

MARÍLIA CAVALCANTE SERPA

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA
NA NATAÇÃO: DESEMPENHO EM 50M E DURANTE O
EXERCÍCIO INTERVALADO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para obtenção do Grau de Mestre em Biodinâmica do Desempenho Humano.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo
Coorientadora: Profa. Dra. Mariana Fernandes Mendes de Oliveira

FLORIANÓPOLIS - SC
2018

Serpa, Marília Cavalcante
EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA NA NATAÇÃO :
DESEMPENHO EM 50M E DURANTE O EXERCÍCIO INTERVALADO
/ Marília Cavalcante Serpa ; orientador, Luiz
Guilherme Antonacci Guglielmo , coorientador,
Mariana Fernandes Mendes de Oliveira , 2018.
120 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de
Santa Catarina, Centro de Desportos, Programa de Pós
Graduação em Educação Física, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Educação Física. 2. Cafeína . 3. Natação . 4.
Desempenho. 5. força. I. Antonacci Guglielmo , Luiz
Guilherme . II. de Oliveira , Mariana Fernandes
Mendes. III. Universidade Federal de Santa
Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.
IV. Título.

Marília Cavalcante Serpa

**EFEITOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA NA
NATAÇÃO: DESEMPENHO EM 50M E DURANTE O
EXERCÍCIO INTERVALADO**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “mestre” e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

Local, 31 de julho de 2018.

Prof. Kelly Samara da Silva, Dr^a
Coordenadora do Programa

Banca Examinadora:

Prof. Luiz Guilherme Antomacci Guglielmo, Dr.
Orientador

Prof. Ricardo Dantas de Lucas, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Tiago Turnes, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof.^a Camila Coelho Greco, Dr.^a (videoconferência)
Universidade Estadual Paulista

Este trabalho é dedicado àqueles que sempre me deram apoio incondicional, ou seja, meus pais.

AGRADECIMENTOS

Acredito que qualquer trabalho tenha uma gama de dificuldades e superações. No meu caso, com certeza, as superações pessoais tiveram um peso emocional muito maior que as superações acadêmicas. Dessa forma, quero agradecer àqueles que por menor que seja tiveram alguma participação quanto a esses dois caminhos.

Quero agradecer aos clubes, treinadores que abriram um espaço e principalmente aos **atletas** dispostos a tirarem um tempinho da periodização do treinamento para cuidar das recomendações dadas e dar esforço e sangue (literalmente) para ajudar neste trabalho.

Um super obrigado aos professores do Laboratório de Esforço Físico (LAEF) – UFSC que me ajudaram imensamente em diversas etapas e, inclusive, restauraram minha clareza em alguns momentos. Aos meus colegas de laboratório obrigada por estarem presentes nesse trabalho, primeiro por discussões de assuntos, segundo pelo apoio no dia a dia.

Quero agradecer ao meu orientador **Luiz Guilherme** pela oportunidade e por proporcionar a efetiva realização desse trabalho. Meu imenso carinho e admiração ao agradecer à **Mariana**, coorientadora e companheira especial, que me deram de presente. De forma que, facilitou imensamente as etapas de coleta e possibilitou não ter nenhum arrependimento em ter escolhido a natação. Da mesma forma, foi uma pessoa incrível ao ponto conseguir sempre balancear minhas necessidades de meus deveres, orientar caminhos e ajudar na medida certa (nem demais nem de menos) proporcionando um imenso aprendizado e desenvolvimento pessoal e acadêmico. Não consigo

descrever o quanto nossos erros, soluções e discussões foram excepcionais.

Além disso, quero agradecer de forma especial aos alunos e professores do Laboratório de Pesquisa em Desempenho Humano (**Lapedh**) – UDESC que me acolheram e ajudaram de forma importante na condução dessa pesquisa. Em todas as vezes foram capazes de elencar soluções as minhas dúvidas e ao mesmo tempo sempre foram acolhedores e companheiros. Um muito obrigado principalmente ao Prof. Dr. **Fabrizio Caputo** ao proporcionar essa parceria.

Agradeço imensamente meus **amigos** por estarem sempre ao meu lado e entenderem meus sumiços. Devo ao meu namorado **Mateus**, e faço com imenso carinho e afeição, não sei se pedir desculpas pelas loucuras e choradeiras, ou agradecer por estar ao meu lado durante todas as etapas desse caminho e nunca duvidar de mim.

Aos meus pais e modelos, **Nara e Pedro**, dedico e sou grata por este trabalho de forma que sem o apoio de vocês este não seria possível.

The Learn'd Astronomer
When I heard the learn'd astronomer,
When the proofs, the figures, were ranged in
columns before me,
When I was shown the charts and diagrams, to
add, divide, and measure them,
When I sitting heard the astronomer where he
lectured with much applause in the lecture-
room,
How soon unaccountable I became tired and
sick,
Till rising and gliding out I wander'd off by
myself,
In the mystical moist night-air, and from time
to time,
Look'd up in perfect silence at the stars.
(Walt Whitman, 1855)

RESUMO

A cafeína é uma substância muito usada no meio esportivo a fim de melhorar a performance e/ou reduzir a fadiga. Tem sido estudado seu efeito ergogênico em diferentes modalidades e em diferentes tipos de exercício, como os de força, os de curta duração (até 2 minutos), os de longa duração (tempo limite e contrarrelógio) e intervalados. Contudo, ainda não estão claras suas ações em cada tipo de exercício. Nessa perspectiva, a presente pesquisa teve como objetivo analisar os efeitos agudos da suplementação de cafeína no desempenho de 50m e durante exercício intervalado de 10 x 200m de nado crawl. Dez nadadores treinados ($27 \pm 10,08$ anos; $82,7 \pm 13,60$ kg; $178,5 \pm 6,1$ cm; $11,9 \pm 7,3$ de %G) completaram uma repetição de 200m e de 400m máximos para cálculo da velocidade crítica (VC) através da inclinação da reta de regressão linear entre as distâncias e os tempos obtidos. De modo randomizado e duplo cego completaram em dias distintos (cafeína 300mg ou placebo) uma performance de 50m máximos, seguida de uma série intervalada de 10 x 200m (1ª à 5ª na intensidade referente a VC e 6ª à 10ª intensidade livre) com medidas de força (antes, durante e após). A análise estatística foi realizada por meio do teste *t-student* para amostras pareadas na comparação entre as médias e a ANOVA de medidas repetidas foi aplicada para comparar os momentos (condição x tempo). Empregou-se o nível de significância de 5%. Os resultados demonstraram que a cafeína versus o placebo foi capaz de melhorar a performance nos 50m ($28,18 \pm 1,31s$ vs $28,70 \pm 1,21s$; $p=0,004$) e da série intervalada ($158,68 \pm 7,67s$ vs $160,93 \pm 7,04s$). Em relação aos 50m, não foi revelada interação condição-tempo quanto as concentrações de lactato sanguíneo [La] ($p=0,435$) e de força ($p=0,304$). Na série de

treino (1^a à 10^a repetições), foi demonstrado uma diferença significativa entre cafeína e placebo para as médias de [La] ($7,84 \pm 1,67 \text{ mmol.L}^{-1}$ vs $6,99 \pm 1,63 \text{ mmol.L}^{-1}$; $p=0,03$), PSE ($5,08 \pm 1,27 \text{ UA}$ vs $5,67 \pm 1,46 \text{ UA}$; $p<0,001$), FB ($29,72 \pm 3,19 \text{ ciclos.min}^{-1}$ vs $29,01 \pm 3,01 \text{ ciclos.min}^{-1}$; $p=0,04$) e CB ($2,41 \pm 0,38 \text{ m.ciclo}^{-1}$ vs $2,49 \pm 0,30 \text{ m.ciclo}^{-1}$, $p= 0,03$). Também não houve diferenças significantes entre as duas condições para as médias de força ($15,37 \pm 1,83 \text{ kgf}$ vs $15,20 \pm 2,11 \text{ kgf}$; $p=0,26$), porém apresentou diferença estatística entre os momentos após a suplementação ($16,70 \pm 1,52 \text{ kgf}$ vs $15,99 \pm 1,62 \text{ kgf}$; $p=0,008$). Nas duas condições a FB aumentou e o CB diminuiu entre a análise da primeira e décima repetições, porém a cafeína foi capaz de proporcionar uma menor diferença de CB (cafeína $\Delta=4,18\%$ vs placebo $\Delta=7,08$). Portanto, nossos resultados sugerem que a cafeína melhora o desempenho de natação, podendo diminuir a PSE, aumentar a glicólise e alterar os parâmetros de braçada do nado crawl de forma mais eficiente.

Palavras chave: Cafeína, Natação, Desempenho, Exercício intervalado, Força.

ABSTRACT

Caffeine is a substance widely used amongst athletes in order to improve performance and / or reduce fatigue. Its ergogenic effect has been studied in different modalities and types of exercise, such as strength, short duration (until to 2 minutes), long duration (time to exhaustion and time trial) and interval exercise. However, its mechanism proposed in each type of exercise are not yet clear. From this perspective, the present research aimed to analyze the acute effects of the caffeine supplementation in the performance of 50 meters and during interval exercise of 10 x 200m of crawl swimming. Ten trained swimmers (27 ± 10.08 years, 82.7 ± 13.60 kg, 178.5 ± 6.1 cm, 11.9 ± 7.3 Fat %) performed all out efforts of 200m and 400m to determine the critical swim speed (CS) through the slope of the linear regression line between distances and times obtained. In randomized and double-blind trials the subjects completed a 50-m performance on separate days (with caffeine 300mg or placebo), followed by a set of 10 x 200m (1st to 5th intervals with intensity of CS and 6th to 10th intervals with self paced) with force measurement (before, during and after the trials). Statistical analysis was performed using the t-student test for paired samples in the comparison between the average scores and the ANOVA for repeated measures was applied to compare the moments (time x condition). The level of significance was set at 5%. The results showed that caffeine versus placebo was able to improve the time in the 50m (28.18 ± 1.31 s vs. 28.70 ± 1.21 s; $p = 0.004$) and of the interval exercise ($158,68$ $7,67$ s vs $160,93$ $7,04$ s). In relation to 50m no condition-time interaction was reported for blood lactate concentration [La] ($p = 0.435$) and strength ($p = 0.304$). In the training series (1th to 10th bouts) a significant

difference between caffeine and placebo was shown for the average values of [La] (7.84 ± 1.67 mmol.L⁻¹ vs 6.99 ± 1.63 mmol.L⁻¹; $p = 0.03$ $P < 0.001$), SR (29.72 ± 3.19 cycles.min⁻¹ vs 29.01 ± 3.01 cycles.min⁻¹, $p = 0.04$) and SL (2.41 ± 0.38 m.cyclo⁻¹ vs 2.49 ± 0.30 m.cyclo⁻¹, $p = 0.03$). There were also no significant differences between the two conditions for the average measured strength (15.37 ± 1.83 kgf vs 15.20 ± 2.11 kgf, $p = 0.26$), but a statistical difference between the moments after supplementation was showed (16.70 ± 1.52 kgf vs. 15.99 ± 1.62 kgf, $p = 0.008$). In both conditions the SF increased and the SL decreased between the analysis of the first and tenth repetitions, but caffeine was able to provide a smaller difference of SL (caffeine $\Delta = 4.18\%$ vs placebo $\Delta = 7.08\%$). Therefore, our results suggest that caffeine improves swimming performance and may decrease PSE, increase glycolytic pathway, and change crawl swim stroke parameters more efficiently.

Keywords: Caffeine. Swimming. Performance. Interval exercise. Strength.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fórmula estrutural da cafeína	40
Figura 2 - Representação do delineamento experimental.....	56
Figura 3 - Representação da posição do teste de força.....	64
Figura 4 - Comportamento individual dos tempos de performance em 50 metros nas condições cafeína e placebo (n=10).	66
Figura 5 - Comportamento da variável tempo na série de treino, mensurados nos protocolos experimentais cafeína e placebo (n=10)....	68
Figura 6 - Comportamento da variável velocidade na série de treino, mensurados nos protocolos experimentais cafeína e placebo (n=10)....	69
Figura 7 - Comportamento das medidas de lactato sanguíneo durante a série de treino nos protocolos experimentais cafeína e placebo (n=10).	71
Figura 8 - Comportamento das medidas de PSE durante a série de treino nos protocolos experimentais cafeína e placebo (n=10).....	71
Figura 9 - Comportamento das medidas de força máxima durante a série de treino nos protocolos experimentais cafeína e placebo (n=10).....	72
Figura 10 - Comportamento individual das médias de força máxima nos protocolos experimentais cafeína e placebo (n=10).	72
Figura 11 - Comportamento individual das medidas de força máxima pós-goma nos protocolos experimentais cafeína e placebo (n=7).....	73
Figura 12 - Comportamento das medidas de FB e CB durante a série de treino nos protocolos experimentais cafeína e placebo (n=10).	76

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Representação do protocolo de aquecimento.	59
Tabela 2 - Média e desvio padrão (\pm DP) das características antropométricas dos sujeitos (n=10).....	65
Tabela 3 - Média e desvio padrão (\pm DP) das características de performance obtidas antes dos protocolos experimentais (n=10).	66
Tabela 4 - Média e desvio padrão (\pm DP) dos tempos (s) de cada repetição para a série de treino, obtidos nos protocolos experimentais cafeína e placebo (n=10).	67
Tabela 5 - Média e desvio padrão (\pm DP) das medidas de lactato sanguíneo (mmol.L-1) nos protocolos experimentais cafeína e placebo (n=10).....	70
Tabela 6 - Média e desvio padrão (\pm DP) das variáveis de frequência de braçada e comprimento de braçada, obtidas nos 25 metros finais das repetições de 200m (n=10).....	74
Tabela 7 - Diferenças (Δ) de frequência de braçada e comprimento de braçada entre os 25m finais das repetições controlados e livres da série de treino em ambas as condições (n=10).....	75

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%G – percentual de gordura
AMPc – adenosina monofosfato cíclico
Ca⁺⁺ - cálcio
CB – comprimento de braçada
CVM – contração voluntária máxima
FB – frequência de braçada
K⁺ - potássio
min – minutos
PSE – percepção subjetiva de esforço
RyR – receptores rianodinos
s – segundos
SNC – sistema nervoso central
TCLE – termo de consentimento livre e esclarecido
Tlim – tempo limite
UDESC – Universidade do Estado de Santa Catarina
V400 – velocidade de nado na performance em 400m máximos
VC – velocidade crítica
VO_{2max} – volume máximo de oxigênio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	27
1.1 OBJETIVOS	31
1.1.1 Objetivo Geral	31
1.1.2 Objetivos Específicos.....	31
1.2 HIPÓTESES.....	32
1.3 JUSTIFICATIVA.....	32
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	35
2.1 NATAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO ESPORTE.....	35
2.2 CAFEÍNA E MECANISMOS DE AÇÃO.....	40
2.3 SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA EM EXERCÍCIOS DE DIFERENTES INTENSIDADES	44
2.4 AUMENTO DE FORÇA E FATORES NEUROMUSCULARES ASSOCIADOS À UTILIZAÇÃO DE CAFEÍNA	48
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	53
3.1 CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA.....	53
3.2 SUJEITOS DA PESQUISA	53
3.3 TRATAMENTO EXPERIMENTAL.....	54
3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	54
3.5 INSTRUMENTOS DE MEDIDAS.....	56
3.5.1 Determinação das variáveis nutricionais.....	56
3.5.2 Determinação das variáveis antropométricas	57
3.5.3 Tipo de Piscina.....	58
3.5.4 Protocolo de suplementação de cafeína.....	58
3.5.5 Protocolo de aquecimento	59
3.5.6 Determinação das variáveis de desempenho e índices técnicos.....	60
3.5.7 Determinação das variáveis fisiológicas	62
3.5.8 Determinação da força muscular.....	63
3.6 TRATAMENTO ESTATÍSTICO	64

4 RESULTADOS	65
4.1 CARACTERÍSTICA DA AMOSTRA	65
4.2 PROTOCOLOS EXPERIMENTAIS - CAFEÍNA VS PLACEBO	66
4.2.1 Performance de 50m	66
4.2.2 Performances de 200m (série de treino).....	67
4.2.3 Medidas de concentração de lactato [La] e percepção subjetiva de esforço (PSE)	69
4.2.4 Medidas de força.....	72
4.2.5 Frequência de braçadas e comprimento de braçadas	74
5 DISCUSSÃO.....	77
6 CONCLUSÃO	91
REFERÊNCIAS.....	93
APÊNDICES	105

INTRODUÇÃO

A cafeína é uma substância muito usada no meio esportivo a fim de melhorar a performance e/ou reduzir a fadiga durante o exercício. Seu efeito ergogênico vem sendo estudado em diferentes modalidades, como ciclismo, corrida e natação; e em diferentes tipos de exercício, como os de força, os de curta (até dois minutos), longa duração (tempo limite e contrarrelógio), e intervalados (CROWE; LEICHT; SPINKS, 2006; GRAHAM-PAULSON; PERRET; GOOSEY-TOLFREY, 2016; FARHADI; HADI, 2011; PRINS et al., 2016; COLLOMP et al., 1992; MACINTOSH; WRIGHT, 1995; BECK et al., 2006; GRGIC et al., 2018; TIMMINS; SAUNDERS, 2018; WARREN et al., 2010; BECK et al., 2006; DAVIS; GREEN, 2009; LARA et al., 2015; MAUGHAN et al., 2018; COX et al., 2002; BOWTELL et al., 2018; GOODS; LANDERS; FULTON, 2017). Diante dos diversos efeitos a partir da utilização de cafeína, em diferentes tipos de exercícios e com diferentes aspectos energéticos e de intensidades, apreende-se que a cafeína possui variados mecanismos de ação (DOHERTY; SMITH, 2004).

Tendo em vista que o desempenho em qualquer exercício depende da ativação dos músculos esqueléticos, verifica-se que quando a capacidade em manter essa ativação diminui, no decorrer deste, ocorre um acréscimo de mecanismos centrais e periféricos para a sua sustentação (MEYERS; CAFARELLI, 2005). Assim, é possível considerar a influência da cafeína no exercício em diversos locais da via neuromuscular, atuando no antagonismo da adenosina, na maior excitação do sistema nervoso central e no desenvolvimento do acoplamento excitação-contração. Dentre os principais efeitos desencadeados, apresentam-se o aumento da taxa de disparos, o maior recrutamento de unidades motoras, a atenuação da percepção subjetiva de esforço (PSE), o aumento da glicólise e a maior disponibilidade de cálcio (Ca^{++}) intracelular (ASTORINO; ROBERSON, 2010; BOWTELL et al., 2018; CROWE; LEICHT; SPINKS, 2006; GRGIC et al., 2018; MAUGHAN et al., 2018).

Todos estes mecanismos podem ser apontados como responsáveis pela ação ergogênica da cafeína. No entanto, suas influências são deveras complexas e ainda há certa inconsistência em salientar quais mecanismos efetivamente são determinantes na melhora de cada tipo de exercício (BOWTELL et al., 2018; POLITO et al., 2016).

Nesse sentido, a administração de cafeína pode ser feita de diversas formas, algumas delas subcutânea, intramuscular ou oral (ALTIMARI et al., 2001; LONGO; GUERRA; BOTERO, 2010). Quando ingerida pode

ter 100% de absorção através do trato gastrointestinal entre 30 e 120 minutos (ALTIMARI et al., 2005; ANNUNCIATO et al., 2013; VASCONCELOS; PINTO; NAVARRO, 2007). Entretanto, alguns fatores como a genética, a dieta, o uso de alguma droga, o sexo, a massa corporal, o estado de hidratação, o tipo de exercício físico praticado e o consumo habitual, podem afetar o metabolismo da substância (ALTIMARI et al., 2005; VASCONCELOS; PINTO; NAVARRO, 2007). Esses fatores podem interferir devido aos efeitos da cafeína serem multifatoriais e por seus mecanismos serem capazes de afetar diferentes locais da via neuromuscular.

Nesse contexto, a cafeína também tem sido frequentemente utilizada na natação durante competições e sessões de treino. Dascombe et al. (2010) constataram que os nadadores fazem elevada utilização de suplementos alimentares e dentro destes, a cafeína era um dos mais populares. Desbrow e Leveritt (2007) observaram que a maioria dos atletas selecionados na competição *Ironman Triathlon Hawaii 2005* utilizavam cafeína para a melhora da performance e ainda assim, não identificavam quais os principais efeitos da substância.

Nos trabalhos concernentes ao uso da cafeína na natação, foi observado um menor tempo de performance em distâncias curtas (50m e 200m) e longas (1500m), porém em protocolos de esforços repetidos, os resultados são conflitantes (LARA et al., 2015; PRUSCINO et al., 2008; MACINTOSH; WRIGHT, 1995; COLLOMP et al., 1992; GOODS; LANDERS; FULTON, 2017). As divergências nos resultados se devem principalmente por diferenças de protocolos, de distâncias, de variáveis analisadas, de intervalos utilizados e de nível de treinamento dos sujeitos testados, dificultando a percepção exímia de como os efeitos da cafeína potencializam a execução da referida atividade.

Deste modo, a maioria dos estudos referentes à cafeína em protocolos de longa duração utiliza tempo limite (Tlim) ou tempo de exaustão ao invés de protocolos com tempos ou distancias fixas. Contudo, cabe apontar que Tlim não é um modelo de exercício usual em competições e treinamentos, visto que nas competições utiliza-se como parâmetro as distâncias fixas, bem como nos treinamentos – e/ou exercícios intervalados (DOHERTY; SMITH, 2004).

Assim, exercícios intervalados são usuais no treinamento pois possibilitam maior acúmulo de tempo em esforços com altas intensidades quando comparados a um único estímulo contínuo (SEILER; HETLELID, 2005). É um modo eficiente da promoção, tanto nas alterações centrais quanto nas periféricas, sendo benéficas ao desempenho (FERREIRA et al., 2018; VIEIRA et al., 2017).

Além disso, podem produzir aumento considerável do volume sistólico, do número de mioglobinas, bem como reduzir a resistência vascular periférica, promover a biogênese mitocondrial, aumentar a atividade enzimática, elevar a mobilização de glicogênio e melhorar a resposta insulínica (GIBALA; MCGEE, 2008; VIEIRA et al., 2017). São exercícios caracterizados por trocas entre períodos de recuperação com esforços repetidos que permitem a utilização de altas intensidades (MOHR; NIELSEN; BANGSBO, 2011; SEILER; HETLELID, 2005; VIEIRA et al., 2017).

Nesse contexto, alguns estudos têm associado exercícios intervalados com natação, no entanto, são inexpressivos os relativos ao uso da cafeína na natação analisando protocolos intervalados ou esforços repetidos (*sprint* repetido) (AUJOUANNET et al., 2006; CROWE; LEICHT; SPINKS, 2006; DEKERLE et al., 2010; TOUBEKIS et al., 2011; COLLOMP et al., 1992; GOODS; LANDERS; FULTON, 2017; PRUSCINO et al., 2008).

Collomp et al. (1992) analisaram qual o nível de treinamento necessário para se produzir maiores benefícios com a ingestão de cafeína (250mg). O protocolo era composto de duas performances máximas de 200m nado *crawl*, separadas por 20 minutos de recuperação. Como resultados, encontraram somente efeito ergogênico na velocidade dos treinados e aumento do lactato sanguíneo em ambos os grupos (treinados e recreacionais).

Pruscino et al. (2008) verificaram os efeitos da cafeína, do bicarbonato e sua combinação em dois esforços máximos repetidos de 200m de nado *crawl* com 30 minutos de intervalo. Não encontraram diferenças na performance quando comparados a cafeína e o placebo. Goods, Landers e Fulton (2017) analisaram o efeito da cafeína em seis esforços máximos de 75m com recuperação de 200m em baixa intensidade (nado *crawl*). Nos resultados, obtiveram diminuição dos tempos de performance na condição cafeína, sugerindo que a substância pode melhorar a execução em esforços repetidos. Além dos diferentes resultados, grande parte destes trabalhos utilizaram séries máximas (*all out*) e grandes intervalos de recuperação, visto que séries de exercícios intervalados com intensidades mais baixas e intervalos menores igualmente são usuais.

Em relação ao controle das intensidades, alguns índices podem ser utilizados no treinamento de natação, tais como a velocidade correspondente a máxima fase estável de lactato, a máxima velocidade aeróbia (V400) ou a velocidade crítica (VC) (DEKERLE et al., 2002, 2005a, 2005b, 2010; SCHNITZLER et al., 2007; TOUBEKIS et al.,

2011). Na prática, a VC pode ser um modo simples para o controle dos efeitos e prescrição das intensidades do treinamento, em que não se utiliza medidas de lactato sanguíneo, de volume de oxigênio e de grandes distâncias (nadadores menos treinados). Para Toubekis et al. (2011), séries intervaladas de natação podem ser ajustadas em relação à velocidade crítica (FRANKEN; ZACCA; CASTRO, 2011).

Levando-se em consideração estas premissas e de acordo com os mecanismos de ação da cafeína, foi evidenciado que sua influência é demonstrada em exercícios de natação por medidas de PSE (MACINTOSH; WRIGHT, 1995), por medidas de força e potência, em maiores valores de lactato sanguíneo e na diminuição do tempo de performance (GOODS; LANDERS; FULTON, 2017; LARA et al., 2015). Apesar disso, com base em resultados inconsistentes de estudos isolados de contração voluntária máxima (CVM) e na discordância quanto aos mecanismos responsáveis pelos efeitos ergogênicos da cafeína em fatores neuromusculares, não é possível denotar o comportamento exato de força na natação com o uso da substância (BLACK; WADDELL; GONGLACH, 2015; BOWTELL et al., 2018; GRAHAM-PAULSON; PERRET; GOOSEY-TOLFREY, 2016; TALLIS; YAVUZ, 2018).

