: \_\_\_\_\_

% GORD: \_\_\_\_\_ PA: \_\_\_\_\_

#### V. INFORMAÇÕES SOBRE PRÁTICA DE TREINO DE FORÇA

1. Pratica musculação ou outra modalidade de treino? ( ) Sim ( ) Não

2. Costuma treinar membros superiores e inferiores com a mesma frequência?

( ) Sim ( ) Não, geralmente treino mais membro superior.

3. Com que frequência? \_\_\_\_\_ vezes na semana

4. Quanto tempo treina? \_\_\_\_\_ ano (s) e \_\_\_\_ meses

## ANEXO IV

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

---

Pesquisador responsável: Profa. Dra. Cristine Lima Alberton

Instituição: Escola Superior de Educação Física – Universidade Federal de Pelotas

Endereço: Rua Luiz de Camões, 625 - Bairro Três Vendas - Pelotas - RS

Telefone: (53) 3273. 2752

---

Concordo em participar do estudo “*Efeito da suplementação de cafeína sobre o desempenho de força durante o treinamento concorrente em homens treinados*”.

Estou ciente de que estou sendo convidado a participar voluntariamente do mesmo.

**PROCEDIMENTOS:** Fui informado de que o objetivo geral será “avaliar e comparar os efeitos da suplementação de cafeína sobre o desempenho de força após o treino de força isolado e o treinamento concorrente na ordem aero-força em homens treinados”, cujos resultados serão mantidos em sigilo e somente serão usadas para fins de pesquisa. Estou ciente de que a minha participação envolverá seis semanas, onde no primeiro momento serão realizadas medidas de estatura e massa corporal, aferição da pressão arterial, coleta de sangue, familiarização com o teste de 1 repetição máxima- 1RM e realização do teste de VO<sub>2máx</sub>, com utilização de uma máscara higienizada. Na segunda sessão será realizado o teste de 1RM no exercício de agachamento. Em outras quatro sessões com, no mínimo, sete dias intervalo, serão realizadas as sessões controle de repetições máximas no agachamento e duas sessões com o protocolo aeróbio, previamente randomizadas. Serei instruído a manter um consumo leve cafeína, manter a dieta habitual e nas 24 h prévias aos protocolos de treino deverei seguir um plano alimentar oferecido pela nutricionista, sem modificar a rotina de treinos, salientando também que não poderei realizar nenhuma atividade extenuante, ou privação do sono. Antes da aplicação dos protocolos, será coletada amostra de sangue em dois momentos, por um técnico de enfermagem responsável. Nos 30 minutos prévios ao treino concorrente e de força farei ingestão de suplementação de cafeína em duas situações, nesse tempo de espera e após os treinos serão medidos o consumo energético. Todos os testes serão previamente explicados e demonstrados, para meu juízo e decisão sobre minha participação.

**RISCOS E POSSÍVEIS REAÇÕES:** Fui informado que os riscos se referem a possíveis desconfortos na coleta de sangue, além de (náuseas) e desconforto muscular comum em alguns casos de esforço físico intenso, que é recuperável sem a necessidade de intervenção. Na eventualidade de qualquer ocorrência de saúde, a SAMU será acionada.

**BENEFÍCIOS:** Terei acesso aos resultados e direito a um plano alimentar prescrito por nutricionista de acordo com meus objetivos, condições clínicas e nutricionais, correspondente a uma consulta com a profissional de nutrição.

**PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA:** Como já me foi dito, minha participação neste estudo será voluntária e poderei interrompê-la a qualquer momento.

**DESPESAS:** Eu não terei que pagar por nenhum dos procedimentos, nem receberei compensações financeiras.

**CONFIDENCIALIDADE:** Estou ciente que a minha identidade permanecerá confidencial durante todas as etapas do estudo.

**CONSENTIMENTO:** Recebi claras explicações sobre o estudo, todas registradas neste formulário de consentimento. Os investigadores do estudo responderam e responderão, em qualquer etapa do estudo, a todas as minhas perguntas, até a minha completa satisfação. Portanto, estou de acordo em participar do estudo. Este Formulário de Consentimento Pré-Informado será assinado por mim e arquivado na instituição responsável pela pesquisa.

Nome do participante/representante legal: \_\_\_\_\_

Identidade: \_\_\_\_\_

ASSINATURA: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE DO INVESTIGADOR:** Expliquei a natureza, objetivos, riscos e benefícios deste estudo. Coloquei-me à disposição para perguntas e as respondi em sua totalidade. O participante compreendeu minha explicação e aceitou, sem imposições, assinar este consentimento. Tenho como compromisso utilizar os dados e o material coletado para a publicação de relatórios e artigos científicos referentes a essa pesquisa. Se o participante tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da ESEF/UFPel – Rua Luis de Camões, 625 – CEP: 96055-630 - Pelotas/RS; Telefone: (53) 3273-2752.