Em contrapartida, Lara et al. (2015) apontam o efeito da cafeína em medidas de força associadas a performance de natação, bem como na melhora da potência dos membros inferiores e superiores antes e depois de diferentes nados. Por outro lado, Figueiredo et al. (2013) ao analisarem a evolução da fadiga de diversos músculos (eletromiografia e técnica de nado) em 200m máximos de nado *crawl* observaram que os membros superiores apresentaram maiores sinais de comprometimento na resposta muscular, enquanto os membros inferiores foram pouco afetados. Demonstrando que a fadiga dos membros superiores é mais determinante na performance do nado *crawl*.

Segundo Aujouannet et al. (2006), ocorre uma queda de força após o exercício intervalado de nado *crawl* (4 x 50m), observada em medidas de CVM isométricas de flexão de ombro fora da piscina. Logo, sendo a fadiga definida como um declínio nos valores de força no decorrer do exercício (ENOKA; DUCHATEAU, 2008), as medidas de CVM dos membros superiores também podem demonstrar como os efeitos ergogênicos da cafeína influenciariam na perda de força durante o nado *crawl*.

Outros estudos salientam que a perda de força ocorrida durante o nado *crawl* é associada às alterações nos índices técnicos (AUJOUANNET et al., 2006; DEKERLE et al., 2005b; FIGUEIREDO

et al., 2013; SCHNITZLER et al., 2007). Dessa forma, a perda de força na natação é percebida na diminuição do comprimento de braçada (CB) e no aumento da frequência de braçada (FB) para manter a velocidade de nado no decorrer da performance (CAPUTO et al., 2000; DEKERLE et al., 2005b).

Levando-se em consideração a frequente utilização de cafeína na natação, bem como os resultados conflitantes quanto aos efeitos da substância nessa modalidade em diferentes protocolos, o objetivo deste estudo foi analisar os efeitos agudos da suplementação de cafeína no desempenho de 50m e durante exercício intervalado de nado *crawl*. Com respaldo da literatura, foi testada a hipótese de que a cafeína influencia na melhora do desempenho dos dois modelos de exercício. Além disso, proporciona a atenuação da PSE, o maior aumento da concentração de lactato sanguíneo, os maiores valores de força e a manutenção do CB com um maior aumento da FB.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar os efeitos agudos da suplementação de cafeína em goma de mascar no desempenho de 50m e durante exercício intervalado de 10 x 200m no nado *crawl*.

1.1.2 Objetivos Específicos

- a) Investigar os possíveis efeitos da utilização de cafeína em goma no tempo para completar os 50m e a série de 10 x 200m em nado *crawl*;
- b) Investigar os possíveis efeitos da utilização de cafeína em goma nas modificações de PSE e concentração de lactato sanguíneo durante os protocolos experimentais;
- c) Investigar a influência da utilização de cafeína em goma na medida neuromuscular (força isométrica em flexão de ombro) durante os protocolos experimentais;

- d) Investigar a influência da utilização de cafeína em goma nos parâmetros de braçada durante o exercício intervalado.

1.2 HIPÓTESES

H1: Haverá influência da utilização de cafeína, resultando em redução significativa do tempo de desempenho em 50m e nas repetições de 200m com intensidade livre (6^a à 10^a repetição);

H2: Haverá influência da utilização de cafeína, resultando em diminuição significativa da PSE e aumento significativo da concentração de lactato sanguíneo no protocolo experimental;

H3: Haverá influência da utilização de cafeína na fadiga representada por alterações na medida neuromuscular no decorrer do protocolo experimental;

H4: Haverá influência da utilização de cafeína na alteração dos parâmetros de braçada.

1.3 JUSTIFICATIVA

A cafeína é um suplemento frequentemente utilizado por atletas em diferentes modalidades esportivas, para melhorar a performance e/ou atenuar a fadiga (COLLOMP et al., 1992; DASCOMBE et al., 2010; DESBROW; LEVERITT, 2007; MACINTOSH; WRIGHT, 1995; PRUSCINO et al., 2008). Isso se dá principalmente pelo fato de ser uma substância ergogênica não proibida em competições nacionais e internacionais capaz de melhorar a performance com baixos efeitos colaterais (WADA, 2018; DERAIVE; TIPTON, 2014).

Dascombe et al. (2010) ao investigarem os suplementos mais utilizados nos esportes, incluindo a natação, observaram que a cafeína é um dos recursos ergogênicos mais usados. Metade dos atletas consumia o ergogênico para melhorar a performance, mesmo não sabendo seus principais mecanismos de ação. Assim, a cafeína é usada de forma indiscriminada, apesar de seus principais efeitos ainda não se diferenciarem em variados tipos de exercício (DASCOMBE et al., 2010).

Tendo em vista que a cafeína também é muito usada na natação para melhorar o desempenho em competições e impulsionar mudanças fisiológicas ocasionadas pelo treinamento, é importante discernir sua possível influência em diferentes distâncias e protocolos de treino (COLLOMP et al., 1992; DERAIVE; TIPTON, 2014; GOODS;

LANDERS; FULTON, 2017; LARA et al., 2015; MACINTOSH; WRIGHT, 1995; PRUSCINO et al., 2008; DASCOMBE et al., 2010; DERAIVE; TIPTON, 2014; DESBROW; LEVERITT, 2006).

São escassos os estudos com utilização de cafeína em protocolos de treino, como os exercícios intervalados, ou com utilização crônica. Na literatura, não há consenso acerca dos efeitos da cafeína em exercícios intervalados e há evidências de que essa substância mimetize algumas adaptações ocasionadas no treinamento intervalado, camuflando adaptações crônicas relacionadas ao aumento da performance.

Nesta perspectiva, o presente estudo busca investigar uma lacuna em exercício intervalado de natação com o uso de cafeína. Pretende-se observar os possíveis efeitos em exercício de curta duração e intervalado, a fim de compreender de que forma (s) a cafeína pode melhorar o desempenho na natação e como otimizar a prescrição e a utilização dessa substância.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 NATAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO ESPORTE

Em qualquer competição de natação, o principal objetivo consiste em completar a distância pré-estabelecida no menor tempo. Para tanto, o atleta necessita desenvolver a maior velocidade possível no decorrer do percurso. Nesse sentido, tanto a bioenergética quanto a biomecânica estão relacionadas com a eficiência do nadador em manter a velocidade durante toda a prova (COSTA, 2012).

A potencialização da bioenergética e do padrão motor do nadador é capaz de melhorar sua habilidade em gerar propulsão e reduzir a resistência, resultando em um nado mais eficiente (TOUSSAINT, BEEK, 1992). Algumas variáveis relacionadas ao desempenho da natação como a técnica (padrão motor) e a aptidão anaeróbia e aeróbia podem ser analisadas, objetivando caracterizar a modalidade e intensificar qualitativamente o programa de treinamento (BARBOSA et al., 2010)

Posto isto, a ciência esportiva com foco na natação concentra-se em três principais tópicos: a relação entre a cinemática dos segmentos do nadador (comprimento de braçada, frequência de braçada, índice de braçada e índice de coordenação) com o centro de massa; a relação entre a bioenergética e a cinemática do nadador; e a predição do desempenho por meio destas relações (BARBOSA et al., 2010). No entanto, com o contínuo desenvolvimento dos métodos de treinamento voltado aos parâmetros biomecânicos de braçada, e associado ao aumento do número de praticantes e competidores de natação, faz-se necessário o melhoramento dos métodos de análise (KENNEDY et al., 1992).

Na prática, a velocidade crítica (VC) pode ser um modo simples de se controlar os efeitos de treinamento, visto que não se utilizam medidas de lactato sanguíneo, de consumo oxigenar e de grandes distâncias (nadadores menos treinados) (FRANKEN; ZACCA; CASTRO, 2011). A VC é calculada por meio da inclinação da reta de regressão linear entre as distâncias e os tempos obtidos em performances de diferentes distâncias; e é definida como o limite entre os domínios pesado e severo, compreendendo a mais alta intensidade que pode ser sustentada por um longo período sem alcançar o gasto máximo de oxigênio (VO_{2max}) (DEKERLE et al., 2010; FRANKEN; ZACCA; CASTRO, 2011).

Resumidamente, o exercício no domínio pesado compreende intensidades abaixo/igual a VC e caracteriza um estado estável dos

valores de consumo de oxigênio sem alcançar o máximo e de lactato sanguíneo acima dos valores de repouso. O exercício no domínio severo compreende intensidades acima da VC e caracteriza um estado não estável de lactato sanguíneo, em que o dispêndio máximo de oxigênio (VO_{2max}) é atingido (DEKERLE et al., 2010; FRANKEN; ZACCA; CASTRO, 2011).

Contudo, o valor encontrado de VC depende de alguns fatores, tais como a forma de cálculo em diferentes distâncias, a faixa etária e o nível de treinamento, cujo significado na natação ainda é pouco compreendido. A intensidade encontrada em diferentes indivíduos pode não refletir zona igualitária de domínio desta (DEKERLE et al., 2010; FRANKEN; ZACCA; CASTRO, 2011).

Wakayoshi et al. (1993) calculando a VC por meio das performances de nado nas distâncias de 200m e 400m encontrou valores próximos à intensidade em máxima fase estável de lactato. Contudo, diversos outros estudos utilizam para o cálculo mais de duas distâncias em diferentes combinações de performances, e para natação, foi observado que a VC compreende intensidades acima da máxima fase estável de lactato, principalmente pela instabilidade metabólica deste exercício (DEKERLE et al., 2002, 2005a, 2010; TOUBEKIS et al., 2011).

Da mesma forma, Toubekis et al. (2011) avaliaram as respostas fisiológicas de dois meios de cálculo para VC (200m-400m x 50-100-200-400m), demonstrando que as respostas fisiológicas são divergentes. Assim, a VC não pode ser uma intensidade associada à mesma carga fisiológica em relação aos diferentes cálculos ou com o mesmo cálculo em relação a diferentes sujeitos. Segundo Dekerle et al. (2010), os indivíduos treinados numa intensidade 5% acima da VC caracterizam-se no domínio severo e numa intensidade 5% abaixo da VC no domínio pesado.

Apesar do cuidado em relacionar a VC a uma carga fisiológica específica, esta pode ser usada como uma intensidade inicial para ajustes contínuos e intervalados. Nesta acepção, exercícios intervalados podem ser ajustados através da intensidade da VC independente do cálculo utilizado (DEKERLE et al., 2010; TOUBEKIS et al., 2011). Além da velocidade crítica, outras variáveis de simples análise são associadas ao sucesso do nadador em competições e são objetivadas no treinamento, como as possíveis mudanças dos componentes da velocidade do nado (comprimento de braçada e a frequência de braçada) (COSTA, 2012; CAPUTO et al., 2000; KENNEDY et al., 1992).

Mediante a cinemática, é possível analisar o comprimento de braçada e a sua frequência, descrevendo biomecanicamente o nado (BARBOSA et al., 2010). Diversos estudos analisaram os padrões cinemáticos das braçadas na intervenção do desempenho e na comparação de indivíduos. Observou-se, contudo, que diferentes indivíduos combinam diferentemente a FB e o CB nas competições (KENNEDY et al., 1992; RIBEIRO et al., 2016; SCHNITZLER; SEIFERT; CHOLLET, 2009). Outrossim, foi demonstrado que cada atleta busca uma melhor combinação entre FB e CB em função da distância a ser percorrida e de acordo com o nível de treinamento para manter o menor gasto de energia possível. Isto porque quando há aumento excessivo da FB, também há aumento de energia gasta (CAPUTO et al., 2000).

A combinação individual de FB e CB em maneiras diferentes é condicionada a alguns fatores, como o comprimento do braço e o nível de treinamento. Normalmente, é mais complexo conseguir um maior comprimento de braçada (CB) no decorrer da competição, então se torna comum aumentar a velocidade do nado *crawl* em curto prazo com a frequência de braçada (FB) (SMITH; NORRIS; HOGG, 2002). Todavia, diversos estudos discutem que o CB é o fator propulsor para o sucesso nas competições (KENNEDY et al., 1992; SMITH; NORRIS; HOGG, 2002).

Neste cenário, atletas mais treinados tendem a ter maiores CB quando comparados com atletas inferiores, denotando uma possível relação do CB com o desempenho e a maior eficiência do nadador (SEIFERT et al., 2010, 2014; SEIFERT; CHOLLET; ROUARD, 2007). Em contraposição, indivíduos não especialistas em distâncias específicas tentam a aumentar a força e realizar menos braçadas para economizar energia. Após o treinamento, o aumento na eficiência propulsiva e a diminuição no arrasto pode ser resultado de uma menor FB e maior CB para a mesma velocidade (CAPUTO et al., 2000).

Diversos estudos, além de avaliar o desempenho em competições ou treinos, utilizavam tais parâmetros biomecânicos para a comparação entre os gêneros (FERREIRA et al., 2015; KENNEDY et al., 1992; PAI; HAY; WILSON, 1984; SCHNITZLER et al., 2007; SCHNITZLER; SEIFERT; CHOLLET, 2009) e para a comparação entre atletas com diferentes níveis de treinamento, idade, ou provas (KENNEDY et al., 1992; LUDOVIC; CHOLLET; CHATARD, 2007; PAI; HAY; WILSON, 1984; RIBEIRO et al., 2016; SCHNITZLER et al., 2007; SCHNITZLER; SEIFERT; CHOLLET, 2009; SCHNITZLER;

SEIFERT; DIDIER, 2011; SEIFERT et al., 2010; SEIFERT; CHOLLET; ROUARD, 2007).

Desta maneira, as adaptações nos padrões técnicos encontrados nos estudos podem explicar as conclusões, a fim de melhorar a eficiência do nado. Os padrões de movimento são avaliados mediante os índices de nado mensurados na execução (MAD-System, relógio, observação), ou posterior ao desempenho, na análise de vídeos. A frequência de braçada é analisada com o número de segundos ou frames (vídeo) para se completar um ou dois ciclos de braçada, sendo expressa em braçadas ou ciclos por minuto e em braçadas ou ciclos por segundo (SMITH; NORRIS; HOGG, 2002).

Já o comprimento de braçada depende da análise anterior da frequência de braçada e da velocidade do nado, posto que reflete a eficiência do nadador, ou seja, a distância que percorrida com uma braçada. Este índice é calculado pela velocidade do nado ($m.s^{-1}$) dividido pela frequência de braçadas (CAPUTO et al., 2000; SMITH; NORRIS; HOGG, 2002). E ainda pode ser descrito como a distância percorrida pelo nadador em um ciclo de braçada completo (COSTA, 2012).

Com base nas avaliações, constatou-se que as manipulações dos índices de nado são favoráveis para melhorar a técnica de natação bem como resultar em um melhor desempenho (COSTA, 2012). Além do mais, observa-se que cada estudo encontra diferentes valores de FB, de CB e de velocidade do nado. Estas diferenças entre os valores mostram a grande variabilidade existente entre os índices de braçada. Outros fatores são contribuintes para as diferenças, como por exemplo, as diferentes populações avaliadas (sexo, idade), os diferentes níveis de treinamento (ativos, atletas treinados, atletas altamente treinados), as diferentes distâncias das piscinas utilizadas (25m ou 50m) e os indivíduos não especializados em certas distâncias avaliadas.

Contudo, como a velocidade do nado é uma interação entre a FB e o CB, provavelmente esses valores sempre serão diferentes entre os estudos. Um exemplo disso são os similares tempos de prova entre nadadores olímpicos com diferentes combinações de índices de nado. Esta situação dependerá de diversos fatores, como o tamanho corporal (KENNEDY et al., 1992), influenciando na combinação destes parâmetros para se completar a prova.

Independentemente do nível de treinamento, ao analisar o indivíduo em diferentes tentativas da mesma distância, não encontram-se diferenças nos padrões de braçada, mostrando que o CB e a FB são parâmetros consistentes na análise da performance e no o efeito de

treino (SCHNITZLER et al. 2009). Anos depois, Schnitzler et al. (2014) fundamentam a afirmação anterior ao analisarem o efeito de treinamento aeróbio, encontrando aumento no CB e a manutenção da FB após o período. Inferem também que os atletas desenvolvem maior força de impulso durante as fases propulsivas e conseguem de modo eficiente aproveitar as fases não propulsivas.

Quanto ao nível de treinamento, homens treinados possuem altos valores de CB quando comparados com os menos treinados (LUDOVIC; CHOLLET; CHATARD, 2007; SCHNITZLER et al., 2007; SEIFERT; CHOLLET; ROUARD, 2007). Em relação à idade, indivíduos do sexo masculino entre 14 e 28 anos parecem ter diferentes CB quando comparados com atletas de alto nível da mesma idade. Este resultado também pode ser influenciado pelo efeito da distância, visto que atletas especialistas naquela distância tendem a ter padrões mais consistentes durante toda a prova (CAPUTO et al., 2000). Desse modo, os índices de braçada são utilizados nos estudos na análise do desempenho individual (técnica, bioenergética, efeito de treino) e na comparação dos indivíduos (KENNEDY et al., 1992).

Em se tratando de desempenho, estudos apontam que o fator-chave para o êxito nas competições é o CB (KENNEDY et al., 1992; SMITH; NORRIS; HOGG, 2002), provavelmente porque homens treinados tendem a ter maiores valores de CB que os menos treinados. Indivíduos mais treinados também conseguem manter por mais tempo os padrões de movimento de FB e CB durante o desempenho, apesar do foco ideal do treinamento de ser voltado à melhoria do CB (LUDOVIC; CHOLLET; CHATARD, 2007; SCHNITZLER et al., 2007; SEIFERT; CHOLLET; ROUARD, 2007).

A técnica de nado representada pela frequência de braçada e comprimento de braçada é determinante para o desempenho, sendo observados diferentemente entre os atletas para manter a velocidade de competição no decorrer da prova. Com protocolos simples e de baixo custo, esses índices possuem alta relação com a performance. Nessa lógica, os atletas aumentam a velocidade diminuindo o tempo de nado na combinação entre a maior frequência de braçada e/ou aumento do comprimento de braçada.

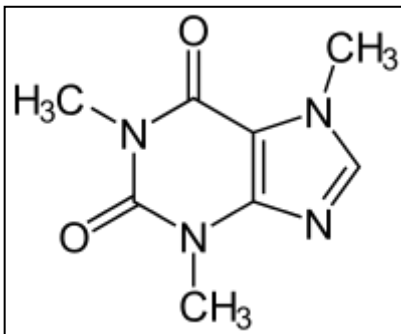
Quando o objetivo foca-se em melhorar o desempenho nas competições próximas, é mais usual aumentar a FB; e em competições mais distantes, otimizar o CB. Isso porque o aumento do CB está associado à um alto nível de treinamento, precisando de tempo mínimo para ser aperfeiçoado. Podem servir ainda para observar efeito de treinamento técnico e de eficiência propulsiva, em qualquer momento da

temporada, sem prejudicar o programa de treinamento e independente da habilidade do atleta. Pode ser utilizado em atletas de elite e recreacionais, de ambos os sexos e de diferentes idades (adultos jovens vs adultos master).

2.2 CAFEÍNA E MECANISMOS DE AÇÃO

A cafeína é uma substância que pertence ao grupo das metilxantinas, sendo alcaloides que se diferenciam pela sua ação no SNC (ALTIMARI et al., 2001; RANG et al., 2007). Essa substância é capaz de excitar ou restaurar as funções cerebrais e bulbares, não considerada uma droga terapêutica e com baixa capacidade de indução à dependência. Pode ser encontrada no chá verde, no chá mate, no chocolate, no café, e em alguns medicamentos (ALTIMARI et al., 2001; OMS, 2017).

Figura 1 - Fórmula estrutural da cafeína



(RANG et al., 2007; OMS, 2017)

A cafeína é rapidamente absorvida pelo intestino, carregada pela corrente sanguínea, e atuando em diversos tecidos. Posteriormente, é degradada pelo fígado e excretada pela urina em forma de co-produtos. Alguns fatores como genética, sexo, dieta, uso de algumas drogas/fármacos, peso corporal, modo de administração, estado de hidratação e a prática regular de exercícios físicos podem afetar o metabolismo da cafeína (ALTIMARI et al., 2001)

Destarte, a cafeína possui mecanismos de ação centrais e periféricos que podem desencadear uma série de efeitos no organismo (POLITO et al., 2016). Alguns efeitos consistem em ações metabólicas e fisiológicas, as quais melhorariam o desempenho no exercício aeróbio. Porém, estes mecanismos são pouco esclarecidos e acredita-se que

outros fatores, tais como: intensidade, duração, nível de treinamento do atleta e dose de cafeína administrada, são influenciadores em diferentes tipos de exercício (ALTIMARI et al., 2001; GOLDSTEIN et al., 2010).

Supõe-se que alguns fatores explicam o efeito ergogênico da cafeína durante o exercício: a sua influência no SNC, no músculo esquelético e o aumento na oxidação de gorduras (ALTIMARI et al., 2001). E mesmo observado que a cafeína altera a performance provocando efeitos no SNC, é árduo destacar o seu maior efeito (DOHERTY; SMITH, 2005; KALMAR; CAFARELLI, 2004; WILES et al., 1992), visto que ela facilmente perpassa a barreira sanguínea do cérebro (barreira hematoencefálica) e a membrana das células de todos os tecidos (GOLDSTEIN et al., 2010). No entanto, seus efeitos são indiscutíveis quanto à vigilância, cansaço e despertar, seja em exercícios ou em demais tarefas (GOLDSTEIN et al., 2010; KALMAR, 2005; RANG et al., 2007)

Quanto a sua influência no SNC, o principal mecanismo associado à ingestão de cafeína observa-se no estabelecimento de propriedades atenuantes em dores ou desconfortos, alterando a resposta na percepção subjetiva de esforço (PSE) (BAZZUCCHI et al., 2011; BOWTELL et al., 2018; DOHERTY; SMITH, 2005; KALMAR; CAFARELLI, 2004; POLITO et al., 2016). Hipoteticamente, essa alteração da PSE ocorre porque a cafeína é um antagonista da adenosina (BAZZUCCHI et al., 2011; KALMAR; CAFARELLI, 2004; PATON; LOWE; IRVINE, 2010).

Visto que a adenosina é uma substância livre no citosol de todas as células, produzindo efeitos farmacológicos tanto na periferia como no SNC (RANG et al., 2007), e a cafeína é parecida com adenosina, – porém sem seus efeitos – ao competir com os receptores, não se diminui a atividade da célula como a anterior (BOWTELL et al., 2018; RANG et al., 2007).

Atrelando-se nesses receptores, a cafeína tem efeitos contrários aos da adenosina, tais como: constrição dos vasos da cabeça e dos rins; vasodilatação periférica; facilita o comando eferente que aumenta o trabalho e força muscular; aumento do nível de testosterona e cortisol sanguíneos; aumento da pressão arterial; broncodilatação; não bloqueio de sinapses centrais e periféricas, não ação depressora pré e pós sinápticas aumentando a atividade motora; a ventilação; o estado alerta e a redução do cansaço (ALTIMARI et al., 2001; GOLDSTEIN et al., 2010; POWERS; HOWLEY, 2009; RANG et al., 2007).

Relacionam-se igualmente a resposta muscular causada pela inibição da adenosina (facilitando o comando eferente) e o aumento da

força percebido com ingestão de cafeína também aos canais de cálcio no retículo sarcoplasmático (RS) durante a contração muscular, ocorrendo de duas formas: via periférica pela interação direta no RS ou via central com inibição da adenosina (GOLDSTEIN et al., 2010; KALMAR; CAFARELLI, 2004; MEYERS; CAFARELLI, 2005).

Para que ocorra a contração muscular, um impulso nervoso chega até o RS causando a liberação dos íons de cálcio (Ca^{++}) ligando-se à troponina e iniciando toda a cascata do encurtamento muscular. Esse ciclo de contração pode ser repetido enquanto houver Ca^{++} livre disponível para se ligar à proteína contrátil e for mantido o fornecimento de ATP (POWERS; HOWLEY, 2009).

Posto isto, existem dois tipos principais de canais de cálcio na membrana do RS que liberam o íon: o receptor de trifosfato de inositol (IP_3R) e o receptor de rianodina (RyR) (RANG et al., 2007). A cafeína pode ligar-se diretamente nos RyR e aumentar a sensibilidade deles, causando maior liberação Ca^{++} no RS e ou menor reabsorção até mesmo em níveis de concentração de Ca^{++} de repouso (BOWTELL et al., 2018; RANG et al., 2007; TALLIS; YAVUZ, 2018; VIEIRA et al., 2017). Além disso, a inibição da adenosina também promove uma cascata bioquímica que irá resultar em maior liberação/menor reabsorção de Ca^{++} pelo RS por outra via que não os RyR. (KALMAR; CAFARELLI, 1999; VIEIRA et al., 2017).

O mecanismo resultante da influência da cafeína no músculo auxilia a melhora na performance, mesmo ainda não sendo comprovada em estudos com seres humanos, observada somente *in vitro* e *in situ*, mediante altas doses tóxicas para o consumo humano (ALTIMARI et al., 2001; POWERS; HOWLEY, 2009; RANG et al., 2007; WILES et al., 1992). No entanto, já foram encontradas evidências em humanos de aumento na tensão máxima do músculo nos baixos níveis de eletroestimulação, sugerindo que o mecanismo pode ser possível (POWERS; HOWLEY, 2009).

Alguns autores discutem a sugestão de que uma dose de cafeína tolerada por humanos causa interação de cálcio no músculo (via SNC ou via periférica) e certo decréscimo na fadiga (MEYERS; CAFARELLI, 2005). Segundo Meyers e Cafarelli (2005), este efeito é causado em humanos pela maior taxa de disparo, mesmo com aumento do tempo em contrações voluntárias submáximas sucessivas. Bowtell et al. (2018) viram que a cafeína proporciona a contração/relaxamento mais rápidos e também sugerem que o mecanismo pode ocorrer.

Outros trabalhos observaram a influência da cafeína no potencial de membrana, visto que durante a despolarização da contração

muscular, o potássio é liberado para fora da célula, difundindo-se para o sangue e causando a fadiga. Ao atenuar o aumento de potássio e a atividade da ATPase durante o exercício, a cafeína é facilitadora no acoplamento excitação-contração (BOWTELL et al., 2018; CROWE; LEICHT; SPINKS, 2006; DAVIS; GREEN, 2009; MOHR; NIELSEN; BANGSBO, 2011). MacIntosh e Wright (1995) inferem que a diminuição de potássio do plasma e a maior disponibilidade de glicose são os principais mecanismos responsáveis pela ideal *performance* de 1500m de natação.

Também há indícios que a cafeína mantém por mais tempo o suporte energético requerido ao exercício, possível fator de melhora na performance. Isso se atribui ao aumento na oxidação de gorduras e dos mecanismos poupadores de glicogênio (BAZZUCCHI et al., 2011; BRIDGE; JONES, 2006; SPRIET, 2014). Logo, dois mecanismos influenciam a ação da cafeína: a inibição da enzima fosfodiesterase e a inibição das catecolaminas.

A cafeína bloqueia a enzima fosfodiesterase responsável pelo metabolismo intracelular da adenosina monofosfato cíclico (AMPC), com conseqüente aumento na sua concentração intracelular. Isso produz efeitos que mimetizam os mediadores estimulantes da adenilciclase, prolongando a sensação de adrenalina.

Com o aumento da atividade neuronal, a glândula piturária age liberando grandes quantidades de hormônios, liberadores de adrenalina pelas suprarenais, e potencializando qualitativamente a performance, entre estes: taquicardia, dilatação da pupila, aumento da pressão arterial, abertura dos tubos respiratórios (daí alguns antiasmáticos com cafeína), aumento do metabolismo e contração dos músculos e aumento da secreção da enzima lipase – lipoproteína que mobiliza os depósitos de gordura para utilizá-los como fonte de energia ao invés do glicogênio muscular. O último citado consegue poupar o glicogênio muscular como fonte alternativa de energia permitindo aumentar a resistência à fadiga (ALTIMARI et al., 2001; GRAHAM et al., 2000; POWERS; HOWLEY, 2009; RANG et al., 2007).

Dessa maneira, a cafeína proporciona altos índices de liberação e de ação das catecolaminas, particularmente a epinefrina (ALTIMARI et al., 2001), causando elevação na glicose sanguínea, mobilizando-a do fígado e suprimindo a insulina (POWERS; HOWLEY, 2009). Esse fator, assim como o bloqueio da fosfodiesterase, aumentar os níveis de AMPC na célula adiposa, estendendo também a atividade da lipase, liberando mais ácidos graxos livres no sangue possibilitando a maior oxidação de gorduras (POWERS; HOWLEY, 2009).

Porém, dois fatores têm causado dúvidas enquanto oxidação de glicogênio muscular e gorduras associadas ao consumo de cafeína: 1) o fato da cafeína ser capaz de melhorar exercícios que não dependem principalmente de glicogênio muscular como fonte de energia; 2) os resultados semelhantes quando mensurado o cociente respiratório (BURKE; DESBROW; SPRIET, 2016). É possível que as proporções oxidadas destes e/ou a taxa de carboidrato transformada em lactato seja diferente, visto que é encontrada em diversos estudos a diferença significativa de lactato sanguíneo (ALTIMARI et al., 2001; GRAHAM et al., 2000; POWERS; HOWLEY, 2009).

Alguns pesquisadores descobriram que a maior oxidação de gorduras com utilização de cafeína realmente acontece; contudo, cada indivíduo responde de uma maneira diferente a ela (BURKE; DESBROW; SPRIET, 2016). Aqui, a genética pode influenciar a forma com que a cafeína interage através do antagonismo da adenosina em diferentes receptores.

Outro fator é a quantidade de fibras musculares, sendo individual a cada ser e a cafeína, em consequência, age de forma diferente nas fibras do tipo I e II. As fibras lentas são mais sensíveis à cafeína (ALTIMARI et al., 2001; GONÇALVES et al., 2010) e quanto maior o número de fibras lentas disponíveis, maior será a capacidade oxidante relacionada a utilização de cafeína. Assim, já que os efeitos da cafeína são expressos de modo integrante, tanto em vias centrais quanto em vias periféricas, torna-se difícil identificar a contribuição de um único e isolado mecanismo (GONÇALVES et al., 2010).

2.3 SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA EM EXERCÍCIOS DE DIFERENTES INTENSIDADES

Estudos vêm investigando a cafeína em diversas intensidades, por ser uma substância capaz de melhorar a performance aeróbia e anaeróbia, e resultando em efeito ergogênico decorrente de diversos mecanismos de ação. Após 2004, com a retirada da cafeína da lista de substâncias proibidas em competições internacionais, tornou-se recurso valioso ao alcance dos atletas (WADA, 2017; MCLELLAN; CALDWELL; LIEBERMAN, 2016; SIMMONDS; MINAHAN; SABAPATHY, 2010; WOOLF; BIDWELL; CARLSON, 2008).

Acerca da fadiga, cabe inferir que esta se dá quando não é mais possível manter a máxima atividade do músculo, causando a diminuição da força do músculo por mudanças na atividade eletromiográfica ou pela exaustão da função contrátil (ENOKA; DUCHATEAU, 2008). Mesmo

não podendo mais sustentar a atividade máxima, com a fadiga, ainda é possível sustentar o exercício, mesmo que de modo inferior. Logo, os efeitos da cafeína em fatores centrais e periféricos são percebidos na melhora da performance em exercícios com diferentes características.

Alguns mecanismos, tal como a influência da cafeína no glicogênio, dependem das características do exercício. Contudo, o efeito mais observado na maioria das direções quando se fala em exercício é a atenuação da PSE. Mesmo assim, há a discussão de que diferentes tipos de exercícios com tempo ou distância fixos não interferem na atenuação da PSE com a cafeína (BLACK; WADDELL; GONGLACH, 2015; DE SANTOS et al., 2013).

Deste modo, a maioria dos estudos referentes à cafeína em protocolos de longa duração utiliza tempo limite (Tlim) ou tempo de exaustão ao invés de protocolos com tempos ou distâncias fixas. Hipoteticamente, isto se deve ao fato dos efeitos da cafeína ser facilmente observados em Tlim, em que os sujeitos possuem menor controle de tempo. Em síntese, percebe-se que em outros protocolos de exercício – com distâncias ou tempos fixos, principalmente submáximos – os indivíduos assertivamente conseguem regular seus esforços, ocultando o efeito da cafeína. Contudo, cabe apontar que Tlim não é um modelo de exercício usual em competições e treinamentos, visto que nas competições utiliza-se como parâmetro as distâncias fixas, bem como nos treinamentos – e/ou exercícios intervalados (DOHERTY; SMITH, 2004).

Em primeira instância, a PSE pode ser diferente no decorrer do tempo, porém não é diferente ao final do exercício, ao chegar na exaustão. Em seguida, o esforço gerado pode ser intenso somente no mecanismo de antagonismo da adenosina conseguir uma diminuição da PSE. Black, Waddell e Gonglach (2015) sugerem que mesmo sem a capacidade da cafeína em reduzir a PSE, a performance pode ser melhorada baseada em outros mecanismos. A PSE em si pode ser influenciada por diversos outros mecanismos, como o desconforto causado pelo aumento da acidose e a cafeína pode não ser suficiente para alterar tal medida.

Aponta-se também a notável redução na PSE em exercícios de curta duração (DAVIS; GREEN, 2009) e em exercícios constantes (BLACK; WADDELL; GONGLACH, 2015; GUERRA; BERNARDO; GUTIÉRREZ, 2000; KILLEN et al., 2013; WALTON; KALMAR; CAFARELLI, 2002). Este efeito é menos observado em exercícios intermitentes, devido à menor influência em exercícios de distâncias ou tempo fixos (BLACK; WADDELL; GONGLACH, 2015).

Em relação aos exercícios de curta duração, a cafeína pode atuar na diminuição da PSE, no fluxo glicolítico, na manutenção da homeostase intramuscular ou na influência da liberação/reabsorção de Ca^{++} durante a contração (DAVIS; GREEN, 2009; MCLELLAN; CALDWELL; LIEBERMAN, 2016).

Lara et al. (2012) conduziram um estudo com distâncias de 50m utilizando baixas doses de cafeína ($3mg.Kg^{-1}$) e encontraram significativa melhora na performance (1,09%) de natação em diferentes estilos de nado, sugerindo que o aprimoramento da via central causados pela cafeína são os principais mecanismos responsáveis por essas melhoras, aliado aos efeitos periféricos. A influência da cafeína foi em outras variáveis associadas ao nado, como força e potência.

Em relação a utilização de cafeína em exercícios de longa duração sugere-se principalmente um aumento na oxidação de lipídios, e a diminuição na percepção subjetiva de esforço (GOODS; LANDERS; FULTON, 2017; MCLELLAN; CALDWELL; LIEBERMAN, 2016).

MacIntosh e Wright (1995) estudaram a cafeína em 1500 metros de natação e apontam mecanismos centrais para a melhora na performance, bem como sugerem que a diminuição de potássio do plasma e a maior disponibilidade de glicose são os principais mecanismos responsáveis pela melhora em uma performance de 1500m de natação.

Discute-se que a maioria dos efeitos da cafeína observados em exercícios de curta e longa duração influenciam exercícios intervalados ou de esforços repetidos. Assim, mecanismos são apontados pelo efeito ergogênico da cafeína em exercícios intervalados, como o aumento na liberação de neurotransmissores, o maior recrutamento de unidades motoras e a melhora na contratilidade do músculo e do potencial de membrana (PRUSCINO et al., 2008).

A melhora da performance em exercícios intermitentes intensos associada a cafeína administrada de forma aguda associam-se às mudanças na manipulação de íons (sódio e potássio). Os estudos com cafeína em exercícios intervalados ou de esforços repetidos para natação tratam de diferentes protocolos e utilizam geralmente suplementação aguda em esforços supra máximos (*all-out*).

Na literatura, existem evidências quanto ao uso de cafeína no aprimoramento do desempenho em *sprint* intervalado (CARR et al., 2008; GLAISTER et al., 2008), em *sprint* repetidos (ANSELME et al., 1992; BEAVEN et al., 2008; COLLOMP et al., 1992; GOODS; LANDERS; FULTON, 2017) e nos exercícios contínuo e intervalado de longa duração (MOHR; NIELSEN; BANGSBO, 2011; SCHNEIKER et

al., 2006). Astorino e Roberson (2010) fizeram uma revisão, tendo como objetivo testar a habilidade da cafeína em melhorar a performance de exercícios intensos. Analisaram estudos que utilizaram *sprints* ou exercícios resistidos em única ou sucessivas repetições. A maioria dos estudos mostrou melhora no tempo de *sprint* e/ou na o aumento da carga externa (power output) com uso da substância e ainda encontraram aumento do torque muscular, no número de repetições ou maior peso levantado.

Anselme et al. (1992) observou no cicloergômetro o aumento da potência anaeróbia em repetições consecutivas de 6s (intervalos passivos de 5min). E Wiles et al. (2006), a melhora da performance e o aumento da carga externa (média e pico power output) em 1 km no contrarrelógio em ciclistas. Em exercício de maior duração, Schneiker et al. (2006) encontraram maior média da carga externa (power output) maior valor do trabalho total em duas séries (tempo total >1h) de 18 repetições de 4s (intervalo ativo de 2 min em baixa intensidade).

Na natação de estilo *crawl*, Collomp et al. (1992) observaram melhora no tempo de performance em duas repetições de 100m (intervalo passivo de 20min) e Goods, Landers e Fulton (2017) em seis repetições de 75m (intervalo 400m em baixa intensidade).

Collomp et al.(1992) encontraram em 2x100m com intervalos de 20 minutos uma melhora na performance em treinados e não treinados. Goods, Landers e Fulton (2017) também observaram melhoria em protocolo intervalado de alta intensidade de natação (6x75m) com intervalos de 10 minutos, demonstrando que a cafeína aumentou a capacidade anaeróbia, com tempo de intervalo suficiente para o acúmulo de metabólitos não interferir na performance.

Na corrida, há evidências de melhora na performance em um único *sprint* ou em *sprints* repetidos de 30m (12 repetições com intervalo de 35s passivo) (GLAISTER et al., 2008) e 20m (5 séries de 6 repetições de 20m com intervalo passivo de 25s) (CARR et al., 2008).

Também se evidencia melhora na performance em exercícios intervalados e/ou em forma de circuito com o uso de cafeína, em repetições de corrida baseados nas habilidades físicas (agilidade, tempo de reação, precisão) necessárias aos esportes coletivos. Stuart et al. (2005) demonstraram maior velocidade de sprints de corrida em sete repetições de circuito intermitente específico da modalidade de rugby (5 diferentes distâncias de sprint 20-33m de agilidade e testes de precisão e rapidez de passes).

Beaven et al. (2008) também encontraram melhora na performance de *sprint* (10m) de corrida, associado a exercícios

resistidos antes e depois (circuito). Além disso, Mohr, Nielsen e Bangsbo (2011) observaram melhora da performance no YO-YO Intermittent Recovery Test Level 2, um teste correlacionado com a quantidade de exercício intenso de corrida realizado em esportes coletivos após a ingestão de cafeína.

Uma importante característica da cafeína é a de melhorar a performance em eventos de diversas intensidades e tipos de exercício, apesar de não ser claro como ela atua em cada episódio.

2.4 AUMENTO DE FORÇA E FATORES NEUROMUSCULARES ASSOCIADOS À UTILIZAÇÃO DE CAFEÍNA

O desempenho em qualquer exercício depende da ativação dos músculos esqueléticos. No decorrer do exercício, a capacidade em manter esse esforço diminui intensificando os mecanismos centrais e periféricos para sustentá-lo (MEYERS; CAFARELLI, 2005). Assim, a fadiga no músculo esquelético tem sido amplamente estudada, porém os mecanismos para manter a máxima ativação deles durante um exercício ainda não estão bem claros (BAZZUCCHI et al., 2011; KALMAR; CAFARELLI, 2004).

Nesse sentido, como a cafeína é uma substância capaz de atuar em diversos tecidos (via central e periférica) e é bem tolerada pelo organismo por seus menores efeitos colaterais (diurese, irritabilidade), tem sido amplamente estudada como recurso ergogênico capaz de atenuar a fadiga e melhorar a performance em diversos tipos de exercícios por alterações nos parâmetros neuromusculares (GOLDSTEIN et al., 2010; GONÇALVES et al., 2010; MCLELLAN; CALDWELL; LIEBERMAN, 2016).

Sabe-se que os efeitos da cafeína no recrutamento de unidades motoras e no acoplamento excitação-contração independem da influência da substância no metabolismo de substratos. Isso revela que o aumento da força resultante pode ser conseguido através de outros mecanismos não dependentes do fornecimento de energia (BAZZUCCHI et al., 2011). Dentre eles, pode ser capaz de aumentar a excitação do córtex motor promovendo maior recrutamento de unidades motoras e aumento da taxa de disparos, aumentando a excitabilidade neuromuscular da via e facilitando uma maior ativação (BOWTELL et al., 2018; KALMAR; CAFARELLI, 1999). Igualmente altera o acoplamento excitação-contração, permitindo maior permeabilidade de Ca^{++} e/ou menor reabsorção no retículo sarcoplasmático (KALMAR; CAFARELLI, 1999; MCLELLAN; CALDWELL; LIEBERMAN,

2016). Além disso, influencia o potencial de membrana da célula muscular esquelética promovendo menor concentração de potássio (K^+) extracelular.

Visto a dificuldade de humanos acessarem diretamente os mecanismos neuromusculares responsáveis por melhorar o desempenho durante um exercício, foram criados protocolos de contração voluntária máxima (CVM) para tentar responder algumas questões (KALMAR; CAFARELLI, 2004). Sabe-se que em diferentes tipos de exercício diversos mecanismos neuromusculares (centrais e periféricos) atuam conjuntamente na melhora da performance mesmo que ainda não se saiba quais deles são mais atuantes (BOWTELL et al., 2018; BURKE; DESBROW; SPRIET, 2016). Um exemplo disso são os resultados com utilização de cafeína ne melhora da performance mesmo que não tenha sido demonstrado alterações na PSE (GOODS; LANDERS; FULTON, 2017).

Em vista disso, alguns trabalhos têm explorado a ação da cafeína na ativação central do impulso nervoso. Kalmar (2005) observou estudos que demonstraram o efeito da cafeína na CVM em humanos, concluindo que a cafeína pode afetar a ativação em diversos locais da via neuromuscular (espinal e supraespinal). Resumidamente, as contrações voluntárias são moduladas pela entrada supraespinal, por propriedades da membrana do neurônio motor alpha, pelo feedback aferente dos neurônios espinal e supraespinal e a cafeína pode afetar a ativação muscular em diversos locais destas vias (KALMAR, 2005).

Por um lado, Kalmar e Cafarelli (1999) demonstraram em CVM máximas e submáximas até exaustão (manter 50% CVM), ambas isométricas, que os sujeitos foram capazes de ativar mais eficientemente as unidades motoras após utilização de cafeína ou reduzir a sensação de força em que foram capazes de manter próximo da máxima ativação por mais tempo. Sugerindo que a cafeína ocasiona mudanças nas contrações voluntárias máximas em nível supraespinal e em submáximas em nível periférico (KALMAR; CAFARELLI, 1999).

Bowtell et al. (2018) também sugerem a ocorrência de maior ativação em nível supraespinal e periférico, analisando a possível influência da cafeína no tempo até a falha de sucessivas contrações voluntárias em alta intensidade concluíram que a cafeína conseguiu aumentar a ativação voluntária responsável pelo maior tempo de exercício mesmo com a diminuição de pH e fosfocreatina induzida. Os resultados sugerem que houve ações centrais e periféricas conjuntas, indicando maior ativação supraespinal, otimização do recrutamento de unidades motoras, alta taxa de disparo, menor acúmulo de potássio

intersticial, influência na sensibilidade de Ca^{++} via receptores rianodinos do retículo sarcoplasmático.

Comparando a ativação voluntária na excitabilidade supraespinhal e cortical entre cafeína e placebo, observaram que a falha da tarefa ocorre da mesma forma em ambas as condições, mas a cafeína é capaz de sustentar a tarefa por mais tempo. Parece também que tempo de falha acontece na condição cafeína quando acontece uma inibição via ativação aferente a fim de prevenir uma maior perturbação no ambiente muscular até um limiar crítico (BOWTELL et al., 2018).

Em contraste, Meyers e Cafarelli (2005), utilizando contrações voluntárias isométricas submáximas até exaustão de forma intermitente não encontraram diferenças na ativação muscular, nem na taxa de disparo apesar do aumento do tempo limite (manter quantas 50% CVM fossem possíveis). Contudo, também sugerem a ocorrência de alterações de Ca^{++} na fibra muscular podendo ser percebidas em doses de cafeína não prejudiciais em humanos. Os achados são conflitantes quanto aos mecanismos da substância na ativação central da via muscular, apesar de demonstrado a capacidade de influenciar em maior ativação e possivelmente dessa forma somar-se as ações para melhora da performance. Seriam necessários um maior aporte de estudos relacionados a protocolos mais próximo das competições esportivas para concluir em quais dessas vias da cafeína são mais ativadas para diferentes exercícios.

Um mecanismo da via neuromuscular não muito explorado em humanos é a ação da cafeína no potencial de membrana. Durante a contração a célula muscular transmite o potencial de ativação através da bomba de sódio e potássio (K^+), promovendo um aumento na concentração de potássio extracelular. Esse aumento causa um distúrbio no potencial de membrana além dos valores de repouso e pode ocasionar uma fadiga no músculo. A cafeína consegue alterar o potencial de membrana permitindo uma maior reabsorção de K^+ postergando a capacidade de transmitir o potencial de ação dessa forma (CROWE; LEICHT; SPINKS, 2006; MOHR; NIELSEN; BANGSBO, 2011).

Crowe, Leicht e Spinks (2006), utilizando protocolo de dois esforços máximos de 60s em cicloergômetro observaram que a cafeína foi capaz de diminuir a concentração de K^+ plasmático após o exercício apenas quando comparada ao controle (sem suplementação), não sendo observado o mesmo resultado com o uso de placebo.

Mohr, Nielsen e Bangsbo (2011) demonstraram que o uso de cafeína foi capaz de diminuir as concentrações de K^+ plasmático durante e após um protocolo de exercício intermitente de maior duração. Assim,

o efeito da cafeína na diminuição do K^+ extracelular pode ser percebido, porém parece que exercícios mais longos, como os de resistência muscular esse mecanismo é mais observado.

Com base na discordância quanto aos mecanismos neuromusculares responsáveis pela influência ergogênica da cafeína e resultados inconsistentes em estudos individuais de CVM, não é possível concluir sobre os efeitos ergogênicos da substância quanto a medidas de força. Grgic et al. (2018) concluíram em sua meta-análise que a cafeína é capaz de melhorar exercícios de força máxima (1RM) e exercícios de resistência muscular. Polito et al. (2016) constataram em sua revisão que a cafeína pode aumentar a resistência muscular, mas não a força máxima em exercícios isotônicos. Sugerindo uma maior influência da cafeína em fibras do tipo II.

Outro estudo aponta a maior eficiência ergogênica da cafeína em fibras do tipo II (COLLOMP et al., 1992; GRAHAM-PAULSON; PERRET; GOOSEY-TOLFREY, 2016). Graham-Paulson, Perret e Goosey-Tolfrey (2016) demonstraram que essa diferença também pode ser observada quando se comparadas a ação da cafeína nos membros superiores e inferiores.

Dessa forma, Timmins e Saunders (2018) testaram se a diferença da ação da cafeína é mais determinada pela a diferença entre grupos mm maiores e menores ou entre os membros, sugerindo que grupos musculares maiores são mais influenciados pela cafeína. Os membros inferiores são mais afetados porque mesmo seus menores músculos são maiores quando comparados aos músculos dos membros superiores (TIMMINS; SAUNDERS, 2014).

Em contraste, Grgic et al. (2018) observaram que a cafeína melhora a força máxima apenas nos membros superiores. Enquanto vários outros artigos discutem que a substância tem maior influência na força máxima dos membros inferiores (BLACK; WADDELL; GONGLACH, 2015; GRAHAM-PAULSON; PERRET; GOOSEY-TOLFREY, 2016; TALLIS; YAVUZ, 2018; TIMMINS; SAUNDERS, 2014).

A inconsistência desses resultados se deve principalmente no protocolo empregado. Grgic et al. (2018) analisou a força através de estudos com protocolos de 1RM, enquanto os outros encontraram e compararam a diferença entre membros em exercícios como CVM, contrações voluntárias repetidas ou ciclismo de braços e pernas. Além disso, foi sugerido que membros inferiores tem lacuna maior de não ativação voluntária, impulsionada com a utilização de cafeína, enquanto membros superiores já tem ativação voluntária próximo do máximo,

demonstrando lacuna menor possível de ser impulsionada pela substância (WARREN et al., 2010).

Mesmo assim, não se sabe como estes resultados podem ser transferidos para a prática esportiva. Outros estudos também observaram a diferença na ação da cafeína entre os membros em diferentes protocolos. Tallis e Yavuz (2018) analisaram o efeito cafeína na força de CVM concêntricas e excêntricas e concluíram que apenas em contrações concêntricas do membro inferior (extensão de joelho) é possível alguma melhora. Graham-Paulson, Perret e Goosey-Tolfrey (2016) analisaram a potência gerada no cicloergometro, usando braços e pernas, e constataram que a cafeína aumentou somente a potência dos membros inferiores.

Independente do mecanismo sabe-se que a cafeína influencia medidas de força e resistência muscular durante o exercício, porém ainda não há consenso em quais tipos de exercício esse efeito pode ser mais observado e de que forma realmente influencia na melhora da performance.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DA PESQUISA

A presente pesquisa foi de natureza aplicada, pois se trata de um elemento real, tendo controle sobre o ambiente da pesquisa. Utiliza como amostra a participação de seres humanos e fornece resultados importantes para o empirismo (THOMAS; NELSON, 2002). É classificada como quantitativa, de acordo com a abordagem do problema, ou seja, faz quantificação de informações e tratamento destas por meio de técnicas estatísticas (RICHARDSON et al., 2008). Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa quase experimental, manipulando tratamentos de variáveis (cafeína) para relacionar o acontecimento dos fatos em uma situação de causa e efeito, não sendo possíveis coletar algumas características que a pesquisa experimental verdadeira necessita (grupos randomizados e outros). É uma pesquisa empírica de acordo com os procedimentos técnicos. (THOMAS; NELSON, 2002).