ASSINATURA DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL:

\_\_\_\_\_

## ANEXO V

### CONTEÚDO DE CAFEÍNA EM ALIMENTOS E BEBIDAS POPULARES

<b>Componente alimentar</b>	<b>Cafeína</b>
	<b>CAFEÍNA (mg)</b>
<b>Café (xícara de 150 ml)</b>	
De máquina	110-150
De coador	64-124
Instantâneo	40-108
Descafeinado instantâneo	2-5
<b>Chá (Granel ou Saquinhos -xícara de 150 ml)</b>	<b>CAFEÍNA (mg)</b>
Infusão de um minuto	9-33
Infusão de três minutos	20-46
Infusão de cinco minutos	20-50
Chimarrão (ANVISA, 2002)	29-70,5
<b>Refrigerantes</b>	<b>CAFEÍNA mg/350 ml</b>
Coca-Cola	46
Diet Coke	46
Pepsi Cola	38,4
Diet Pepsi	36
Pepsi Light	36
Melo Yello	36
<b>Produtos com Chá</b>	<b>CAFEÍNA (mg)</b>
Chá instantâneo (xícara de 150 ml)	12-28
Chá gelado (xícara de 350 ml)	22-36
Chimarrão (1 cuia média 100 ml)	
<b>Chocolate</b>	<b>CAFEÍNA (mg)</b>
Feito a partir de mistura	6
Chocolate ao leite (28g)	6
Chocolate de conf. (28g)	35
<b>Energéticos</b>	<b>CAFEÍNA- mg/250 ml</b>
Flash Power	80
Flying Horse	80
Dynamite	80
Red Bull	80
On Line	80
Blue Energy Xtreme	80

Fonte: ALTIMARI et al., 2001.

## **ANEXO VI**

### **PLANO ALIMENTAR PADRÃO- PRÉ INTERVENÇÃO**

**→Quantidades serão ajustadas individualmente**

#### **DESJEJUM**

Mamão Formosa

Iogurte

Pão integral

Creme de Ricota

Ovo mexido

#### **COLAÇÃO**

Banana

Semente oleaginosas

#### **ALMOÇO**

Vegetal A (*alface – abobrinha – cebola – couve – espinafre – mostarda – pimentão – rabanete – repolho – rúcula – salsa – tomate*)

Vegetal B (*abóbora – berinjela – beterraba – brócolis – couve-flor – cenoura – chuchu – ervilha – vagem – milho verde*)

Arroz

Feijão preto

Filé de frango ou Carne de Rês – (*patinho, maminha, lagarto, filé mignon, coxão mole e coxão duro*)

#### **LANCHE**

Iogurte

Granola

Maçã ou Pêra

#### **LANCHE**

Suco de laranja

Pão integral

Creme de Ricota

Atum ou Frango

Alface + Tomate

## **JANTAR**

Vegetal A (alface – abobrinha– cebola – couve– espinafre – mostarda – pimentão – rabanete – repolho – rúcula –salsa – tomate)

Vegetal B (abóbora – berinjela – beterraba – brócolis – couve-flor – cenoura – chuchu – ervilha – vagem – milho verde)

Arroz

Filé de frango ou Carne de Rês – (patinho, maminha, lagarto, filé mignon, coxão mole e coxão duro)

**ANEXO VII**  
**DIÁRIO ALIMENTAR**

Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Hora que foi dormir no dia anterior: \_\_\_\_\_ Horário que despertou: \_\_\_\_\_

<b>LOCAL E HORÁRIO</b>	<b>ALIMENTO</b>	<b>DESCRIÇÃO/TIPO (SE NECESSÁRIO)</b>	<b>QUANTIDADE</b>

### **Orientação para preenchimento do diário alimentar**

1. Registrar todos os alimentos e líquidos ingeridos;
2. Não deixar de preencher o cabeçalho da folha, com o nome e a data correspondente ao dia do registro;
3. Para não haver esquecimento, o registro deve ser feito imediatamente após o consumo ou o mais rápido possível;
4. Na primeira coluna, anotar a refeição (café da manhã, lanche, almoço ou jantar), o local e o horário;
5. Na segunda coluna anotar o alimento;
6. Na terceira coluna, se necessário descrever o alimento ou a forma de preparo;
7. Na quarta coluna descrever a quantidade. Especificar as unidades consumidas e, quando for o caso, descrever a marca do fabricante do produto consumido (por exemplo queijo light *nestlé*, pão *integral Sevem Boys*, etc.), as medidas caseiras (xícara de chá, xícara de café, copo de leite, copo americano, colher de sopa, colher de chá, pires, prato de sobremesa, concha, escumadeira, etc...).