3.2 SUJEITOS DA PESQUISA

A seleção dos participantes foi do tipo intencional não probabilística, sendo composta por 10 atletas de natação treinados, do sexo masculino, com idade entre 19-47 anos. Todos os participantes eram vinculados a um clube ou equipe de treinamento, deveriam estar treinando regularmente no momento da pesquisa e ter no mínimo dois anos de experiência com treinamento e competições de natação estilo *crawl*. Além disso, os sujeitos só poderiam fazer parte da pesquisa mediante um desempenho de 400m de no máximo 6 minutos (360 s).

Foram excluídos da pesquisa atletas com alguma doença crônica associada tais como asma e fenilcetonúria, posto que a goma de mascar utilizada contém fenilalanina em sua formulação. Para tal observação era questionado aos sujeitos se possuíam essa condição, visto que o exame para diagnóstico de fenilcetonúria é feito através do exame de triagem neonatal (teste do pezinho).

Todos os procedimentos adotados foram submetidos previamente ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), sendo aprovados em dezembro de 2017 através do parecer consubstanciado de número 2.448.641 (anexo 2). Salienta-se que este processo durou um ano, entre

a primeira submissão e a aprovação, o que inviabilizou a coleta de dados durante esse período.

Os participantes foram informados e familiarizados com todos os procedimentos do experimento, assim como os riscos e benefícios, assinando o termo de consentimento livre esclarecido (TCLE - Apêndice 3). Além disso, eram orientados que poderiam desistir do estudo em qualquer etapa dos procedimentos.

3.3 TRATAMENTO EXPERIMENTAL

O tratamento experimental da presente pesquisa refere-se à utilização de suplementação de cafeína. Isso acontecerá de modo que o atleta será submetido a um protocolo de exercícios e testes em que no primeiro dia acontecerá a intervenção (cafeína) e no posterior, ocorrerá o controle (placebo).

Todos os atletas irão fazer uso da mesma dose que será fixada em 300mg. A suplementação de cafeína utilizada será feita em forma de goma de mascar, cinco minutos antes de cada modelo e após o aquecimento. Isso porque, de acordo com a literatura, a forma de administração da cafeína em goma de mascar tem seu pico de biodisponibilidade cinco minutos após o uso, com efeitos prolongados em até mais de uma hora (KAMIMORI et al., 2002; RYAN et al., 2013).

3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

A coleta de dados iniciou-se através do contato com os treinadores e/ou atletas de natação, aos quais poderiam ser candidatos ao estudo. De acordo com a disponibilidade dos sujeitos, foram agendados os dias em que as coletas de dados aconteceram.

Os atletas foram instruídos a chegarem ao local da coleta em totais condições de recuperação e hidratação, assim como a não prática de treinamentos de alta intensidade ou alto volume 24h antes dos testes. Foi entregue uma lista de alimentos e bebidas que contenham cafeína para que os sujeitos não fizessem uso desses produtos 24h antes de cada protocolo experimental (BRIDGE; JONES, 2006; PETHICK; WINTER; BURNLEY, 2017).

Todas as coletas foram agendadas respeitando o intervalo de mínimo 48h entre si, sendo que a maior parte dos sujeitos completaram os protocolos experimentais (cafeína ou placebo) com uma semana de intervalo entre eles.

Visita 1

No primeiro dia (visita 1), foi explicado com detalhes ao atleta todos os procedimentos da coleta de dados e seus resultados apresentados ao final da pesquisa para cada participante. Assim, foi solicitada a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE – Apêndice 3). Ainda nesse dia, foi feito o preenchimento do questionário de cafeína (Apêndice 1) e orientada a realização do diário alimentar (Apêndice 2). Em seguida, foram realizadas as mensurações antropométricas e feita a primeira familiarização para o teste de força (banco de nado).

Visita 2

No segundo dia (visita 2), os sujeitos completavam apenas a segunda familiarização do teste de força. E eram orientados a realizarem durante seu treino usual da semana a tomada de tempo em duas performances nas distâncias de 200m e 400m nado *crawl*, em dias distintos.

Visitas 3 e 4

Nas visitas seguintes (3 e 4), foram realizados os protocolos experimentais, cafeína ou placebo, de modo *randomizado* e duplo cego. Em resumo, cada um desses protocolos experimentais seguiu a seguinte ordem (Figura 2): aquecimento, teste de força início (1), uso da goma de mascar, teste de força após a goma (2), performance máxima de 50m, teste de força após 50m (3), série 5 x 200m x 40s na velocidade crítica, teste de força meio (4), série 5 x 200m x 40s velocidade controlada pelo sujeito (*self paced*), teste de força final (5).

Inicialmente, os sujeitos realizaram um aquecimento no total de 1000m e tempo de aproximadamente 20 minutos (NEIVA et al., 2014a). Após o aquecimento, foi realizada no banco de nado uma medida de força isométrica do membro superior direito com duração de 5 segundos (teste de força 1), seguido de um intervalo de 10 minutos de recuperação passiva em que o sujeito fazia uso da goma de mascar e depois foi realizado mais um teste de força 2.

Outro intervalo de cinco minutos de recuperação passiva e foi realizada uma performance máxima de 50m. Ao final da performance de 50m, um intervalo de 1min era dado até o próximo teste de força 3, este era usado para a saída do sujeito da piscina, tomada de medidas de sangue e de PSE (apenas na série). Entre a saída da piscina ao final da performance de 50m e o começo do treino intervalado era dado um intervalo de 5 min.

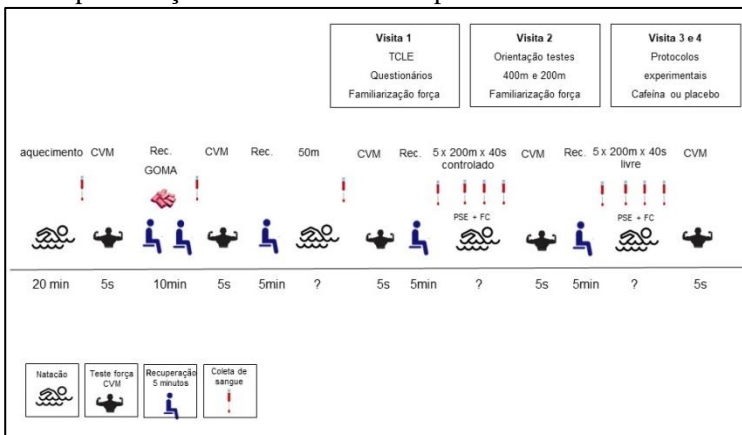
O treino intervalado foi constituído em 10 séries de 200m com 40 segundos de recuperação passiva. De modo que as cinco primeiras

repetições (5 x 200m x 40s) eram controladas na velocidade crítica de cada sujeito por meio de bips sonoros.

Ao completar as primeiras cinco séries de 200m os sujeitos saíam da piscina e, após um minuto (medida de sangue e PSE) faziam um teste de força no banco de nado. Entre o final das cinco primeiras séries de 200m e o começo das cinco últimas séries de 200m, era dado um intervalo de 5 min (teste de força e descanso passivo).

Nesta segunda etapa, os sujeitos completaram a mesma série de 5 x 200m x 40s, porém a velocidade foi estabelecida pelo próprio sujeito, pré-orientado a conseguir completar a série na maior média de intensidade possível. Todos os testes foram realizados de modo que o atleta partiu de dentro da piscina.

Figura 2 - Representação do delineamento experimental.



Nota: elaborado pelo autor.

3.5 INSTRUMENTOS DE MEDIDAS

3.5.1 Determinação das variáveis nutricionais

Foi utilizado um questionário de consumo de cafeína construído pela própria pesquisadora para mensurar a ingestão de cafeína frequente do atleta (Apêndice 1). Orientou-se o preenchimento de um diário alimentar de três dias a fim de estabelecer a quantidade de cafeína usual consumida pelos sujeitos na alimentação diária (Apêndice 2). Este é um método muito utilizado na prática nutricional clínica, na qual o sujeito registra no documento todos os alimentos e bebidas consumidos (horário, ingredientes ou marca, tipo e porção) ao longo de três dias

previamente orientados, sendo dois dias da semana e um dia do final de semana (FISBERG; MARCHIONI; COLUCCI, 2009).

Todas as análises nutricionais foram feitas por uma nutricionista e repassadas ao pesquisador. Dessa forma, a ingestão de cafeína diária não foi controlada apenas observada para descrição. E foi orientado aos sujeitos seguirem a mesma ingestão de alimentos antes de ambos os protocolos experimentais.

3.5.2 Determinação das variáveis antropométricas

As avaliações antropométricas envolvidas foram: massa corporal, estatura e percentual de gordura (%G).

As medidas de massa corporal foram realizadas utilizando-se uma balança eletrônica com resolução de 100g (Toledo 2096PP, Brasil). A massa corporal foi medida no momento em que o sujeito subiu na balança, permanecendo no centro da plataforma em posição ortostática.

A estatura foi determinada na UDESC em um estadiômetro com resolução de 1mm (SANNY, EUA) e nos clubes com uma fita métrica metálica adaptada com hastes e fixada na parede. A estatura foi medida em três momentos consecutivos e utilizou-se a média quando os valores eram diferentes. Cada uma delas foi realizada quando o sujeito se posicionar em frente ao estadiômetro, de costas para ele em posição ortostática com o corpo em contato no instrumento de medida (calcanhares, cintura e cabeça) e com a cabeça no plano de Frankfurt. A haste de ambos os instrumentos era usada em 90° em relação à escala e a medida feita aonde esta tocava o ponto mais alto da cabeça ao final de uma inspiração.

Ainda foi utilizado um adipômetro científico da marca Cescorf® (Porto Alegre, Brasil) para mensuração das dobras cutâneas e foram realizadas as medidas de espessuras de sete dobras cutâneas: peitoral, axilar, média, tríceps, subescapular, abdômen, supra-ilíaca e coxa. Cada medida foi mensurada duas vezes e se houvesse discordância maior que 5% entre elas se mediam uma terceira vez. Nessa análise, se aplicava a média quando eram todas diferentes ou um valor afirmado quando as medidas eram iguais.

A densidade corporal foi estimada a partir da equação específica para atletas do sexo masculino proposta por (1) Jackson e Pollock (1978), com aplicação deste valor para estimar o percentual de gordura por meio da equação (2) de Siri (1961).

(1) = $1,112 - 0,00043499 \times (\text{idade}) + 0,00000055 \times (\text{idade})^2 - 0,00028826 \times (\text{soma7dobras})$

$$(2) = [(4,95/C24)-4,5]*100$$

3.5.3 Tipo de Piscina

Todas as coletas de dados foram realizadas em uma piscina de 25 metros. Para facilitar o acesso os sujeitos tinham a opção de realizar os testes na piscina do Clube aonde treinavam ou na piscina da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). Dessa forma, a pesquisa realizou-se em 3 locais diferentes, sendo eles dois clubes e na Universidade.

A temperatura da piscina foi mensurada com o termômetro científico digital (Termo-Higro-Anemômetro, Homis, Modelo 492A, Belenzinho, SP), antes dos testes e no mesmo local (centro) da piscina. Dessa forma, em ambas as condições experimentais, o valor da temperatura deveria ser o mesmo. Além disso, a utilização da piscina por outros nadadores foi controlada da melhor forma possível. Não sendo possível ter a piscina utilizada apenas pelo avaliado, procurou-se manter as mesmas condições de utilização nos dois dias de testes.

3.5.4 Protocolo de suplementação de cafeína

As gomas contendo cafeína utilizadas nesse estudo foram da marca comercial *Military Energy Gum*[®] (Ford Gum & Machine Co, Nova Iorque, EUA). Cada goma comercial possui uma concentração de 100mg de cafeína, sendo que cada protocolo experimental na condição cafeína forneceu uma dose de 300mg da substância (3 gomas). As gomas utilizadas como placebo eram semelhantes o máximo possível em textura, sabor e cheiro, além de fornecerem a mesma quantidade de carboidratos.

Durante os protocolos experimentais, a suplementação de cafeína foi realizada de modo randomizado e duplo cego. Anteriormente a cada coleta, um colega de laboratório que não participava era responsável por preparar as doses de goma (cafeína ou placebo) correspondentes ao protocolo do dia para o sujeito (randômico) e fazia o registro em uma folha em que os outros participantes não tiveram acesso até o final do período de coletas.

A preparação correspondia a cortar as gomas em pedaços pequenos e coloca-las em um pote pequeno, cilíndrico, e opaco a fim de dificultar aos outros participantes a percepção sobre tamanho, formato e cor das gomas. No momento da suplementação, o sujeito era orientado a abrir o recipiente de olhos fechados e consumir todo seu conteúdo por

um período de 5 minutos. Após esse tempo, sem olhar, o sujeito descartava as gomas no lixo enroladas em um papel toalha. O período de cinco minutos foi estabelecido de acordo com o tempo de maior biodisponibilidade da cafeína quando administrada em forma de goma (KAMIMORI et al., 2002).

3.5.5 Protocolo de aquecimento

O aquecimento foi controlado igualmente para todos os sujeitos com duração de aproximadamente 20 minutos e um total de 1000m. Foi baseado em estratégias de aquecimento para velocistas (NEIVA et al., 2014), podendo ser transferido para um protocolo de *endurance*. Compreende séries de exercícios diversificadas a fim de preparar o nadador para a *performance* subsequente.

Demonstrado na tabela 2, o aquecimento iniciou-se com 300m de nado em intensidade leve seguida de duas séries de 100m com 15 segundos de intervalo enfocando o comprimento de braçada: a primeira em intensidade moderada (A1) e a segunda em intensidade pesada (A2). Logo após, completou-se oito séries de 50m com exercícios de pernada, educativos e controle de velocidade. Ao final, aconteceu a prática de 100m em intensidade leve e recuperação passiva de 10 minutos para começar o protocolo. Esses 10 minutos foram usados para administração da goma. Salienta-se que o nadador poderia escolher qualquer estilo na parte de nado leve.

Tabela 1 - Representação do protocolo de aquecimento.

Distância	Intensidade
300m	Nado leve
x 100m x 15s	Primeiro A1 Segundo A2
8 x 50m x 1min	2x 25m pernada/25m leve 2x 25m educativo/25mleve 2x 25m VC/ 25m leve
100m	2x 25m VC/ 25m leve Nado leve

Nota: VC = velocidade crítica calculada para cada sujeito. Baseado em Neiva et al. (2014)

3.5.6 Determinação das variáveis de desempenho e índices técnicos

Todas as performances (50m, 200m, 400m) aconteceram partindo-se de dentro da piscina, em que o atleta foi orientado a completar a distância no menor tempo possível.

3.5.6.1 Velocidade crítica

Primeiramente, os sujeitos foram orientados a estarem descansados (apenas com aquecimento prévio) antes de cada tomada de tempo. Os tempos referentes às performances de 400m e 200m utilizados para os cálculos individuais da velocidade crítica foram mensurados pelos treinadores em treinos anteriores às avaliações em dois distintos dias (um para cada distância) em piscina de 25 metros. Esse aspecto foi estabelecido a fim de reduzir as visitas do sujeito ao local de coleta e/ou para que os testes influenciassem o mínimo possível em suas rotinas de treino.

Assim, a velocidade crítica foi calculada pela inclinação da reta de regressão linear entre as distâncias e os tempos obtidos nas performances de 200m e 400m (WAKAYOSHI et al., 1993). Essa velocidade foi utilizada por servir de parâmetro para exercícios intermitentes na natação (DEKERLE et al., 2010) e ser próxima à intensidade autossustentada (*self paced*) em uma série de 10x200m (TOUBEKIS et al., 2011), e por permitir em seu cálculo, menor número de visitas dos sujeitos ao local, visando a mínima interferência no treinamento usual.

3.5.6.2 Performances protocolos experimentais

Durante os protocolos experimentais (cafeína ou placebo), os tempos correspondentes às performances de nado de 50m e cada 200m foram mensurados com cronômetros da marca Ultrak ® (modelo Ultrak 495, Gardena, EUA) por dois avaliadores. Além disso, uma câmara fotográfica Nikon modelo D5000 (Tóquio, Japão) com frequência de 60Hz era utilizada fora da piscina para filmar a borda (partida e chegada) nas repetições de 50m, de forma a possibilitar uma tomada de tempo mais precisa das repetições de 50m.

Para isso, o vídeo era analisado no programa Kinovea Vídeo Editor (Kinovea Company) a fim de poder observar (frequência estabelecida pela câmera) o tempo respectivo da saída do pé da borda (partida) e do toque da mão na borda (chegada). Assim, os tempos em

cada performance de 50m eram mensurados por 3 tomadas distintas de modo que o tempo da câmera foi o preferencial e os outros foram suporte.

A série de treino intervalado consistiu em dez repetições de 200m com 40 segundos de intervalo (10 x 200m x 40s). Nas primeiras cinco repetições a velocidade foi controlada de acordo com a velocidade crítica de cada sujeito. Foi utilizado um sinal sonoro intermitente (caixa de som Wattson modelo D700 175w, Ciclotron, Barra Bonita, Brasil) para controlar esse ritmo, de forma que o sujeito deveria estar no meio da piscina ou nas bordas a cada sinal (bip) no decorrer do protocolo.

Conjuntamente, um dos avaliadores caminhava em linha reta na borda da piscina acompanhando o sinal sonoro ajudando a controlar o ritmo do sujeito e, se fosse o caso, fazia um sinal para que este aumentasse, diminuísse ou mantivesse a velocidade atual. Além disso, nas cinco primeiras voltas controladas, eram feitas tomadas de tempo pelos dois avaliadores para a posterior análise entre tempo prescrito e o tempo executado, posto que algumas vezes era observado uma pequena diferença de velocidade de nado do atleta em relação ao controle sonoro.

As cinco repetições de 200m finais tinham velocidade controlada pelo próprio nadador. Os sujeitos eram orientados a manter uma velocidade média entre estas cinco últimas, mas que esta fosse a mais alta possível. A série de 10x200m foi utilizada pelo fato de ser uma série muito utilizada na prática de natação, sendo possível sustentar os esforços na VC (TOUBEKIS et al., 2011).

O intervalo de 40s foi escolhido para as coletas de sangue. Além disso, o controle nas cinco primeiras séries foi estabelecido a fim de ser possível a observação do comportamento da PSE sob influência da cafeína durante treinamento intervalado de intensidade/tempo/distância fixos e apenas de distância fixa nas cinco últimas séries livres.

3.5.6.3 Índices Técnicos

Os índices técnicos de nado, frequência de braçadas (FB) e comprimento de braçadas (CB), foram mensurados nos últimos 25 metros do primeiro e quinto (controlado), sexto e décimo (livre) repetições de 200m da série de treino intervalado para ambas as condições (cafeína ou placebo). Foi utilizada para essas coletas uma câmera digital (Casio Computer Co.®, Modelo ExilimEx Fh20, Tóquio, Japão) colocada em uma das laterais na parte central da piscina.

Dentro da piscina (raias) e fora, foram feitas marcações cujos cinco metros iniciais e finais desprezados, visando analisar no vídeo em 15 metros apenas o nado puro (no qual se exclui os efeitos propulsivos da saída e/ou virada).

As análises dos vídeos foram realizadas tendo como referência a cabeça do nadador. A frequência de braçadas de braçadas foi medida através do tempo em tempo necessário para realizar três ciclos completos de braçadas e expressa em Br.min⁻¹.

O comprimento de braçada, expresso em metros por braçada (m.Br⁻¹), foi calculado dividindo-se a velocidade média pela frequência de braçadas (CAPUTO et al., 2000; OLIVEIRA, 2008), em que a velocidade média foi a divisão do tempo pela distância em que o sujeito levou para completar a distância de 15 metros demarcada.

3.5.7 Determinação das variáveis fisiológicas

As respostas de lactato foram mensuradas após ao aquecimento, ap utilização de cafeína (recuperação passiva), imediatamente seguinte a repetição de 50m, antes da série e em seis repetições de 200m na série de treino (primeiro, terceiro, quinto, sexto, oitavo e décimo). As amostras de 25µl de sangue foram coletadas em capilares heparinizados (Perfecta, Brasil), armazenadas em microtúbulos de polietileno com tampa (tipo *Eppendorf*®) e analisadas em um analisador eletroquímico (YSI 2700 STAT, Yellow Springs, Ohio, EUA). O aparelho foi calibrado antes de todas as análises através de uma solução padrão de concentração conhecida (0,50 g.L⁻¹) como determina o fabricante.

As respostas de percepção subjetiva de esforço (PSE) foram mensuradas ao final de cada repetição (200m) nos protocolos experimentais através da escala CR10 de Borg et al. (1982). Foi utilizada essa escala por ser de mais fácil entendimento (BORG, 2000) e conter menos números facilitando a visualização ao lado da piscina.

Durante a explicação dos protocolos e testes, foram seguidas as orientações de Borg (2000) para utilização desta escala e estabelecidas as âncoras de percepção de esforço. Foi solicitado aos sujeitos apontar um número na escala, que poderia ser fracionado, orientando-se pelas instruções escritas (moderado, forte, muito forte, etc), que correspondesse ao esforço percebido (geral), ou seja, como ele se sentiu naquele momento de acordo com a intensidade do exercício realizado.

3.5.8 Determinação da força muscular

A variável obtida através do teste de força foi medida fora da piscina no banco de nado (Schwimm Ergometer, Webba Sport, Viena, Áustria) utilizando-se uma célula de carga para tração e compressão (SDS200KG, Miotec, Porto Alegre, Brasil) adaptada fixa ao equipamento e conectada ao sistema MiotecSuite, com capacidade de mensurar a tensão/compressão de 2mV/V e erro de $\pm 0,1\%$.

Nos testes de força baseados no protocolo de Aujouannet et al. (2006), o sujeito posicionava-se em cima do banco de nado, em decúbito ventral, e era conectada ao aparelho de medição apenas pelo palmar de forma que o tronco e o braço fizessem um ângulo de 90° enquanto a mão direita era posicionada em cima do palmar (figura 3).

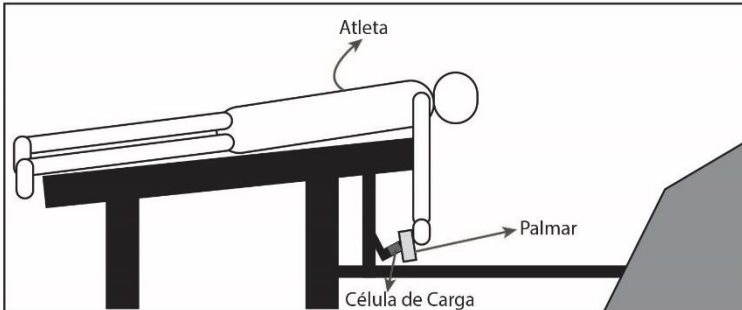
Nessa posição, o sujeito fazia uma contração voluntária máxima (CVM) isométrica de flexão de ombro (comprimindo a célula de carga) por 5 segundos de modo a replicar a aplicação de força durante uma parte do movimento do membro superior no nado *crawl*. Todos os voluntários foram estimulados verbalmente durante as CVM e foram previamente instruídos a produzir força máxima o mais rápido possível. E realizaram duas familiarizações do teste de força no banco de nado na primeira e segunda visitas anteriores aos protocolos experimentais.

Durante os protocolos experimentais (caféina ou placebo) os sujeitos fizeram testes de força em cinco momentos: 1) dois testes referência (único teste feito duas vezes), 2) após a utilização de goma; 3) após repetição de 50m; 4) no meio da série de treino de 10 repetições de 200m (entre o 5º e 6º. repetição); 5) ao final da série de treino de 10 repetições de 200m (final de todo o protocolo).

O tempo antes e depois para realização de cada teste de força foi controlado e os intervalos foram de recuperação passiva onde o sujeito era colocado sentado em uma cadeira. Entre os dois primeiros testes de força (1), foi dado um intervalo de dois minutos. Os testes de força ao final de cada repetição (3, 4 e 5) foram depois de 1 minuto (saída da piscina e coleta de lactato). Ao final de todos os testes de força, foi dado um intervalo de 5 minutos até a próxima atividade do protocolo.

A variáveis de força foram analisadas no próprio sistema de aquisição da variável (MiotecSuite), de modo que serão os maiores valores de força durante cada teste.

Figura 3 - Representação da posição do teste de força



Fonte: elaborado pelo autor.

3.6 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Os dados foram apresentados como média e desvio padrão. Para verificar a normalidade dos dados, foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*. Um teste misto de variância (*ANOVA*) modelo Two-way de medidas repetidas, complementado pelo teste de *Bonferroni* foram utilizados para dois tratamentos (caféina e placebo) e diferentes momentos dependendo da variável (PSE, tempo, FB, CB e força). O teste t-student para amostras pareadas foi utilizado para verificar a diferença entre as médias de cada variável nas duas condições.

A magnitude das diferenças foi analisada pelo Effect Size (ES) e a escala de Cohen (1988) foi usada para interpretação dos resultados. Além disso, foram utilizados para análise os Softwares *GraphPadPrism* versão 7 e *SPSS* versão 17.0. Em todas as análises foi adotado um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$).

4 RESULTADOS

4.1 CARACTERÍSTICA DA AMOSTRA

Doze nadadores com pelo menos dois anos de prática em treinamentos e competições de natação participaram do estudo. Contudo, dois sujeitos foram excluídos devido a inconsistência apresentada na performance dos 50m, sendo que no intervalo de uma semana tiveram uma diferença maior que 3% no tempo para completar essa distância.

Assim, a média de volume de treino durante as coletas foi de $19875 \pm 11789,1$ metros por semana. A tabela 3 apresenta os resultados das características antropométricas.

Tabela 2 - Média e desvio padrão (\pm DP) das características antropométricas dos sujeitos (n=10).

Variáveis	Valores
Idade (anos)	$27,00 \pm 10,08$
Massa corporal (kg)	$82,70 \pm 13,60$
Estatura (cm)	$178,50 \pm 6,10$
Percentual de Gordura (%)	$11,90 \pm 7,30$
Envergadura (cm)	$186,90 \pm 7,50$

A tabela 4 apresenta a caracterização dos sujeitos em relação as performances realizadas antes dos protocolos experimentais. A média dos tempos de 200m foi de $2,31 \pm 0,2$ minutos e dos 400m foi de $4,98 \pm 0,3$ minutos. A velocidade média do V400 foi de $1,34 \pm 0,09$ m.s⁻¹ e a média da velocidade crítica calculada foi de $1,25 \pm 0,01$ m.s⁻¹ (93,3 \pm 2,8% da V400).

Tabela 3 - Média e desvio padrão (\pm DP) das características de performance obtidas antes dos protocolos experimentais (n=10).

Variáveis	Valores	% do Recorde Mundial
Performance 200m (s)	138,50 \pm 10,07	139%
Performance 400m (s)	298,70 \pm 19,20	140%
Velocidade Crítica (m.s ⁻¹)	1,25 \pm 0,10	-----

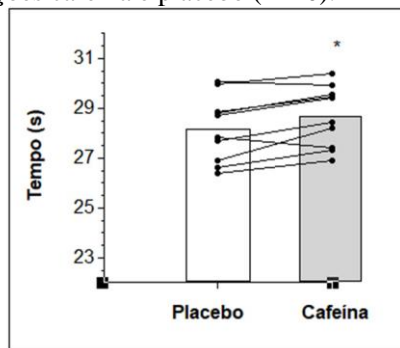
Nota: performances 200m referentes ao cálculo da VC; Recordes mundiais para piscina de 25 metros, fonte: Confederação Brasileira de Esportes Aquáticos.

4.2 PROTOCOLOS EXPERIMENTAIS - CAFEÍNA VS PLACEBO

4.2.1 Performance de 50m

A média dos tempos mensurados para as repetições de 50m na condição cafeína foi de 28,18 \pm 1,31 s (ES=0,42) e na condição placebo foi de 28,70 \pm 1,21 s (figura 4), resultando em uma diferença significativa de 0,52 s ou 1,85% (p=0,004). A velocidade média dos 50m para cafeína foi de 1,77 \pm 0,08 m.s⁻¹ e para placebo foi de 1,74 \pm 0,07 m.s⁻¹.

Figura 4 - Comportamento individual dos tempos de performance em 50 metros nas condições cafeína e placebo (n=10).



*Diferença significativa (p<0,05) entre as condições cafeína vs placebo.

4.2.2 Performances de 200m (série de treino)

Os valores médios de desempenho para cada repetição na série de treino em ambas as condições estão descritos na tabela 5.

Tabela 4 - Média e desvio padrão (\pm DP) dos tempos (s) de cada repetição para a série de treino, obtidos nos protocolos experimentais cafeína e placebo (n=10).

Número da repetição	Placebo	Cafeína	Diferenças (Δ)	Diferenças %
1º	161,56 \pm 7,72	157,44 \pm 9,37	4,11	2,54
2º	160,50 \pm 8,64	159,00 \pm 7,73	1,50	0,93
3º	161,20 \pm 8,30	158,78 \pm 7,82	2,42	1,50
4º	160,33 \pm 8,60	158,64 \pm 9,05	1,69	1,05
5º	160,90 \pm 8,92	158,81 \pm 7,91	2,09	1,30
6º	161,30 \pm 6,85	159,86 \pm 6,21	1,44	0,89
7º	161,91 \pm 6,52	159,46 \pm 5,67	2,46	1,52
8º	161,50 \pm 6,20	159,86 \pm 6,32	1,64	1,01
9º	162,89 \pm 7,85	159,46 \pm 7,27	3,43	2,11
10º	159,30 \pm 7,69	159,32 \pm 9,36	-0,02	0,01
Média todos	160,93 \pm 7,04	158,68 \pm 7,67	2,25*	1,40

Nota: *Diferença significativa ($p < 0,05$) entre as condições cafeína vs placebo.

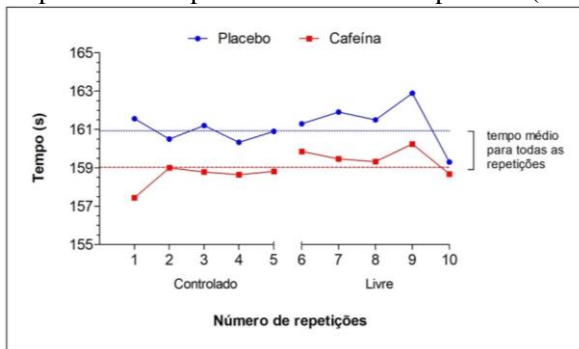
Em relação às repetições não controladas (6ª, 7ª, 8ª, 9ª e 10ª), não foi observada interação condição-tempo significativa ($p = 0,323$) entre

cafeína e placebo. Também não houve diferenças significativas entre a condição ($p=0,198$) e o tempo ($p=0,327$), o que significa que a cafeína, quando comparado ao placebo, não melhorou o tempo de performance na segunda metade da série de treino. Os resultados médios das repetições não controladas (6° à 10°) foram $160,24 \pm 6,56$ s e $161,25 \pm 6,48$ s nas condições cafeína e placebo, respectivamente e não apresentaram diferenças significantes ($p=0,1$; $ES=0,15$). A velocidade média dos 200m não controlados (*self paced*) para cafeína foi de $1,26 \pm 0,05$ m.s⁻¹ e para placebo foi de $1,24 \pm 0,05$ m.s⁻¹, ambas menores e em torno de 93% do V400.

Em relação à parte controlada (1^a , 2^a , 3^a , 4^a e 5^a), os tempos de 200m prescritos na velocidade crítica não diferiram dos tempos de 200m efetuados em ambas as condições ($p=0,621$), demonstrando que foi possível controlar a velocidade na primeira metade da série. A média do tempo nas repetições controladas (1^a à 5^a) foi de $158,62 \pm 7,88$ s para condição cafeína e $160,61 \pm 8,51$ s para placebo e não tiveram diferença significativa ($p=0,095$; $ES=0,24$).

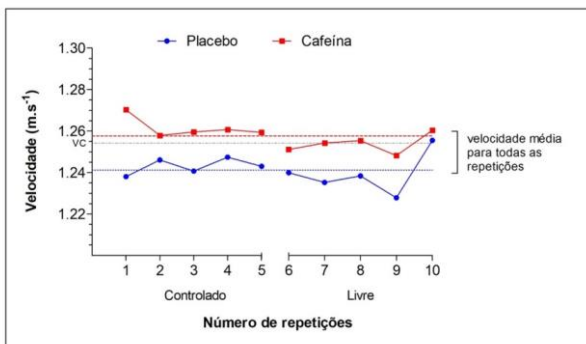
Os comportamentos das medidas de tempo na série de treino para ambas as condições estão representados nas figuras 5 e 6. A média do tempo para todas as repetições (1^a à 10^a) foi de $158,68 \pm 7,67$ s para condição cafeína e $160,93 \pm 7,04$ s para placebo e tiveram diferença significativa ($p=0,03$; $ES=0,31$), demonstrando que a cafeína foi capaz de melhorar o tempo de performance para a série de treino.

Figura 5 - Comportamento da variável tempo na série de treino, mensurados nos protocolos experimentais cafeína e placebo ($n=10$).



Nota: tempo médio para as 10 repetições.

Figura 6 - Comportamento da variável velocidade na série de treino, mensurados nos protocolos experimentais cafeína e placebo (n=10).



Nota: VC= velocidade crítica; Nota: velocidade média para as 10 repetições.

4.2.3 Medidas de concentração de lactato [La] e percepção subjetiva de esforço (PSE)

A tabela 6 apresenta as respostas de lactato sanguíneo [La] para cada momento mensurado durante os protocolos cafeína e placebo.

Os resultados de [La] antes e depois dos 50m não revelaram uma interação condição-tempo significativa ($p=0,435$), não houve uma diferença significativa entre as condições ($p=0,436$) e foi demonstrada uma diferença em relação ao tempo ($p<0,001$). Sendo assim, o lactato aumenta significativamente comparando-se o antes e depois dos 50m para ambas as condições.

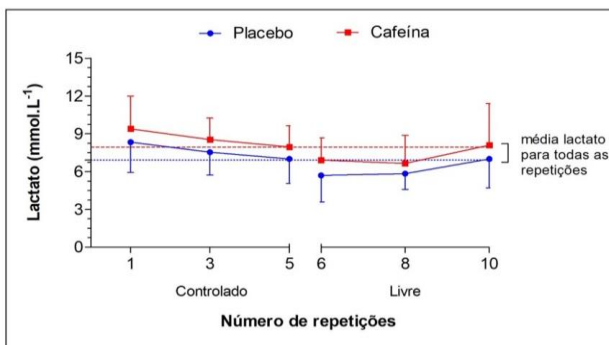
Durante a série de treino não foi observada uma interação condição-tempo significativa ($p=0,633$) para os valores de [La]. Também não houve diferença significativa entre as condições ($p=0,330$) e o tempo ($p=0,111$).

Tabela 5 - Média e desvio padrão (\pm DP) das medidas de lactato sanguíneo (mmol.L⁻¹) nos protocolos experimentais cafeína e placebo (n=10).

Momento	Placebo	Cafeína	Diferenças (Δ)	Diferença %
Pós aquecimento	1,40 \pm 0,41	1,51 \pm 0,67	-0,12	8,3
Pós cafeína	1,08 \pm 0,25	1,10 \pm 0,23	-0,02	1,6
Pós 50m	4,57 \pm 0,76	4,03 \pm 1,15	0,54	11,6
Pré-série	8,23 \pm 1,48	8,82 \pm 2,74	-0,59	7,1
1º repetição	8,34 \pm 2,42	9,39 \pm 2,61	-1,06	12,7
3º repetição	7,57 \pm 1,80	8,54 \pm 1,70	-0,99	13,1
5º repetição	7,01 \pm 1,93	7,96 \pm 1,68	-0,95	13,5
6º repetição	5,70 \pm 2,10	6,92 \pm 1,76	-1,21	21,2
8º repetição	5,84 \pm 1,25	6,65 \pm 2,22	-0,81	13,9
10º repetição	7,00 \pm 2,30	8,10 \pm 3,31	-1,1	15,7

Ambas as condições apresentaram comportamentos semelhantes de [La] durante os testes experimentais. A figura 9 apresenta o comportamento das medidas de [La] no decorrer da série de treino. A média dos valores de [La] nas 6 repetições mensurados foi de 7,84 \pm 1,67 mmol.L⁻¹ para cafeína e de 6,99 \pm 1,63 mmol.L⁻¹ para placebo, apresentando uma diferença significativa (p=0,03; ES=0,51) entre as duas condições no total da sessão.

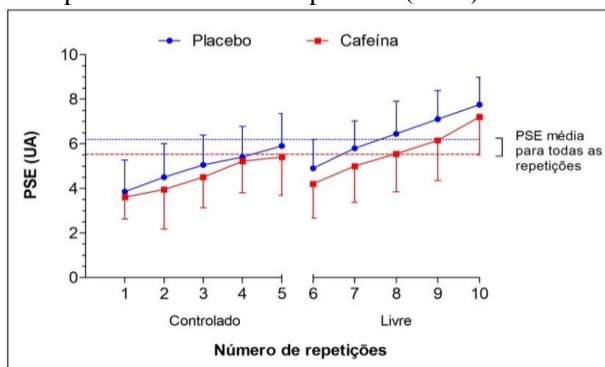
Figura 7 - Comportamento das medidas de lactato sanguíneo durante a série de treino nos protocolos experimentais cafeína e placebo (n=10).



A figura 10 apresenta o comportamento da PSE para no decorrer da série de treino. As medidas de PSE não apresentaram interação condição-tempo significativa ($p=0,546$) entre as repetições. Da mesma forma, não houve diferenças significativas entre as condições ($p=0,084$), apesar de observado diferença significativa no decorrer do tempo para ambas as condições ($p<0,001$). Assim, a PSE aumentou no decorrer do tempo para ambas as condições.

A média de PSE para a série de treino foi de $5,08 \pm 1,27$ UA para cafeína e de $5,67 \pm 1,46$ UA para placebo, apresentando diferença significativa ($p=0,04$; $ES=0,79$) para a média da sessão de treino.

Figura 8 - Comportamento das medidas de PSE durante a série de treino nos protocolos experimentais cafeína e placebo (n=10).

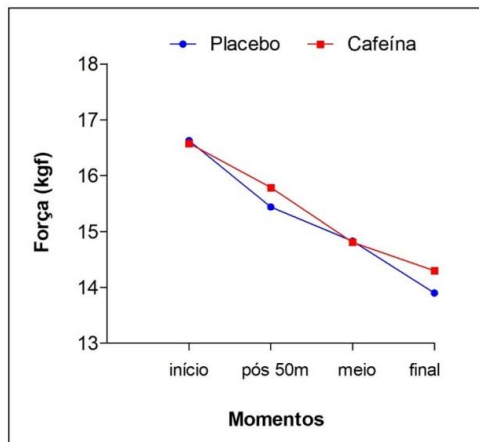


4.2.4 Medidas de força

Em relação às medidas de força antes e depois das repetições de 50m, não houve interação condição-tempo significativa ($p=0,304$). Também não houve diferença significativa entre as condições ($p=0,547$), e foi observado diferença significativa no decorrer do tempo para ambas as condições ($p=0,007$). Sendo que a perda de força (fadiga) foi percebida no decorrer do protocolo em ambas as condições.

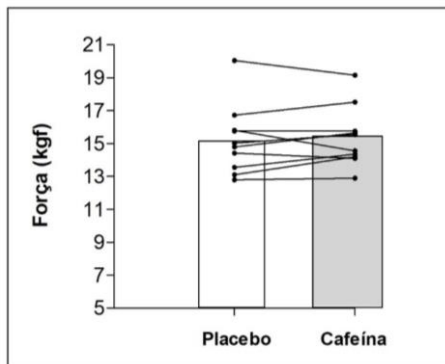
A figura 11 apresenta o comportamento das medidas de força máxima (pico) no decorrer dos protocolos experimentais (caféina ou placebo). Não houve interação condição-tempo significativa ($p=0,641$) entre os quatro momentos representados na figura (pré, pós 50m, meio e final do protocolo). Também não houve diferenças significativas entre as condições ($p=0,517$), entretanto, foi observada uma diferença significativa no decorrer do tempo para ambas as condições ($p<0,001$).

Figura 9 - Comportamento das medidas de força máxima durante a série de treino nos protocolos experimentais caféina e placebo ($n=10$).



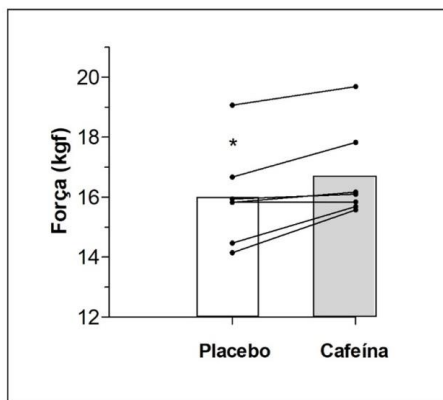
A média de força máxima para todo o protocolo nos quatro momentos foi de $15,37 \pm 1,83$ kgf para caféina e $15,20 \pm 2,11$ kgf para placebo (figura 12). Não foi encontrada diferença significativa ($p=0,26$; $ES=0,09$) entre elas.

Figura 10 - Comportamento individual das médias de força máxima nos protocolos experimentais caféina e placebo ($n=10$).



A medida de força máxima após o consumo de cafeína, sem exercício prévio, foi mensurada em sete sujeitos, a média dos valores encontrados foi de $16,70 \pm 1,52$ kgf para cafeína e $15,99 \pm 1,62$ kgf para placebo, resultando em diferença significativa ($p=0,008$; $ES=0,45$) entre as condições para este momento do protocolo. A figura 13 apresenta os valores médios e o comportamento individual para cada sujeito das medidas de força máxima no momento pós-goma.

Figura 11 - Comportamento individual das medidas de força máxima pós-goma nos protocolos experimentais cafeína e placebo ($n=7$).



Nota: *Diferença significativa ($p<0,05$) entre as condições cafeína vs placebo.

4.2.5 Frequência de braçadas e comprimento de braçadas

A tabela 7 apresenta os valores de frequência de braçada (FB) e comprimento de braçada (CB) para cada momento mensurado na série de treino.

Tabela 6 - Média e desvio padrão (\pm DP) das variáveis de frequência de braçada e comprimento de braçada, obtidas nos 25 metros finais das repetições de 200m (n=10).

Número da repetição	Placebo	Cafeína	Diferenças (Δ)	Diferença %
Frequência de braçada (Br.min⁻¹)				
1º	28,56 \pm 3,80	29,31 \pm 3,21	-0,76	2,65
5º	28,89 \pm 3,88	29,75 \pm 3,79	-0,86	2,97
6º	28,07 \pm 2,73	28,27 \pm 3,54	-0,29	1,03
10º	30,52 \pm 2,84	31,46 \pm 3,40	-0,94	3,08
Comprimento de Braçada (m.Br⁻¹)				
1º	2,54 \pm 0,35	2,44 \pm 0,37	0,10	3,85
5º	2,50 \pm 0,39	2,41 \pm 0,44	0,10	3,95
6º	2,57 \pm 0,24	2,46 \pm 0,36	0,11	4,37
10º	2,36 \pm 0,30	2,34 \pm 0,39	0,01	0,61

Nos momentos analisados para as duas variáveis, não foi observada interação condição-tempo significativa (FB $p=0,877$; CB $p=0,689$) e não houve diferença significativa entre as condições (FB $p=0,075$; CB $p=0,69$). Contudo, foi observada diferença significativa no decorrer do tempo (FB $p=0,02$; CB $p=0,009$), ou seja, a FB aumentou e o CB diminuiu em ambas as condições. Assim, a tabela 8 apresenta as diferenças de FB e CB no decorrer do tempo para ambas as condições, atentando a parte controlada (VC) e livre (*self paced*) da série de treino.

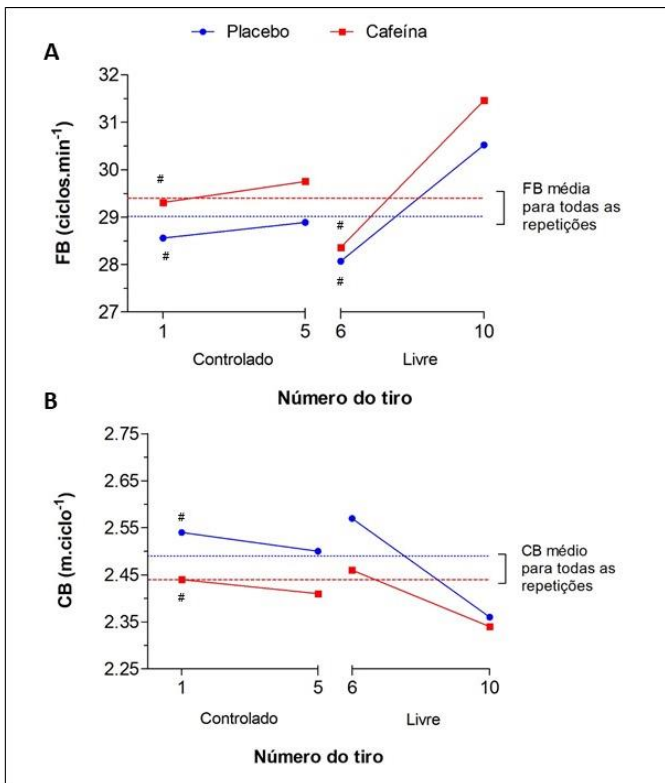
Tabela 7 - Diferenças (Δ) de frequência de braçada e comprimento de braçada entre os 25m finais das repetições controlados e livres da série de treino em ambas as condições (n=10).

Diferenças entre repetições	Frequência de Braçada		Comprimento de Braçada	
		%		%
CAFEÍNA				
$\Delta 1^\circ - 5^\circ$	-0,44	1,03 %	0,04	1,65
$\Delta 1^\circ - 10^\circ$	-2,15*	6,83 %	0,10*	4,18
$\Delta 6^\circ - 10^\circ$	-3,10*	9,66 %	0,11	4,74
PLACEBO				
$\Delta 1^\circ - 5^\circ$	-0,33	1,04 %	0,07	1,53
$\Delta 1^\circ - 10^\circ$	-1,96*	6,42 %	0,18*	7,08
$\Delta 6^\circ - 10^\circ$	-2,45*	7,75 %	0,21	8,07

Nota: *Diferença significativa ($p < 0,05$) entre os resultados das repetições analisadas. Entre as repetições analisadas, valores negativos significam aumento do resultado da variável com o tempo, valores positivos significam diminuição do resultado da variável com o tempo.

A figura 14 apresenta o comportamento da FB e CB para as duas condições. A média dos valores observados para cafeína foi de FB $29,72 \pm 3,19$ Br.min⁻¹ e de CB $2,41 \pm 0,38$ m.Br⁻¹, na condição placebo foi de FB $29,01 \pm 3,01$ Br.min⁻¹ e de CB $2,49 \pm 0,30$ m.Br⁻¹, apresentando uma diferença significativa (FB $p=0,04$; CB $p=0,03$) para as duas variáveis entre as condições.

Figura 12 - Comportamento das medidas de FB e CB durante a série de treino nos protocolos experimentais cafeína e placebo (n=10).



Nota: #Diferença significativa ($p < 0,05$) em relação à 10ª repetição.

5 DISCUSSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo analisar os efeitos agudos da suplementação de cafeína em goma de mascar no desempenho, na concentração de lactato, na percepção subjetiva de esforço (PSE), na força e na técnica (frequência de braçadas – FB e comprimento de braçadas - CB) em natação estilo *crawl* – nas distâncias de 50m e em uma série de treino intervalado.

Nossos resultados demonstraram a melhora da performance na distância de 50m (1,85%) e na série de treino de 10 x 200m (1,4%) ambos em nado *crawl*. Ou seja, ambas as performances de natação no estilo *crawl* tiveram menores tempos quando se utilizou cafeína comparados aos tempos realizados com placebo.

Nesse contexto, os principais mecanismos de ação citados pelo efeito ergogênico da cafeína em exercícios de curta duração são: o antagonismo da adenosina, a atenuação da PSE, mudanças no potencial de membrana (K^+), na maior taxa de disparo de unidades motoras e aumento da glicólise (BOWTELL et al., 2018; DAVIS; GREEN, 2009; GOODS; LANDERS; FULTON, 2017).

Na natação, tanto a bioenergética quanto a biomecânica estão relacionadas com a eficiência do nadador em manter a velocidade durante toda a prova (COSTA, 2012). Dessa forma, para gerar deslocamento e aumentar a velocidade de nado o nadador deve gerar propulsão a fim de empurrar a massa de água e vencer a resistência ao movimento para frente (CAPUTO et al., 2006; DEKERLE et al., 2005b).

Devido à especificidade da modalidade, fatores biomecânicos (forças resistivas e propulsivas) influenciam mais na performance quando comparados com fatores bioenergéticos (CASTRO et al., 2005; FERREIRA et al., 2015). Dentre esses fatores, a força propulsiva na natação tem sido considerada uma importante variável no desempenho (RISCH; CASTRO, 2007).

Evidenciando a importância da força para a performance no nado *crawl*, Aspenes et al. (2009) demonstraram uma melhora no desempenho de 400m após treinamento específico de força (nado atado). Além disso, encontraram uma alta correlação entre o aumento do desempenho de 400m e a melhora do teste através do método de nado atado. Risch e Castro (2007) também observaram uma alta correlação da força com o desempenho do nado *crawl* utilizando o método de nado atado.

Nesta perspectiva, não foi encontrada uma diferença nas medidas de força antes e depois da repetição de 50m quando comparados cafeína e placebo. A diferença no padrão de força entre as duas condições logo após a utilização de cafeína (pré 50m) pôde demonstrar possível mudança nos padrões de força associados à substância. Essa alteração não foi observada nas medidas de força depois dos 50m, provavelmente devido ao esforço medido apenas ao final do exercício foi semelhante (máximo) nas duas condições, não refletindo em mudanças no valor final da perda de força mesmo com a melhora da performance.