## ANEXO VIII



### CERTIFICADO DE ENSAIO N° 14450/2017-0

#### DADOS DO SOLICITANTE

Cliente: DIOGO SANT'ANNA PIAS ME - CURAVIDA - RIO GRANDE  
Endereço: RUA MARCECHAL FLORIANO, 371 - RIO GRANDE RS  
Tipo de Contrato: Contrato Mensal

#### DADOS DA AMOSTRA:

Identificação da Amostra: Cápsulas de Cafeína 200 mg

Tipo de Amostra: Cápsulas de Cafeína 200 mg

Data do Recebimento: 10/11/2017

Data de Fabricação: 14/03/2017

Quantidade Recebida:

Nº Lote:

Data de Validade:

Frasco Fornecido Por:

Cliente

Responsável pela Coleta:

Cliente

Coleta Conforme POP:

n° 005

#### Características Físico-Químicas

ENSAIO	MÉTODO	ESPECIFICAÇÕES	RESULTADOS
Pérdida por Dessorção do Contúdo	FB 5	No máximo 8,0 %	7,89 %

#### Dosagem:

ENSAIO	MÉTODO	ESPECIFICAÇÕES	RESULTADOS
Teor de Cafeína	JP XIII	180,0 - 220,0 mg/cápsula	200,04 mg/cápsula

#### Peso Médio

ENSAIO	MÉTODO	ESPECIFICAÇÕES	RESULTADOS
Peso Médio	FB 5	182,6 - 223,1 mg/cápsula	202,84 mg/cápsula (179,3 - 229,1 mg)
Peso - Desvio Padrão	FB 5	-	11,85
Peso - Coeficiente de Variação	FB 5	-	5,84 %

FB 5 - Farmacopéia Brasileira 5ª Edição.

JP XIII - The Japanese Pharmacopoeia 13th Edition.

Obs: Os resultados constantes neste laudo têm significado restrito à(s) amostra(s) analisada(s). Este Certificado de Ensaio somente poderá ser reproduzido na íntegra e mediante prévia autorização por escrito do emissor.

Porto Alegre, 17 de novembro de 2017.

Cristini Ferraz  
Analista

Gracielle Pereira R. Pedrazza  
Analista Lider  
CRF/RS 4426



### CERTIFICADO DE ENSAIO N° 14449/2017-0

#### DADOS DO SOLICITANTE

Cliente: DIOGO SANT'ANNA PIAS ME - CURAVIDA - RIO GRANDE  
Endereço: RUA MARCECHAL FLORIANO, 371 - RIO GRANDE RS  
Tipo de Contrato: Contrato Mensal

#### DADOS DA AMOSTRA:

Identificação da Amostra: Cápsulas de Cafeína 5 mg

Tipo de Amostra: Cápsulas de Cafeína 5 mg

Data do Recebimento: 10/11/2017

Data de Fabricação:	23/08/2016	Frasco Fornecido Por:	Cliente
Quantidade Recebida:	30 cápsulas	Responsável pela Coleta:	Cliente
Nº Lote:	NR: 247694	Coleta Conforme POP:	n° 005
Data de Validade:	23/08/2017		

#### Características Físico-Químicas

ENSAIO	MÉTODO	ESPECIFICAÇÕES	RESULTADOS
Perda por Dessecção do Contendo	FB 5	No máximo 8,0 %	7,62 %

#### Dessecamento

ENSAIO	MÉTODO	ESPECIFICAÇÕES	RESULTADOS
Teor de Cafeína	JP XIII	4,5 - 5,5 mg/cápsula	5,44 mg/cápsula

#### Peso Médio

ENSAIO	MÉTODO	ESPECIFICAÇÕES	RESULTADOS
Peso Médio	FB 5	100,0 - 122,2 mg/cápsula	111,09 mg/cápsula (103,1 - 123,5 mg)
Peso - Desvio Padrão	FB 5	-	5,17
Peso - Coeficiente de Variação	FB 5	-	4,66 %

FB 5 - Farmacopéia Brasileira 5ª Edição.

JP XIII - The Japanese Pharmacopoeia 13th Edition.

Obs: Os resultados constantes neste laudo têm significado restrito à(s) amostra(s) analisada(s). Este Certificado de Ensaio somente poderá ser reproduzido na íntegra e mediante prévia autorização por escrito do emitente.

Porto Alegre, 17 de novembro de 2017.

Janaina A. Endres  
Analista

Gracielle Pereira R. Pedrazza  
Analista Líder  
CRF/RS 4426