Os resultados deste estudo corroboram com os diferentes estudos os quais encontraram efeito ergogênico da cafeína (ANSELME et al., 1992; BECK et al., 2006; WOOLF; BIDWELL; CARLSON, 2008) em exercícios de curta duração. De encontro a esse resultado, Lara et al. (2015) também observaram a melhora da performance de 50m em diferentes tipos de nado utilizando uma dose parecida ($3\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) em atletas altamente treinados. Apesar disso, diferentemente desta investigação, encontraram valores de lactato sanguíneo maiores na condição cafeína e, assim, sugerem uma maior contribuição da glicólise anaeróbia.

No presente estudo, como era esperado, os valores de concentração de lactato sanguíneo [La] aumentaram no final das repetições de 50m em ambas as condições. Entretanto, não foram diferentes quando utilizado cafeína, demonstrando que a condição cafeína pode não ter interferido em uma maior contribuição anaeróbia na distância de 50m nado crawl. Um dos mecanismos ergogênicos da cafeína mais citados em exercícios de curta duração é a maior secreção de adrenalina, com aumento da glicólise e, conseqüentemente, maiores valores de lactato sanguíneo (DAVIS; GREEN, 2009).

Existem evidências de melhora da performance com ou sem mudanças nos valores de lactato e associadas ou não a maiores valores de adrenalina (ANSELME et al., 1992; DAVIS; GREEN, 2009; SCHNEIKER et al., 2006) e glicose sanguíneas (CROWE; LEICHT; SPINKS, 2006; MOHR; NIELSEN; BANGSBO, 2011). Assim sendo, a melhora da performance nos 50m com resultados semelhantes de força e de lactato sanguíneo sugerem ter ocorrido uma maior influência em outros mecanismos não mensurados na presente pesquisa.

Em relação à série intervalada, também foi encontrada uma diferença significante entre cafeína e placebo quanto à média dos tempos de 200m. Algumas considerações podem ser feitas quanto à influência da cafeína nos resultados de tempo e velocidade durante a

série. A maioria dos nadadores (oito) apresentaram maior dificuldade em controlar a velocidade de nado da 1ª a 5ª repetição quando utilizaram cafeína. Da mesma forma, com a suplementação, sete nadadores tiveram maior velocidade de nado na parte da série não controlada (6ª à 10ª repetições).

Outra questão foi a diferença no tempo de performance entre a 9ª e a 10ª repetições de 200m. Esta foi maior quando se utilizou placebo e provavelmente estavam controlando a série em uma menor intensidade nessa condição. Não se pode esquecer o fato de que antes da série os sujeitos completaram uma repetição de 50m máximo, em que a maior parte da energia seria disposta em esforços máximos, como a repetição de 50m (≈ 30 s), proveniente do sistema anaeróbio (hidrólise da fosfocreatina [PCr] e glicólise anaeróbia) (BOGDANIS et al., 1995; MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2012).

Dessa forma, a perda na capacidade de contração muscular nesse tipo de exercício acontece, principalmente, por diminuição na ressíntese anaeróbia de ATP, decréscimo da PCr e acúmulo íons hidrogênio (H^+) intramuscular. Um decréscimo em fatores neurais (ex: recrutamento de unidades motoras, taxa de disparos), também, podem contribuir para a diminuição da potência máxima, apesar de que os fatores metabólicos intramusculares (PCr e H^+) são mais determinantes (MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2012). É possível apontar melhora na função muscular através de uma parcial ressíntese nos valores de PCr ainda que na mesma proporção não aconteça a restauração do pH/ (remoção de íons H^+) ou restauração da atividade neuromotora (MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2012).

Mendez-Villanueva et al. (2012) demonstraram que um intervalo de 30s é suficiente para ocasionar a ressíntese de PCr capaz de aumentar o *turnover* de ATP em subsequentes repetições de 6s (totalizando 30s) no cicloergômetro. Os autores demonstraram que isso acontece em todas as 10 repetições de 6s (intervalos de 30s) mesmo que o recrutamento de unidades motoras e pH ainda estavam diminuídos (MENDEZ-VILLANUEVA et al., 2012).

Isso também foi corroborado por Bogdanis et al. (1995) em repetições máximas consecutivas de 30s no cicloergômetro, sugerindo que o suprimento de energia pode ser mais importante para restauração da potência muscular em exercícios repetidos do que a restauração do pH muscular. Segundo os mesmos autores, logo, um intervalo de 6 minutos entre as repetições de 30s não é suficiente para recuperar totalmente o PCr, já que com a diminuição do pH influencia na reação da creatina quinase (BOGDANIS et al., 1995).

É importante ressaltar acerca do intervalo de 10 minutos entre o final da repetição de 50m e o início da série, sendo um período capaz de proporcionar mais da metade da ressíntese de PCr utilizada no exercício (BOGDANIS et al., 1995). Contudo, não se pode descartar a influência dessa repetição de 50m na série, sendo que partiram para o exercício intervalado em concentrações de lactato maiores que as encontradas logo após o aquecimento.

Em relação à intensidade durante o exercício intervalado, resultou-se para nossa amostra uma média de VC em torno de 93% da média da velocidade na performance de 400m. Assim, a série de treino foi realizada em uma intensidade menor que a máxima velocidade aeróbia (DEKERLE et al., 2005a). A velocidade média das repetições de 200m na intensidade livre (6^a à 10^a repetições) foi parecida com a parte controlada (1^a a 5^a repetições); do mesmo modo, em toda a série de treino foi mantida uma velocidade próxima a VC e, conseqüentemente, abaixo da V400.

Durante o exercício constante, o domínio pesado pode ser caracterizado por uma estabilidade nos valores de lactato sanguíneo acima dos valores de repouso (DEKERLE et al., 2010; FRANKEN; ZACCA; CASTRO, 2011) e o domínio severo por um estado não estável de lactato sanguíneo (DEKERLE et al., 2010; FRANKEN; ZACCA; CASTRO, 2011).

Estas observações, porém, são diferentes quando comparadas no exercício intervalado. Dekerle et al. (2010) demonstraram que em 10 repetições de 400m com intervalo de 40 segundos (nado crawl) é possível encontrar uma estabilidade nos valores de lactato utilizando a velocidade crítica, porém em exercício constante na mesma intensidade não foi possível essa estabilidade. A VC é uma intensidade dificilmente mantida por um longo período na natação, sendo que há uma progressiva elevação do [La] com o consumo máximo de oxigênio atingido na exaustão.

Nesse contexto, no presente estudo não foi demonstrada estabilidade das medidas de lactato sanguíneo e de PSE durante o exercício intervalado. Isso pode ter ocorrido por dois motivos. Primeiro, como já relatado, no começo da série partiram de uma concentração de lactato elevada e durante a primeira parte do teste (1^a à 5^a repetições) aconteceu uma remoção desse acúmulo, não sendo observada uma instabilidade (decrece). Segundo, o intervalo de 5 minutos entre a 5^a e a 6^a repetições proporcionou a diminuição nos valores de lactato sanguíneo. Assim, durante a última parte da série (6^a à 10^a) também não foi encontrada uma instabilidade nos valores de lactato (crescente).

Concomitantemente, foi encontrada no presente estudo a variabilidade nos resultados de velocidade crítica entre 89% e 98% da V400.

Levando-se em consideração que nadadores de *endurance* apresentaram valores de velocidade na máxima fase estável de lactato modelo contínuo em torno de 88% da V400 (GRECO et al., 2013), e as outras evidências da literatura citadas acima, o presente estudo apresentou uma intensidade de nado referente ao limite superior do domínios pesado (DEKERLE et al., 2010). Além do mais, a velocidade crítica encontrada nesta investigação corrobora com a velocidade encontrada por Greco et al. (2010) para a máxima fase estável de lactato intervalada. De forma que a VC representa a máxima fase estável de lactato intervalada.

Destaca-se igualmente que a razão em utilizar a VC foi atendida, ou seja, estabelecer um parâmetro de fácil aplicação, sendo possível completar as 10 repetições de 200m e controlar a velocidade de uma parte da série de treino. Os resultados do presente estudo estão de acordo com Dekerle et al. (2010) e Toubekis et al. (2011) de forma que, apesar das diferenças individuais, a utilização da VC pode servir como parâmetro para controle da intensidade em exercícios intervalados de nado crawl.

A literatura ainda não está bem estabelecida quanto à influência da cafeína em exercícios intervalados na natação (ASTORINO; ROBERSON, 2010; COLLOMP et al., 1992; CROWE; LEICHT; SPINKS, 2006; GOODS; LANDERS; FULTON, 2017; PRUSCINO et al., 2008). Diferente do presente estudo, alguns trabalhos prévios observaram o efeito ergogênico da cafeína com exercícios de esforços repetidos em natação em nado crawl. Goods, Launderse Fulton (2017) observaram menor tempo para completar seis repetições de 75m e Collomp et al. (1992) demonstraram um aumento na velocidade em duas distâncias de 100m. Ambos utilizaram esforços máximos, sujeitos treinados e intervalos superiores de 40s.

Contudo, Collomp et al. (1992) não encontraram a mesma melhora em indivíduos não treinados. E também em sujeitos ativos, Pruscino et al. (2008) não observaram diferença da performance entre cafeína e placebo em 2 x 200m. Demonstrando, uma possível influência da ação da cafeína em exercício de natação apenas em sujeitos treinados (CROWE; LEICHT; SPINKS, 2006).

A cafeína parece ter um maior efeito em treinados devido a algumas mudanças fisiológicas presentes nesse grupo e ocasionadas pelo treinamento. Citam-se algumas delas como uma melhor capacidade anaeróbia (remoção de lactato sanguíneo e ressíntese de ATP), maior

capacidade de tamponamento, diminuição do potencial de membrana e aumento da ação enzimática (COLLOMP et al., 1992).

Alguns estudos são conflitantes quanto aos resultados da utilização de cafeína em exercícios intermitentes ao utilizarem diferentes tipos de protocolos (*sprints* repetidos, exercício contínuo, intervalado de longa duração) em diferentes tipos de exercícios (contrações isoladas, ciclismo, natação, corrida). Alguns encontraram (BOWTELL et al., 2018; GOODS; LANDERS; FULTON, 2017; MOHR; NIELSEN; BANGSBO, 2011; SCHNEIKER et al., 2006) e outros não (CROWE; LEICHT; SPINKS, 2006; GREER; MCLEAN; GRAHAM, 1998; PRUSCINO et al., 2008) distinguiram a melhora da performance e/ou aumento da carga externa em cicloergômetro (power output).

Nesse contexto, alguns fatores citados pela literatura, como o exercício usado, o nível de treinamento, a dose de cafeína, o consumo diário, o membro testado, a intensidade e o protocolo podem ter sido responsáveis pela semelhança dos resultados de performance entre cafeína e placebo na série de treino (ASTORINO; ROBERSON, 2010; BLACK; WADDELL; GONGLACH, 2015; COLLOMP et al., 1992; TALLIS; YAVUZ, 2018).

Uma das limitações do estudo foi a inclusão de sujeitos que treinam para competir em provas longas e em provas curtas. Além disso, o desvio padrão para volume de treino semanal também demonstra a heterogenia dos sujeitos.

A média de consumo diário de cafeína entre os indivíduos foi de $133.5 \pm 169,17$ mg/dia, sendo considerado um consumo baixo de cafeína quando a dose diária de consumo não ultrapassa 200mg (CROWE; LEICHT; SPINKS, 2006). Os resultados do presente trabalho estariam numa faixa de consumidores habituais, mesmo que não seja um alto consumo. Apesar de evidências de que um baixo consumo diário de cafeína (<100mg por dia) possa aumentar o efeito ergogênico da cafeína, não se sabe como o consumo intermitente pode afetar suas ações.

Da mesma forma, há poucas evidências na literatura sobre como o consumo crônico de cafeína poderia afetar a performance. Alguns estudos analisando o uso de cafeína de forma aguda, assim como neste trabalho, estabelecem um período anterior aos testes sem o consumo de produtos com adição de cafeína de 24h (ASTORINO; ROBERSON, 2010; FERREIRA et al., 2018).

As concentrações de cafeína capazes de melhorar a performance estão em uma faixa entre $3\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ a $6\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ (MAUGHAN et al., 2018). Estudos utilizaram $9\text{mg}\cdot\text{kg}$ e também observaram uma melhora

em diversos tipos de exercício (ASTORINO; ROBERSON, 2010; PALLARÉS et al., 2013). Apesar disso, o uso de doses maiores pode ocasionar efeitos colaterais deletérios ao treinamento ou a performance, como inquietação, agitação, ansiedade, dores de cabeça e diminuir a qualidade do sono (ASTORINO; ROBERSON, 2010).

Nesse sentido, a forma de administração da cafeína interfere em alguns fatores como na dissolução e na taxa ou extensão de absorção da substância, também alteram a sua interação com o exercício (KAMIMORI et al., 2002; SYED et al., 2005). A maioria dos estudos com exercícios intervalados administra a ingestão de cafeína por meio de cápsulas com concentrações de cafeína previamente calculadas e de acordo com a dosagem proposta (entre 3 e 6mg/kg) (FERREIRA et al., 2018; MOHR; NIELSEN; BANGSBO, 2011)(CROWE; LEICHT; SPINKS, 2006; FERREIRA et al., 2018; GOODS; LANDERS; FULTON, 2017; MOHR; NIELSEN; BANGSBO, 2011; PRUSCINO et al., 2008).

Recentemente, a cafeína pôde ser administrada na forma de goma, possuindo como principais vantagens menor tempo de absorção (sublingual), menor tempo de ação e menor desconforto gastrointestinal (COX et al., 2002; KAMIMORI et al., 2002). O uso de cafeína em goma impossibilita o uso preciso de medidas de concentração de cafeína relativas à massa corporal. Dessa forma, o presente estudo utilizou uma dose de 300mg para todos os sujeitos, o que resultou em uma dose ideal de $3,7 \pm 0,5 \text{ mg.kg}^{-1}$.

Igualmente ao presente estudo, Lara et al. (2015) encontraram melhora no desempenho de natação em 50m com uma dose de 3mg.kg^{-1} . Em exercícios repetidos de natação, esta dose parece melhorar o desempenho apenas em treinados (COLLOMP et al., 1992; GOODS; LANDERS; FULTON, 2017), enquanto em não treinados, se encontraram nulas diferenças no desempenho, mesmo com uma dose de 6mg.kg^{-1} (PRUSCINO et al., 2008).

Além disso, estudos recentes têm investigado que cada sujeito pode ter uma diferença genética afetando diferentemente a ação da cafeína (ASTORINO; ROBERSON, 2010; BURKE; DESBROW; SPRIET, 2016). O que pode afetar, por exemplo, a relação da cafeína nos receptores de adenosina e, além disso, direcionando de diferentes formas os mecanismos da cafeína responsáveis por afetar a performance (BURKE; DESBROW; SPRIET, 2016).

Como os efeitos da cafeína podem ser diferentes dependendo do protocolo, apenas existem suposições quanto aos mecanismos associados ao seu efeito ergogênico no exercício intervalado. Assim, a

cafeína parece proteger quanto as inflamações induzidas pelo exercício intervalado em uma única sessão. Contudo, esses efeitos parecem desaparecer com as adaptações induzidas pelo treinamento intervalado (FERREIRA et al., 2018).

Há evidências de que no exercício intervalado de tempo fixo ou distância fixa a cafeína não seja capaz de melhorar a performance. O que não ocorreu no presente estudo, posto que houve uma melhora na performance da série de 10 x 200m. Foi observado em exercícios contínuos que o tempo fixo ou a distância fixa são inexpressivos para detectar a melhora da performance ocasionada pela cafeína (BLACK; WADDELL; GONGLACH, 2015; DOHERTY; SMITH, 2004). Nesse tipo de controle, os sujeitos conseguem regular o esforço já baseados em experiências prévias, mascarando o efeito da substância (DOHERTY; SMITH, 2004). Isso pode ter ocorrido em alguns sujeitos durante a série de treino intervalado, mas não refletiu na média, demonstrando a capacidade da cafeína em melhorar a performance no protocolo utilizado pela presente pesquisa.

Em exercícios de distâncias fixas é possível fazer comparações entre os testes no mesmo ponto, enquanto comparações entre testes sem final definido (por exemplo tempo limite) só possíveis somente em frações de tempo (*isotime*). Além disso, testes de distâncias fixas tem uma validade ecológica, ou seja, são mais parecidos com as competições, permitindo melhor estimativa das mudanças de desempenho em determinado esporte (DOHERTY; SMITH, 2004); especialmente quando associados a fatores influenciadores da performance, como uma substância ergogênica, tal qual a melhora observada tempo de 50m.

É importante destacar, no conjunto, que nas repetições de 200m com intensidades livres os sujeitos foram orientados a manter a maior velocidade possível para completar os 5 esforços. Isto pode ter ocasionado uma maior influência do controle individual baseado em uma experiência prévia de esforço.

Diversos mecanismos são associados ao efeito ergogênico da cafeína em exercícios intervalados, por exemplo: o aumento de unidades motoras recrutadas no impulso nervoso, o aumento de lactato sanguíneo, alterações no Ca^{++} e K^{+} intramuscular, o antagonismo da adenosina, a diminuição de PSE e o melhor alerta e tempo de reação (BOWTELL et al., 2018). Neste trabalho, foi possível observar modificações nos resultados de algumas dessas variáveis influenciadas pela suplementação.

Em relação aos valores de lactato sanguíneo, a cafeína foi responsável por maior aumento nos valores dessa variável na série de treino. De acordo com a literatura, é esperado como consequência da cafeína um aumento da intensidade, com maiores concentrações de lactato conjuntamente com uma atenuação da PSE apesar da maior acidose (GOODS; LANDERS; FULTON, 2017).

O aumento da glicólise por meio da suplementação de cafeína provavelmente causada por maiores concentrações de adrenalina e acarretando em um aumento do lactato sanguíneo, é apresentado como um mecanismo ergogênico. (RANG et al., 2007). Este mecanismo é citado como o responsável pela melhora da performance em exercícios de predominância anaeróbia (DAVIS; GREEN, 2009). No entanto, Crowe, Leicht e Spinks (2006) em exercício intervalado (2x 60s x 3min) não encontraram com suplementação de cafeína melhores resultados de performance com o aumento de lactato sanguíneo e sugerem uma menor taxa de remoção pode ter ocorrido ao invés do aumento do metabolismo glicolítico.

No estudo, foi utilizada uma série intervalada de capacidade aeróbia e foi demonstrado um aumento nas concentrações de lactato sanguíneo. Cabe ressaltar que este trabalho não analisou outras variáveis capazes apontar qual mecanismo em relação a maior glicólise (gliconeogênese, maior mobilização de gorduras) possa ter ocorrido em maior proporção no protocolo realizado. Apesar disso, o aumento dos valores de lactato sanguíneo com utilização de cafeína está bem fundamentado na literatura em exercícios de predominância anaeróbia e aeróbia (COLLOMP et al., 1992; CROWE; LEICHT; SPINKS, 2006; DAVIS; GREEN, 2009; GOLDSTEIN et al., 2010; GOODS; LANDERS; FULTON, 2017; GRAHAM-PAULSON; PERRET; GOOSEY-TOLFREY, 2016).

Ademais, a cafeína foi capaz de atenuar a PSE. A diminuição da PSE é o efeito da cafeína mais observado em diferentes intensidades e tipos de exercício, inclusive em exercícios de alta intensidade (DOHERTY; SMITH, 2004); salientando que a atenuação da PSE pode ser mascarada em exercícios com distâncias fixas, principalmente com esforços máximos, sendo que ao final do exercício a fadiga acumulada (diminuição de substratos, depleção neural, acúmulo de metabólitos) é semelhante.

Outros estudos não encontraram diferenças na atuação de cafeína na atenuação da PSE em exercício de esforços repetidos (CROWE; LEICHT; SPINKS, 2006; GOODS; LANDERS; FULTON, 2017). Em contraste, na presente investigação os valores de PSE foram

menores quando se utilizou cafeína, provavelmente pela menor intensidade de exercício (submáxima) utilizada nessa pesquisa possibilitou este achado.

Nesse contexto, os participantes da presente pesquisa não foram orientados a completarem a última parte da série (cinco repetições livres) com esforços máximos de 200m e sim mantendo a velocidade a mais alta possível de forma constante. Assim a maioria dos sujeitos reportaram valores médios de PSE (5-6) no decorrer e ao final do protocolo, demonstrando uma estabilidade na velocidade.

Realmente, a maioria dos atletas apontaram valores muito próximos, quase constantes, em toda a série de treino, possivelmente acompanhando o exercício que era realizado de forma constante e com distância fixa (BLACK; WADDELL; GONGLACH, 2015). Sobre isso, salienta-se que foram dadas as devidas orientações sugeridas por Borg (2000) na aplicação da escala de esforço percebido e todos os sujeitos relataram compreender as instruções. A maioria deles também referiu já estar familiarizado com o uso da escala de PSE. Por fim, os mecanismos de PSE durante o exercício são muito mais complexos do que apenas o efeito da cafeína no antagonismo da adenosina (BLACK; WADDELL; GONGLACH, 2015) e mais estudos devem ser conduzidos com exercícios intervalados.

Em relação à variável de força mensurada através da CVM isométrica de flexão de ombro, o presente estudo encontrou um efeito pequeno (Cohen, 1988), mas significativo entre as condições cafeína e placebo apenas no momento após a ingestão da substância. Como esperado, a força diminuiu no decorrer do tempo de exercício, apesar da força ter resultados parecidos nas duas condições, demonstrando que a cafeína não influenciou em menor perda de força no decorrer do protocolo.

Crowe, Leicht e Spins (2006) também não encontraram diferenças nas medidas de força com utilização de cafeína, contudo demonstraram resultados na diminuição das concentrações de potássio plasmático e relatam que esse efeito parece se perder após o exercício. Deve-se considerar que o protocolo do presente estudo foi organizado de forma que as medidas de força não foram mensuradas logo após o exercício e isso pode ter influenciado nos resultados.

O equipamento usado para as medidas, apesar de referir a alguns músculos utilizados na natação (bíceps braquial, peitoral maior, deltoide), não caracterizava um posicionamento e um tipo contração (isométrica de flexão de ombro) familiar aos sujeitos. Assim, mais

visitas de familiarização poderiam ter influenciado em melhores resultados.

A maioria dos estudos observados que encontram maiores valores de força foram associados a protocolos de sucessivas contrações voluntárias submáximas isoladas (BOWTELL et al., 2018; KALMAR; CAFARELLI, 1999; MEYERS; CAFARELLI, 2005; TIMMINS; SAUNDERS, 2014) e em extensão de joelho (BLACK; WADDELL; GONGLACH, 2015; GRAHAM-PAULSON; PERRET; GOOSEY-TOLFREY, 2016; TALLIS; YAVUZ, 2018).

A diferença significativa entre cafeína e placebo sobre as medidas de força após o consumo de cafeína pode demonstrar uma possível influência da substância quanto ao aumento de força. Em vista disso, há evidências de que a cafeína pode ocasionar melhora na performance de exercícios por meio do aumento da resistência muscular, sendo observado mais frequentemente a melhora da performance em exercícios com repetições sucessivas do que em exercícios de máxima força (ASTORINO; ROBERSON, 2010; GRGIC et al., 2018; POLITO et al., 2016).

Levando isto em consideração, mesmo que não tenha sido observada a influência da cafeína nas medidas de força por meio das CVMs isoladas, foi possível observar indiretamente uma influência na força durante o exercício através das mudanças no comprimento da braçada.

Nesse contexto, para a mesma velocidade cada nadador combina de maneiras diferentes a frequência de braçada (FB) e comprimento de braçada (CB) no nado crawl (CASTRO et al., 2005; DEKERLE et al., 2002). Consequentemente, diversos autores analisaram os padrões cinemáticos das braçadas para inferir no desempenho e comparar sujeitos (KENNEDY et al., 1992; RIBEIRO et al., 2016; SCHNITZLER; SEIFERT; CHOLLET, 2009). Assim, observou-se que diferentes sujeitos combinam diferentemente a FB e o CB durante as competições (SCHNITZLER; SEIFERT; CHOLLET, 2009).

No decorrer da prova é, observa-se que é deveras complexo conseguir o maior comprimento de braçada (CB) (SMITH; NORRIS; HOGG, 2002) então para aumentar a velocidade do nado crawl em um curto prazo é mais comum aumentar a frequência de braçada (FB) (DEKERLE et al., 2005b; SMITH; NORRIS; HOGG, 2002). Normalmente, o aumento/manutenção da velocidade durante uma competição é possível com o aumento da FB e diminuição na CB (DEKERLE et al., 2005b).

Para diversos autores, o CB é fator mais crítico para o sucesso nas competições (KENNEDY et al., 1992; SMITH; NORRIS; HOGG, 2002), de forma que um nadador mais econômico consegue percorrer uma maior distância com um menor custo energético (CAPUTO et al., 2006). Schnitzler et al. (2007) compararam a performance em 400m de nado crawl em diferentes níveis de treinamento (atletas e ativos). Os autores demonstraram que os nadadores mais treinados são mais rápidos e apresentam durante a performance maiores valores de CB. Assim sendo, a performance é mais afetada pelo aumento do CB a longo prazo e deve ser objetivada no treino.

Especificamente, o CB é associado à eficiência da força propulsiva (CAPUTO et al., 2006; CASTRO et al., 2005; DEKERLE et al., 2005b). E a diminuição no CB durante a prova provavelmente se deve a perna na habilidade de manter a força a fim de vencer a resistência ao movimento para frente (DEKERLE et al., 2005b).

Entretanto, quanto maior o CB maior será a eficiência propulsiva capaz de ser transformada em deslocamento e mais econômico o nadador será (CAPUTO et al., 2006). Nadadores treinados tendem a configurar espontaneamente sua combinação (aumento/diminuição) de CB x FB de forma que minimize o máximo possível o custo energético para manter a velocidade durante o percurso (DEKERLE et al., 2002).

Nessa perspectiva, e em conformidade com a literatura apresentada, no decorrer do treino intervalado (entre 1ª e 10ª repetições) ocorreu um aumento na FB e uma diminuição no CB para manutenção da velocidade em ambas as condições. Contudo, quando comparadas às diferenças desses índices no decorrer do tempo para as duas condições, é demonstrada a maior capacidade da cafeína em manter o CB. A manutenção de CB encontrada também significa a ocorrência de uma melhora da eficiência de nado para a mesma velocidade nos momentos analisados (CAPUTO et al., 2006).

Castro et al. (2005) compararam competidores de nado crawl em configurações de treinamento específicos fundistas, velocistas e triatletas. Os autores observaram que os treinamentos distintos influenciam diferentemente no comportamento do CB, mas não no aumento da FB. Mostraram que o grupo de velocistas tem os maiores valores de CB quando comparados aos outros dois grupos e o grupo fundistas em relação aos triatletas. Como já evidenciado, participaram desta investigação diferentes características de nadadores. Apesar disso, a maioria teve uma menor diferença do CB entre os últimos 25 metros da 1ª e 10ª repetições de 200m na condição cafeína. Isso demonstra que

a cafeína teve influência na técnica de nado independente da especificidade de treinamento dos nadadores.

A análise da técnica de nado pode ser um meio simples de interpretar a ação da cafeína na natação. Contudo, já foi demonstrado que os fatores bioenergéticos são determinantes nessas medidas (DEKERLE et al., 2002), e deve-se tomar cuidado quanto às conclusões do efeito da cafeína para FB e CB em diferentes velocidades de nado.

Esta investigação demonstrou que a cafeína é capaz de melhorar a eficiência de nado baseado na técnica de nado, bem como deve ser feita uma avaliação mais minuciosa e condução de novos estudos, a fim de explanar de forma mais objetiva esses efeitos. Além disso, observar se esta configuração também é possível em diferentes velocidades e tipos de nado.

6 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo evidenciam que a suplementação de cafeína (300mg) feita de forma aguda aprimorou o desempenho anaeróbio como demonstrado pelo menor tempo ou maior velocidade na distância de 50m nado crawl. O desempenho pode ser explicado por outros mecanismos que não estão associados às variáveis metabólicas e neuromusculares determinadas no presente estudo, as quais incluem a resposta do lactato sanguíneo e a força.

Paralelamente, a utilização prévia de cafeína demonstrou aprimoramento no desempenho da série de treino intervalado representada pelas dez repetições de 200m de nado crawl. Foi demonstrada a ação da cafeína em alguns mecanismos apontados por seu efeito ergogênico, sendo responsáveis por atenuar a PSE e modificar a técnica de nado.

Nesse contexto, outros estudos devem ser conduzidos a fim de compreender de que modo esta substância afeta o desempenho de nado crawl em diferentes provas e configurações de treinamento. Sugere-se que diferentes protocolos de exercícios intervalados com distintas combinações de intensidade, tempo de exercício e tempo de pausa sejam testados, a fim de esclarecer com maior precisão os mecanismos ergogênicos neste tipo de exercício. Além disso, deve ser levada em consideração a utilização crônica da cafeína e de quais formas isto afetará a performance futura.

Aplicações práticas

Levando em consideração os resultados obtidos nessa pesquisa, são citadas as seguintes aplicações práticas:

1. A cafeína em forma de goma pode causar efeitos ergogênicos na natação;
2. O uso de cafeína em competições de natação pode ser uma estratégia válida para a melhora da performance em provas com predominância anaeróbia;
3. A cafeína pode ser utilizada no treino com exercício submáximo de natação em intensidades próximas a velocidade

crítica, a fim de proporcionar a melhora da performance, a atenuação da percepção subjetiva de esforço.

REFERÊNCIAS

ALTIMARI, L. R. et al. Cafeína : ergogênico nutricional no esporte Caffeine : nutritional ergogenic in Sports Origem e descrição. **R. Bras. Ciên.e Mov.**, v. 9, n. 3, p. 57–64, 2001.

ANSELME, F. et al. Caffeine increases maximal anaerobic power and blood lactate concentration. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 65, n. 2, p. 188–191, 1992.

ASPENES, S. et al. Combined strength and endurance training in competitive swimmers. **Journal of sports science & medicine**, v. 8, n. 3, p. 357–65, 2009.

ASTORINO, T.; ROBERSON, D. Efficacy of acute caffeine ingestion for short term high intensity exercise performance: a systematic review. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**, v. 24, n. 1, p. 257–265, 2010a.

ASTORINO, T.; ROBERSON, D. Efficacy of Acute Caffeine Ingestion for short-term high-intensity exercise performance: A systmeatic review. **Journal of strength and conditioning research**, v. 24, n. 1, p. 1–9, 2010b.

AUJOUANNET, Y. A. et al. Effects of a high-intensity swim test on kinematic parameters in high-level athletes. v. 158, n. 1975, p. 150–158, 2006a.

AUJOUANNET, Y. A et al. Effects of a high-intensity swim test on kinematic parameters in high-level athletes. **Applied physiology, nutrition, and metabolism = Physiologie appliquee, nutrition et metabolisme**, v. 31, n. 1975, p. 150–158, 2006b.

BARBOSA, T. M. et al. Energetics and biomechanics as determining factors of swimming performance: updating the state of the art. **Journal of science and medicine in sport**, v. 13, n. 2, p. 262–269, mar. 2010a.

BARBOSA, T. M. et al. Energetics and biomechanics as determining factors of swimming performance: updating the state of the art. **Journal of science and medicine in sport**, v. 13, n. 2, p. 262–269, mar. 2010b.

BAZZUCCHI, I. et al. Caffeine improves neuromuscular function during maximal dynamic exercise. **Muscle nerve**, v. 43, n. 6, p. 839–844, jun. 2011.

BEAVEN, C. M. et al. Dose effect of caffeine on testosterone and cortisol responses to resistance exercise. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v. 18, n. 2, p. 131–41, abr. 2008.

BECK, T. W. et al. The Acute Effects of a Caffeine-Containing Supplement on Strength, Muscular Endurance, and Anaerobic Capabilities. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 20, n. 3, p. 506, 2006.

BLACK, C. D.; WADDELL, D. E.; GONGLACH, A. R. Caffeine's ergogenic effects on cycling: Neuromuscular and perceptual factors. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 47, n. 6, p. 1145–1158, 2015.

BOGDANIS, G. C. et al. Recovery of power output and muscle metabolism following 30s maximal sprint cycling in man. **Journal of Physiology**, v. 482, n. 2, p. 467, 1995.

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

BORG, G. **Escalas de Borg para dor e o esforço percebido**. [s.l: s.n.].

BOWTELL, J. L. et al. Improved Exercise Tolerance with Caffeine Is Associated with Modulation of both Peripheral and Central Neural Processes in Human Participants. **Frontiers in Nutrition**, v. 5, n. February, 2018.

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, 2006a.

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. 433–9, abr. 2006b.

BURKE, L.; DESBROW, B.; SPRIET, L. **Caféina para o desempenho esportivo: Verdades e mitos sobre o mais popular suplemento do mundo**. São Paulo: Figurati, 2016.

CAPUTO, F. et al. Características da braçada em diferentes distâncias no estilo crawl e correlações com a performanc. **Rev Bras Cienc e Mov**, v. 8, n. 3, p. 7–13, 2000.

CAPUTO, F. et al. Fatores intrínsecos do custo energético da locomoção durante a natação *. v. 12, p. 399–404, 2006a.

CAPUTO, F. et al. Fatores intrínsecos do custo energético da locomoção durante a natação. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 6, p. 399–404, 2006b.

CARR, A. et al. Effect of caffeine supplementation on repeated

sprint running performance. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 48, n. 4, p. 472–8, dez. 2008.

CASTRO, F. A. D. S. et al. Cinemática do nado “crawl” sob diferentes intensidades e condições de respiração de nadadores e triatletas. **Revista Brasileira de Educação Física e Esportes**, v. 19, n. 3, p. 223–232, 2005.

COLLOMP, K. et al. Benefits of caffeine ingestion on sprint performance in trained and untrained swimmers. **European journal of applied physiology**, v. 64, p. 377–380, 1992.

COSTA, M. Longitudinal Interventions in Elite Swimming. n. November 2016, 2012.

COX, G. R. et al. Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance. **Journal of Applied Physiology**, v. 93, n. 3, p. 990–999, 2002a.

COX, G. R. et al. Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance. **Journal of applied physiology**, v. 93, n. 3, p. 990–999, 2002b.

CROWE, M. J.; LEICHT, A. S.; SPINKS, W. L. Physiological and cognitive responses to caffeine during repeated, high-intensity exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 16, n. 5, p. 528–544, 2006.

DASCOMBE, B. J. et al. Nutritional supplementation habits and perceptions of elite athletes within a state-based sporting institute. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 13, n. 2, p. 274–280, 2010.

DAVIS, J. K.; GREEN, J. M. Caffeine and Anaerobic Performance: Ergogenic Value and Mechanisms of Action. **Sports Medicine**, v. 39, n. 10, p. 813–832, 2009a.

DAVIS, J. K.; GREEN, J. M. Caffeine and Anaerobic Performance. **Sports Medicine**, v. 39, n. 10, p. 813–832, out. 2009b.

DE SANTOS, R. A. et al. Caffeine Alters Anaerobic Distribution and Pacing during a 4000-m Cycling Time Trial. **PLoS ONE**, v. 8, n. 9, 2013.

DEKERLE, J. et al. Validity and Reliability of Critical Speed , Critical Stroke Rate , and Anaerobic Capacity in Relation to Front Crawl Swimming Performances. **Int J Sports Med**, v. 23, n. 2, p. 93–98, 2002.

DEKERLE, J. et al. Critical swimming speed does not represent the speed at maximal lactate steady state. **International Journal of Sports Medicine**, v. 26, n. 7, p. 524–530, 2005a.

DEKERLE, J. et al. Stroking Parameters in Front Crawl

Swimming and Maximal Lactate Steady State Speed. 2005b.

DEKERLE, J. et al. Characterising the slope of the distance-time relationship in swimming. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 13, n. 3, p. 365–370, 2010.

DERAVE, W.; TIPTON, K. D. Dietary supplements for aquatic sports. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v. 24, n. 4, p. 437–449, 2014.

DESBROW, B.; LEVERITT, M. Awareness and Use of Caffeine by Athletes Competing at the 2005 Ironman Triathlon World Championships. n. 18, p. 545–558, 2006.

DESBROW, B.; LEVERITT, M. Well-trained endurance athletes' knowledge, insight, and experience of caffeine use. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 17, n. 4, p. 328–339, 2007.

DOHERTY, M.; SMITH, P. Effects of caffeine ingestion on exercise testing: A meta-analysis. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 14, n. 6, p. 626–646, 2004.

DOHERTY, M.; SMITH, P. M. Effects of caffeine ingestion on rating of perceived exertion during and after exercise: A meta-analysis. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 15, n. 2, p. 69–78, 2005a.

DOHERTY, M.; SMITH, P. M. Effects of caffeine ingestion on rating of perceived exertion during and after exercise: a meta-analysis. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 15, n. 2, p. 69–78, abr. 2005b.

ENOKA, R. M.; DUCHATEAU, J. Muscle fatigue: what, why and how it influences muscle function. **The Journal of Physiology**, v. 586, n. 1, p. 11–23, 2008.

FARHADI, H.; HADI, H. Effect of different dosages caffeine gum ingestion on mid-endurance performance. **Annals of Biological Research**, v. 2, n. 6, p. 681–686, 2011.

FERREIRA, G. A. et al. The effects of acute and chronic sprint-interval training on cytokine responses are independent of prior caffeine intake. **Frontiers in Physiology**, v. 9, n. JUN, 2018.

FERREIRA, M. I. et al. Effect of Gender, Energetics, and Biomechanics on Swimming Masters Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 7, 2015a.

FERREIRA, M. I. et al. Effect of Gender, Energetics, and Biomechanics on Swimming Masters Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 7, p. 1948–1955, 2015b.

FIGUEIREDO, P. et al. Upper- and lower-limb muscular fatigue during the 200-m front crawl. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 38, n. 7, p. 716–724, 2013.

FISBERG, R. M.; MARCHIONI, D. M. L.; COLUCCI, A. C. A. Avaliação do consumo alimentar e da ingestão de nutrientes na prática clínica. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 53, p. 617–624, 2009.

FRANKEN, M.; ZACCA, R.; CASTRO, F. Velocidade crítica em natação : fundamentos e aplicação. **Motriz**, v. 17, n. 1, p. 209–222, 2011.

GIBALA, M. J.; MCGEE, S. L. Metabolic Adaptations to Short-term High-Intensity Interval Training. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 36, n. 2, p. 58–63, 2008.

GLAISTER, M. et al. Caffeine supplementation and multiple sprint running performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 40, n. 10, p. 1835–1840, 2008a.

GLAISTER, M. et al. Caffeine Supplementation and Multiple Sprint Running Performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 40, n. 10, p. 1835–1840, out. 2008b.

GOLDSTEIN, E. R. et al. International society of sports nutrition position stand: caffeine and performance. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 7, n. 1, p. 1–15, jan. 2010.

GONÇALVES, E. M. et al. Neuromuscular fatigue threshold, critical power and anaerobic work capacity under caffeine ingestion. **International SportMed Journal**, v. 11, n. 4, p. 380–388, 2010.

GOODS, P. S. R.; LANDERS, G.; FULTON, S. Caffeine Ingestion Improves Repeated Freestyle Sprints in Elite Male Swimmers. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 16, n. 1, p. 93–98, 2017.

GRAHAM-PAULSON, T.; PERRET, C.; GOOSEY-TOLFREY, V. Improvements in Cycling but Not Handcycling 10 km Time Trial Performance in Habitual Caffeine Users. **Nutrients**, v. 8, n. 7, p. 1–11, 2016.

GRAHAM, T. E. et al. Caffeine ingestion does not alter carbohydrate or fat metabolism in human skeletal muscle during exercise. **The Journal of physiology**, v. 529 Pt 3, p. 837–47, 15 dez. 2000.

GRECO, C. C. et al. Efeitos do desempenho aeróbio na máxima fase estável de lactato sanguíneo determinada em protocolo intermitente na natação. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 16, n. 2, p. 130–133, 2010.

GRECO, C. C. et al. How Narrow is the Spectrum of

Submaximal Speeds in Swimming? **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 5, p. 1450–1454, 2013.

GREER, F.; MCLEAN, C.; GRAHAM, T. E. Caffeine, performance, and metabolism during repeated Wingate exercise tests. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 85, n. 4, p. 1502–8, out. 1998.

GRGIC, J. et al. Effects of caffeine intake on muscle strength and power: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 15, n. 11, p. 1–10, 2018.

GUERRA, R. O.; BERNARDO, G. C.; GUTIÉRREZ, C. V. Caféina e esporte. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 6, n. 2, p. 60–62, 2000.

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, 2005a.

KALMAR, J. M. The Influence of Caffeine on Voluntary Muscle Activation. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 37, n. 12, p. 2113–2119, dez. 2005b.

KALMAR, J. M.; CAFARELLI, E. Effects of caffeine on neuromuscular function. **Journal of applied physiology**, v. 87, n. 2, p. 801–808, 1999.

KALMAR, J. M.; CAFARELLI, E. Caffeine: a valuable tool to study central fatigue in humans? **Exercise and sport sciences reviews**, v. 32, n. 4, p. 143–7, out. 2004.

KAMIMORI, G. H. et al. The rate of absorption and relative bioavailability of caffeine administered in chewing gum versus capsules to normal healthy volunteers. **International journal of pharmaceuticals**, v. 234, n. 1–2, p. 159–67, 2 mar. 2002.

KENNEDY, P. et al. Analysis of Male and Female Olympic Swimmers in the 100-Meter Events. 1992.

KILLEN, L. G. et al. Effects of caffeine on session ratings of perceived exertion. **European Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 3, p. 721–727, 2013.

LARA, B. et al. Acute consumption of a caffeinated energy drink enhances aspects of performance in sprint swimmers. **British Journal of Nutrition**, v. 114, n. 06, p. 908–914, 2015.

LUDOVIC, S.; CHOLLET, D.; CHATARD, J. Kinematic Changes during a 100-m Front Crawl: Effects of Performance Level and Gender. n. November 2016, 2007.

MACINTOSH, B. R.; WRIGHT, B. M. Caffeine ingestion and performance of a 1,500-metre swim. **Canadian journal of applied**

physiology = Revue canadienne de physiologie appliquee, v. 20, n. 2, p. 168–177, 1995.

MAUGHAN, R. J. et al. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. **British Journal of Sports Medicine**, v. 52, p. 439–455, 2018.

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

MCLELLAN, T. T.; CALDWELL, J. A.; LIEBERMAN, H. R. A Review of Caffeine's Effects on Cognitive, Physical and Occupational Performance. **Neuroscience and Biobehavioral Reviews**, 2016b.

MENDEZ-VILLANUEVA, A. et al. The Recovery of Repeated-Sprint Exercise Is Associated with PCr Resynthesis, while Muscle pH and EMG Amplitude Remain Depressed. **PLoS ONE**, v. 7, n. 12, p. 4–13, 2012.

MEYERS, B. M.; CAFARELLI, E. Caffeine increases time to fatigue by maintaining force and not by altering firing rates during submaximal isometric contractions. **Journal of applied physiology**, v. 99, n. 3, p. 1056–63, set. 2005.

MOHR, M.; NIELSEN, J. J.; BANGSBO, J. Caffeine intake improves intense intermittent exercise performance and reduces muscle interstitial potassium accumulation. v. 2, n. 31, p. 1372–1379, 2011a.

MOHR, M.; NIELSEN, J. J.; BANGSBO, J. Caffeine intake improves intense intermittent exercise performance and reduces muscle interstitial potassium accumulation. **Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 5, p. 1372–1379, 2011b.

MOHR, M.; NIELSEN, J. J.; BANGSBO, J. Caffeine intake improves intense intermittent exercise performance and reduces muscle interstitial potassium accumulation. **Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 5, p. 1372–1379, 2011c.

NEIVA, H. P. et al. Warm-up and performance in competitive swimming. **Sports Medicine**, v. 44, n. 3, p. 319–330, 2014a.

NEIVA, H. P. et al. Does warm-up have a beneficial effect on 100-m freestyle? **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 9, n. 1, p. 145–150, 2014b.

OLIVEIRA, M. **respostas metabólicas e da técnica de nado durante o exercício realizado na velocidade correspondente à máxima fase estável de lactato sanguíneo determinada de forma contínua e intermitente**. Dissertação de Mestrado - Universidade do Estadual Paulista. Rio Claro, 2011

PAI, Y. C.; HAY, J. G.; WILSON, B. D. Stroking techniques of elite swimmers. **Journal of Sports Sciences**, n. March 2015, p. 37–41, 1984.

PALLARÉS, J. G. et al. Neuromuscular responses to incremental caffeine doses: Performance and side effects. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 45, n. 11, p. 2184–2192, 2013.

PATON, C. D.; LOWE, T.; IRVINE, A. Caffeinated chewing gum increases repeated sprint performance and augments increases in testosterone in competitive cyclists. **European Journal of Applied Physiology**, v. 110, n. 6, p. 1243–1250, 2010.

PETHICK, J.; WINTER, S. L.; BURNLEY, M. Caffeine Ingestion Attenuates Fatigue-induced Loss of Muscle Torque Complexity. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 50, n. 2, p. 236–245, 2017.

POLITO, M. D. et al. Acute effect of caffeine consumption on isotonic muscular strength and endurance: A systematic review and meta-analysis. **Science and Sports**, v. 31, n. 3, p. 119–128, 2016.

POWERS, S. K.; HOWLEY, E. T. **FISIOLOGIA DO EXERCÍCIO: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. [s.l: s.n.].

PRINS, P. J. et al. **Energy Drinks Improve 5-km Running Performance in Recreational Endurance Runners**. [s.l: s.n.].

PRUSCINO, C. L. et al. Effects of Sodium Bicarbonate , Caffeine , and Their Combination on Repeated 200-m Freestyle Performance. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 18, n. 2, p. 116–130, 2008.

RANG, H. P. et al. **Farmacologia**. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

RIBEIRO, J. et al. Biomechanics, energetics and coordination during extreme swimming intensity: effect of performance level. **Journal of Sports Sciences**, 2016.

RISCH, O. A.; CASTRO, F. A. D. S. Desempenho em natação e pico de força em nado atado. **XII Congresso Brasileiro de Biomecânica**, n. 1, p. 441–446, 2007.

RYAN, E. J. et al. Low-dose caffeine administered in chewing gum does not enhance cycling to exhaustion. **Journal of strength and conditioning Research**, v. 26, n. 3, p. 844–850, 2012.

RYAN, E. J. et al. Caffeine gum and cycling performance: a timing study. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**, v. 27, n. 1, p. 259–64, jan. 2013.

SCHNEIKER, K. T. et al. Effects of caffeine on prolonged intermittent-sprint ability in team-sport athletes. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 38, n. 3, p. 578–85, mar. 2006.

SCHNITZLER, C. et al. Comparison of spatio-temporal, metabolic, and psychometric responses in recreational and highly trained swimmers during and after a 400-m freestyle swim. **International Journal of Sports Medicine**, v. 28, n. 2, p. 164–171, 2007.

SCHNITZLER, C. et al. Effect of aerobic training on inter-arm coordination in highly trained swimmers. **Human movement science**, v. 33, p. 43–53, fev. 2014.

SCHNITZLER, C.; SEIFERT, L.; CHOLLET, D. Variability of coordination parameters at 400-m front crawl swimming pace. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 8, n. 2, p. 203–210, 2009.

SCHNITZLER, C.; SEIFERT, L.; DIDIER, C. Arm coordination and Performance Level in the 400m front crawl. n. March, 2011.

SEIFERT, L. et al. Arm coordination, power, and swim efficiency in national and regional front crawl swimmers. **Human Movement Science**, v. 29, n. 3, 2010.

SEIFERT, L. et al. Inter-limb coordination and energy cost in swimming. **Journal of science and medicine in sport**, v. 17, n. 4, p. 439–444, jul. 2014.

SEIFERT, L.; CHOLLET, D.; ROUARD, A. Swimming constraints and arm coordination. **Human Movement Science**, v. 26, p. 68–86, 2007.

SEILER, S.; HETLELID, K. J. The impact of rest duration on work intensity and RPE during interval training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 37, n. 9, p. 1601–1607, 2005.

SIMMONDS, M. J.; MINAHAN, C. L.; SABAPATHY, S. Caffeine improves supramaximal cycling but not the rate of anaerobic energy release. **European Journal of Applied Physiology**, v. 109, n. 2, p. 287–295, 2010.

SMITH, D. J.; NORRIS, S. R.; HOGG, J. M. Performance evaluation of swimmers: scientific tools. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 32, n. 9, p. 539–554, 2002.

SPRIET, L. L. Exercise and Sport Performance with Low Doses of Caffeine. **Sports Medicine**, v. 44, n. S2, p. 175–184, 2014.

STUART, G. R. et al. Multiple effects of caffeine on simulated high-intensity team-sport performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 37, n. 11, p. 1998–2005, nov. 2005.

SYED, S. A. et al. Multiple dose pharmacokinetics of caffeine

administered in chewing gum to normal healthy volunteers. **Biopharmaceutics and Drug Disposition**, v. 26, n. 9, p. 403–409, 2005.

TALLIS, J.; YAVUZ, H. The effects of low and moderate dose caffeine supplementation on upper and lower body maximal voluntary concentric and eccentric muscle force. **Applied physiology, nutrition, and metabolism**, v. 43, n. 3, p. 1–33, 2018.

TIMMINS, T. D.; SAUNDRES, 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.

TIMMINS, T.; SAUNDERS, D. Effect of caffeine ingestion on maximal voluntary contraction strength in upper- and lower-body muscle groups. **Journal of strenght and conditioning Research**, v. 70, n. 2, p. 384–411, 2014.

TOUBEKIS, A. G. et al. Physiological responses during interval training at relative to critical velocity intensity in young swimmers. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 14, n. 4, p. 363–368, 2011.

TOUSSAINT, H. M.; BEEK, P. J. Biomechanics of competitive front crawl swimming. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 13, n. 1, p. 8–24, jan. 1992.

VIEIRA, J. M. et al. Caffeine prevents changes in muscle caused by high-intensity interval training. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 89, p. 116–123, 2017.

WAKAYOSHI, K. et al. Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady state? **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 66, n. 1, p. 90–95, 1993.

WALTON, C.; KALMAR, J. M.; CAFARELLI, E. Effect of caffeine on self-sustained firing in human motor units. **The Journal of Physiology**, v. 545, n. Pt 2, p. 671–679, out. 2002.

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

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

WILES, J. D. et al. Effect of caffeinated coffee on running speed respiratory factors , blood lactate and perceived exertion during 1500-r treadmill running. **British journal of sports medicine**, v. 26, n. 2, 1992.

WILES, J. D. et al. The effects of caffeine ingestion on performance time, speed and power during a laboratory-based 1 km cycling time-trial. **Journal of Sports Sciences**, v. 24, n. 11, p. 1165–1171, nov. 2006.

WOOLF, K.; BIDWELL, W. K.; CARLSON, A. G. The Effect of Caffeine as an Ergogenic Aid in Anaerobic Exercise. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, p. 412–429, 2008.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Questionário de frequência alimentar



Universidade Federal de Santa Catarina
 Centro de Desportos
 Programa de Pós-Graduação em Educação Física



QUESTIONÁRIO

Dados de Identificação

Nome: _____ Estatura: _____ Peso: _____

Sexo: _____ Data de nascimento: / / _____ Idade: _____

Desejamos com este questionário saber qual seu consumo diário total de cafeína em um dia comum a partir da ingestão dos alimentos listados abaixo e suas respectivas porções. Para melhor entendimento deste instrumento de pesquisa, por favor leia atentamente todo o questionário antes de respondê-lo. É válido ressaltar que o copo de referência para as porções possui a capacidade de 200ml, e a xícara 240ml.



Você toma algum medicamento de uso contínuo atualmente? Sim Não. Se sim, escreva qual e a quantidade:

Você toma algum suplemento, pré treino, termogênico que contém cafeína?
 Sim Não. Se sim, escreva qual e a quantidade:

Café Instantâneo	
Turnos do Dia	Quantidade consumida
Matutino	<input type="checkbox"/> 1 Xícara <input type="checkbox"/> 1 Xícara e meia <input type="checkbox"/> 2 Xícaras <input type="checkbox"/> 3 Xícaras <input type="checkbox"/> Não consome
Vespertino	<input type="checkbox"/> 1 Xícara <input type="checkbox"/> 1 Xícara e meia <input type="checkbox"/> 2 Xícaras <input type="checkbox"/> 3 Xícaras <input type="checkbox"/> Não consome
Noturno	<input type="checkbox"/> 1 Xícara <input type="checkbox"/> 1 Xícara e meia <input type="checkbox"/> 2 Xícaras <input type="checkbox"/> 3 Xícaras <input type="checkbox"/> Não consome
Bebe café com leite? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não. Se sim qual a quantidade aproximada:	
Caso as opções acima não indiquem seu consumo, escreva aqui a quantidade:	
Café feito em cafeteira	
Turnos do Dia	Quantidade consumida
Matutino	<input type="checkbox"/> 1 Xícara <input type="checkbox"/> 1 Xícara e meia <input type="checkbox"/> 2 Xícaras <input type="checkbox"/> 3 Xícaras <input type="checkbox"/> Não consome
Vespertino	<input type="checkbox"/> 1 Xícara <input type="checkbox"/> 1 Xícara e meia <input type="checkbox"/> 2 Xícaras <input type="checkbox"/> 3 Xícaras <input type="checkbox"/> Não consome
Noturno	<input type="checkbox"/> 1 Xícara <input type="checkbox"/> 1 Xícara e meia <input type="checkbox"/> 2 Xícaras <input type="checkbox"/> 3 Xícaras <input type="checkbox"/> Não consome
Bebe café com leite? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não. Se sim qual a quantidade aproximada:	
Caso as opções acima não indiquem seu consumo, escreva aqui a quantidade:	
Café feito a partir do Pó (café passado)	
Turnos do Dia	Quantidade consumida
Matutino	<input type="checkbox"/> 1 Xícara <input type="checkbox"/> 1 Xícara e meia <input type="checkbox"/> 2 Xícaras <input type="checkbox"/> 3 Xícaras <input type="checkbox"/> Não consome
Vespertino	<input type="checkbox"/> 1 Xícara <input type="checkbox"/> 1 Xícara e meia <input type="checkbox"/> 2 Xícaras <input type="checkbox"/> 3 Xícaras <input type="checkbox"/> Não consome
Noturno	<input type="checkbox"/> 1 Xícara <input type="checkbox"/> 1 Xícara e meia <input type="checkbox"/> 2 Xícaras <input type="checkbox"/> 3 Xícaras <input type="checkbox"/> Não consome
Bebe café com leite? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não. Se sim qual a quantidade aproximada:	
Caso as opções acima não indiquem seu consumo, escreva aqui a quantidade:	
Café Descafeinado	
Turnos do Dia	Quantidade consumida
Matutino	<input type="checkbox"/> 1 Xícara <input type="checkbox"/> 1 Xícara e meia <input type="checkbox"/> 2 Xícaras <input type="checkbox"/> 3 Xícaras <input type="checkbox"/> Não consome
Vespertino	<input type="checkbox"/> 1 Xícara <input type="checkbox"/> 1 Xícara e meia <input type="checkbox"/> 2 Xícaras <input type="checkbox"/> 3 Xícaras <input type="checkbox"/> Não consome
Noturno	<input type="checkbox"/> 1 Xícara <input type="checkbox"/> 1 Xícara e meia <input type="checkbox"/> 2 Xícaras <input type="checkbox"/> 3 Xícaras <input type="checkbox"/> Não consome
Bebe café com leite? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não. Se sim qual a quantidade aproximada:	
Caso as opções acima não indiquem seu consumo, escreva aqui a quantidade:	
Chá Preto	
Turnos do Dia	Quantidade consumida
Matutino	<input type="checkbox"/> 1 Xícara <input type="checkbox"/> 1 Xícara e meia <input type="checkbox"/> 2 Xícaras <input type="checkbox"/> 3 Xícaras <input type="checkbox"/> Não consome
Vespertino	<input type="checkbox"/> 1 Xícara <input type="checkbox"/> 1 Xícara e meia <input type="checkbox"/> 2 Xícaras <input type="checkbox"/> 3 Xícaras <input type="checkbox"/> Não consome
Noturno	<input type="checkbox"/> 1 Xícara <input type="checkbox"/> 1 Xícara e meia <input type="checkbox"/> 2 Xícaras <input type="checkbox"/> 3 Xícaras <input type="checkbox"/> Não consome
Caso as opções acima não indiquem seu consumo, escreva aqui a quantidade:	
Chá Erva Mate	
Turnos do Dia	Quantidade consumida
Matutino	<input type="checkbox"/> 1 Xícara <input type="checkbox"/> 1 Xícara e meia <input type="checkbox"/> 2 Xícaras <input type="checkbox"/> 3 Xícaras <input type="checkbox"/> Não consome
Vespertino	<input type="checkbox"/> 1 Xícara <input type="checkbox"/> 1 Xícara e meia <input type="checkbox"/> 2 Xícaras <input type="checkbox"/> 3 Xícaras <input type="checkbox"/> Não consome
Noturno	<input type="checkbox"/> 1 Xícara <input type="checkbox"/> 1 Xícara e meia <input type="checkbox"/> 2 Xícaras <input type="checkbox"/> 3 Xícaras <input type="checkbox"/> Não consome
Caso as opções acima não indiquem seu consumo, escreva aqui a quantidade:	

Chá Gelado (Ice Tea, Nestea)	
Turnos do Dia	Quantidade consumida
Matutino	<input type="checkbox"/> 1 Copo <input type="checkbox"/> 1 Copo e meio <input type="checkbox"/> 2 Copos <input type="checkbox"/> 3 Copos <input type="checkbox"/> Não consome
Vespertino	<input type="checkbox"/> 1 Copo <input type="checkbox"/> 1 Copo e meio <input type="checkbox"/> 2 Copos <input type="checkbox"/> 3 Copos <input type="checkbox"/> Não consome
Noturno	<input type="checkbox"/> 1 Copo <input type="checkbox"/> 1 Copo e meio <input type="checkbox"/> 2 Copos <input type="checkbox"/> 3 Copos <input type="checkbox"/> Não consome
Caso as opções acima não indiquem seu consumo, escreva aqui a quantidade:	
Coca-cola	
Turnos do Dia	Quantidade consumida
Matutino	<input type="checkbox"/> 1 Copo <input type="checkbox"/> 1 Copo e meio <input type="checkbox"/> 2 Copos <input type="checkbox"/> 3 Copos <input type="checkbox"/> Não consome
Vespertino	<input type="checkbox"/> 1 Copo <input type="checkbox"/> 1 Copo e meio <input type="checkbox"/> 2 Copos <input type="checkbox"/> 3 Copos <input type="checkbox"/> Não consome
Noturno	<input type="checkbox"/> 1 Copo <input type="checkbox"/> 1 Copo e meio <input type="checkbox"/> 2 Copos <input type="checkbox"/> 3 Copos <input type="checkbox"/> Não consome
Caso as opções acima não indiquem seu consumo, escreva aqui a quantidade:	
Pespsi-cola	
Turnos do Dia	Quantidade consumida
Matutino	<input type="checkbox"/> 1 Copo <input type="checkbox"/> 1 Copo e meio <input type="checkbox"/> 2 Copos <input type="checkbox"/> 3 Copos <input type="checkbox"/> Não consome
Vespertino	<input type="checkbox"/> 1 Copo <input type="checkbox"/> 1 Copo e meio <input type="checkbox"/> 2 Copos <input type="checkbox"/> 3 Copos <input type="checkbox"/> Não consome
Noturno	<input type="checkbox"/> 1 Copo <input type="checkbox"/> 1 Copo e meio <input type="checkbox"/> 2 Copos <input type="checkbox"/> 3 Copos <input type="checkbox"/> Não consome
Caso as opções acima não indiquem seu consumo, escreva aqui a quantidade:	
Bebida energética (Redbull, TNT, Burn, etc)	
Turnos do Dia	Quantidade consumida
Matutino	<input type="checkbox"/> 1 Lata (250ml) <input type="checkbox"/> 2 Latas <input type="checkbox"/> 3 Latas <input type="checkbox"/> Não consome
Vespertino	<input type="checkbox"/> 1 Lata (250ml) <input type="checkbox"/> 2 Latas <input type="checkbox"/> 3 Latas <input type="checkbox"/> Não consome
Noturno	<input type="checkbox"/> 1 Lata (250ml) <input type="checkbox"/> 2 Latas <input type="checkbox"/> 3 Latas <input type="checkbox"/> Não consome
Caso as opções acima não indiquem seu consumo, escreva aqui a quantidade:	
Chocolate Amargo	
Turnos do Dia	Quantidade consumida
Matutino	<input type="checkbox"/> 1 Barra (30g) <input type="checkbox"/> 2 Barras <input type="checkbox"/> 3 Barras <input type="checkbox"/> Não consome
Vespertino	<input type="checkbox"/> 1 Barra (30g) <input type="checkbox"/> 2 Barras <input type="checkbox"/> 3 Barras <input type="checkbox"/> Não consome
Noturno	<input type="checkbox"/> 1 Barra (30g) <input type="checkbox"/> 2 Barras <input type="checkbox"/> 3 Barras <input type="checkbox"/> Não consome
Caso as opções acima não indiquem seu consumo, escreva aqui a quantidade:	
Chocolate ao Leite	
Turnos do Dia	Quantidade consumida
Matutino	<input type="checkbox"/> 1 Barra (30g) <input type="checkbox"/> 2 Barras <input type="checkbox"/> 3 Barras <input type="checkbox"/> Não consome
Vespertino	<input type="checkbox"/> 1 Barra (30g) <input type="checkbox"/> 2 Barras <input type="checkbox"/> 3 Barras <input type="checkbox"/> Não consome
Noturno	<input type="checkbox"/> 1 Barra (30g) <input type="checkbox"/> 2 Barras <input type="checkbox"/> 3 Barras <input type="checkbox"/> Não consome
Caso as opções acima não indiquem seu consumo, escreva aqui a quantidade:	
Chimarrão	
Turnos do Dia	Quantidade consumida
Matutino	<input type="checkbox"/> 1 Porção (150ml) <input type="checkbox"/> 2 Porções <input type="checkbox"/> 3 Porções <input type="checkbox"/> Não consome
Vespertino	<input type="checkbox"/> 1 Porção (150ml) <input type="checkbox"/> 2 Porções <input type="checkbox"/> 3 Porções <input type="checkbox"/> Não consome
Noturno	<input type="checkbox"/> 1 Porção (150ml) <input type="checkbox"/> 2 Porções <input type="checkbox"/> 3 Porções <input type="checkbox"/> Não consome
Caso as opções acima não indiquem seu consumo, escreva aqui a quantidade:	

Existe mais algum produto não citado aqui que contém cafeína e que você “tome” com frequência? Sim Não Se sim, escreva qual e a quantidade:

APÊNDICE 2 – Registro Alimentar

Registro Alimentar de 3 dias

NOME completo: _____

Instruções gerais:

- Nos formulários em anexo, você deve registrar todo alimento consumido em 3 dias. Escolha 2 dias de semana e um dia de final de semana;

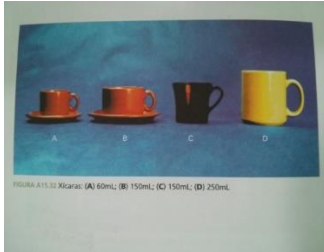
- A fim de evitar esquecimentos, faça o registro logo após a refeição;

- Anote o nome do alimento, bebida ou preparação, procurando especificá-lo o máximo possível (observe os exemplos abaixo). Informe sobre: tipo de alimento, teor de gordura (desnatado/semi-desnatado/integral), maneira de preparo (assado/grelhado/frito/vapor), como foi adoçado, tipo de gordura adicionada (se possível, informar a quantidade), ingredientes ou receita das preparações e marca do produto, se possível. Escreva a data, o dia da semana e a hora de cada refeição.

Exemplo de registro:

Ref eições/ Horário	Alimento ou bebida	Quantidade (medida caseira)
Desjejum 7:30h	Leite integral	1 xícara média
	Nescau	1 colher de sopa cheia
	Pão de trigo	1 unidade
	Margarina	2 colheres de chá
Colação 10:00h	Mamão formosa	médias
	Bolacha maisena	1 fatia média
Almoço 12:30h	Suco de laranja	6 unidades
	Bife bovino	1 copo duplo (tipo "requeijão")
	Arroz integral	
	Feijão preto	1 unidade média
	Brócolis cozido	8 colheres de sopa cheias
	Tomate cru	
	Cenoura crua	2 conchas médias
	Beterraba cozida	3 talos médios
	Azeite de oliva	2 fatias médias
		3 colheres de sopa

Medidas Caseiras de Xícaras e Colheres de Sopa:
Cheia Média Rasa



Registro alimentar

Nome: _____

Data ____/____/____

Dia da semana _____

Refeições/ Horário	Alimento ou bebida	Quantidade de (medida caseira)

Registro Alimentar

Nome: _____

Data ____/____/____

Dia da semana _____

Refeições/ Horário	Alimento ou bebida	Quantidade de (medida caseira)

Registro Alimentar

Nome: _____

Data ____/____/____

Dia da semana _____

Refeições/ Horário	Alimento ou bebida	Quantidade de (medida caseira)

APÊNDICE 3 - TCLE



Universidade Federal de Santa Catarina
 Departamento de Educação Física
Centro de Desportos

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E
 ESCLARECIDO (TCLE)
 (Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/12)**

Título do Projeto: Efeito da suplementação de cafeína em goma em uma série de treinamento intervalado e no desempenho de 50m de natação em estilo livre

Venho por meio deste convidá-lo a participar da pesquisa intitulada “Efeito da suplementação de cafeína em goma em uma série de treinamento intervalado e no desempenho de 50m de natação em estilo livre”. Trata-se de uma pesquisa de intervenção a ser realizada pela pesquisadora Marília Cavalcante Serpa, RG 4162087, do Departamento de Educação Física da UFSC – Campus Reitor João David Ferreira Lima – Florianópolis/SC, sob orientação do Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo com a finalidade de obtenção do certificado de Mestre.

Esta pesquisa tem como objetivo analisar os efeitos da suplementação de cafeína em goma em uma série de treino aeróbico e no desempenho de 50m de natação estilo livre. Espera-se com realização deste estudo verificar se esta concentração de cafeína em goma pode ser um recurso ergogênico eficiente para utilização durante treinos e provas de natação.

Os testes acontecerão em ocasiões distintas dentro de um período de três semanas, com intervalos de no mínimo 48h entre cada sessão. Na 1ª visita serão realizadas as medidas antropométricas (massa corporal, estatura e quantidade de massa muscular e gordura), a familiarização do teste de força e teste de desempenho de 400m nado crawl. Na 2ª e 3ª visitas serão realizadas uma distância de 50m nado crawl seguida de uma série de treino de 10x200m nado crawl com intervalos de 45 segundos, um dia com goma de cafeína e no outro dia com goma placebo (sorteio). Além disso, a fim de verificar a perda de força, antes e depois dos nados será feito um teste de força aonde deitado em um

banco (imitando a posição de nado) você irá empurrar um palmar fixo com o máximo de força por 5 segundos. Assim, um dia com goma de caféina e outro dia com goma placebo (sorteio) nas 2ª e 3ª visitas serão realizados os seguintes testes: 1) desempenho máximo de 6s no teste de força; 2) desempenho de 50m e; 3) uma série de treino de 10x200m com intervalos de recuperação de 45s. Com exceção do desempenho de 6 segundos no teste de força, todos os testes serão realizados no estilo nado crawl em piscina de 25 metros e serão filmados para posterior análise dos índices técnicos de braçada. Além disso, será colocada no peitoral uma fita para monitoramento de frequência cardíaca e serão retiradas amostras de 25 µl (6 gotas) de sangue do lóbulo da orelha por um profissional habilitado. Os participantes serão verbalmente encorajados a se esforçar ao máximo em cada teste e não terão acesso aos seus dados até o fim da fase de coleta de dados.

Os riscos relacionados com a sua participação são classificados como baixo (Resolução 466/12-CNS) e referem-se à prática de exercícios físicos extenuantes. Nestes, uma possível queda de pressão do sangue, queda do açúcar no sangue ou mal-estar (náuseas e vômitos) podem ocorrer. Entretanto, ocorrem com baixa frequência, retornando à normalidade após alguns minutos, raramente necessitando de procedimentos para reverter este quadro. Haverá coleta de uma pequena quantidade de sangue (0,5 ml) do lóbulo da sua orelha, utilizando-se para isso luvas e material descartável. O material biológico (sangue) será destinado apenas para análises de substâncias geradas durante o exercício que estará presente no sangue. O desconforto se resume à picada da lanceta no lóbulo da orelha, sendo que após a coleta o local poderá ficar pouco dolorido, mas não requer nenhum cuidado especial, voltando ao normal em poucos dias. Para minimizar estes possíveis desconfortos, a coleta de sangue será feita por pesquisador experiente neste procedimento. Os movimentos realizados durante o estudo (teste de força e nado crawl) podem causar desconforto apenas pela prática do exercício raramente necessitando de procedimento médico específico para tratamento. Além da baixa frequência em que algum tipo de mal-estar exagerado possa ocorrer durante essa prática, os riscos tendem a ser minimizados pelas condições de pronto-atendimento. Em caso de qualquer mal-estar você será atendido prontamente em Primeiros Socorros pelos profissionais os quais realizarão os testes físicos. Caso ocorra este tipo de situação, o profissional lhe manterá deitado com as costas no chão e elevará ligeiramente suas pernas, monitorando continuamente seus sinais vitais (respiração e pulso cardíaco). Além disso, será chamado do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência

(SAMU), com equipamentos médicos e motorista, auxiliar e encarregado, para a realização de demais procedimentos necessários. Caso necessário, o participante será transportado por esta equipe para um hospital.

A sua identidade será preservada, pois cada participante será identificado por um número. Quanto aos benefícios e vantagens em participar deste estudo, você estará contribuindo de forma única para o desenvolvimento da ciência, dando possibilidade a novas descobertas e o avanço das pesquisas. Todas as informações estarão contidas no relatório individual de sua avaliação, que será entregue ao final do estudo. Sua participação não é obrigatória, não haverá nenhuma forma de compensação financeira e não haverá nenhum custo para você. A legislação brasileira não permite que você tenha qualquer compensação financeira pela sua participação em pesquisa. No entanto, conforme item IV3 da Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS), caso alguma despesa extraordinária associada à pesquisa venha a ocorrer, ou se for necessária alguma indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, estas ficam garantidas nos termos da lei. Nesse sentido, serão cobertas pelo pesquisador as despesas tidas pelos participantes da pesquisa e dela recorrentes, tais como, transporte, alimentação ou algum bem material de consumo (garrafa de água, copo plástico, suplementação alimentar carboidratada, e outros). Além disso, os participantes da pesquisa que vierem a sofrer qualquer tipo de dano (físico ou material) resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, têm direito à indenização, por parte do pesquisador, do patrocinador e das instituições envolvidas nas diferentes fases da pesquisa.

Este termo de consentimento será impresso, assinado e rubricado em duas vias por você e pelo pesquisador, sendo que uma destas será entregue a você. Guarde-a cuidadosamente, pois ela é um documento que garante os seus direitos como participante da pesquisa, e onde constam as informações de contato dos pesquisadores.

Destaca-se que o presente estudo foi previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas em Seres Humanos vinculado a Universidade Federal de Santa Catarina e que este projeto atende a Resolução 466/2012 MS/CNS e suas complementares. Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, bem como do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento. Agradecemos a vossa participação. Nenhum resultado será divulgado ou levado ao

conhecimento de pessoas estranhas ao Laboratório de Esforço Físico, sem sua autorização. Além disso, os dados obtidos através dos participantes não poderão ser usados para outros fins além dos esclarecidos nesse documento. E você poderá abandonar os testes a qualquer momento comunicando sua decisão ao responsável do teste o quanto antes. Se você estiver suficientemente esclarecido, convido você a rubricar e assinar este Termo, elaborado em duas vias, sendo que uma via ficará com o pesquisador e outra com você. Agradecemos desde já a sua colaboração e participação.

Local: Florianópolis

Data: ____/____/____

Assinatura do Pesquisador Responsável
participante

Mestranda Marília Cavalcante Serpa

mariliacserpa@hotmail.com

(48) 99909 9584

Assinatura do

Dados sobre a Pesquisa:

Título do Projeto: Efeito da suplementação de cafeína em goma em uma série de treinamento intervalado e no desempenho de 50m de natação em estilo livre

Pesquisador Responsável: Marília Cavalcante Serpa -
Cargo/Função: Mestranda

Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina – Programa de Pós-graduação em Educação Física

Endereço: Campus Reitor João David Ferreira Lima, s/n

Trindade, Florianópolis – SC 88040-900

Dados para contato: Laboratório de Esforço Físico – UFSC fone: (48) 3721-6248

Marília Cavalcante Serpa - fone (48) 99909 9584 - e-mail: mariliacserpa@hotmail.com

CEPSH / UFSC

Reitoria

Rua Desembargador Vitor Lima nº222, 4º andar, sala 401,
Trindade, Florianópolis, SC

Telefone: (48) 3721-6094 e-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br

DADOS DO PARTICIPANTE DA PESQUISA

Nome completo:

Documento de identidade:

Sexo masculino Data de Nascimento: ___/___/___

Endereço:

Telefone para contato:

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado, de forma clara e objetiva, sobre todos os procedimentos do projeto de pesquisa intitulado **Efeitos da suplementação de cafeína em goma em uma série de treinamento intervalado e no desempenho de 50m de natação em estilo livre**. Estou ciente que todos os dados a meu respeito serão sigilosos e que posso me retirar do estudo a qualquer momento. Assinando este termo, eu concordo em participar deste estudo.

Nome do participante por extenso _____

Assinatura _____

Florianópolis (SC) _____ / _____ / _____

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo
(Orientador)

Mestranda Marília Cavalcante Serpa
(Pesquisador Principal/Orientanda)

ANEXOS

ANEXO 1 - Escala CR10 (BORG et al., 1982)

0 Absolutamente nada
0,3
0,5 Extremamente fraco
1 Muito fraco
1,5
Fraco
2,5
Moderado
4
5 Forte
6
7 Muito forte
8
9
10 Extremamente forte
11
...
Máximo absoluto

ANEXO 2 – Parecer CEPSSH

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA EM GOMA EM UMA SÉRIE DE TREINAMENTO INTERVALADO E NO DESEMPENHO DE NATAÇÃO EM ESTILO LIVRE

Pesquisador: Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo

Área Temática:

Versão: 4

CAAE: 64251716.5.0000.0121

Instituição Proponente: Universidade Federal de Santa Catarina

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.448.641

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um Projeto de Dissertação de Mestrado do Departamento de Educação Física da UFSC – Campus Reitor João David Ferreira Lima – Florianópolis/SC, sob orientação do Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo

Título : EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO DE CAFEÍNA EM GOMA EM UMA SÉRIE DE TREINAMENTO INTERVALADO E NO DESEMPENHO DE NATAÇÃO EM ESTILO LIVRE

Desenho:

A presente pesquisa é de natureza aplicada, pois se trata de um elemento real, tendo controle sobre o ambiente da pesquisa.

A cafeína é um recurso ergogênico bastante utilizado no meio esportivo devido ao seu potencial efeito em maximizar o desempenho dos atletas em treinos e competições. Apesar de haver evidências na literatura de que a cafeína possui efeitos tanto no sistema nervoso central como na periferia, pouco foi explorado sobre sua influência na natação, principalmente se a melhora do desempenho vem associada a alterações nas variáveis biomecânicas e na produção de força

H1: A suplementação da goma de cafeína (400 mg) melhorará o tempo de performance de 50m e 400m do

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 2.448.641

nado livre, assim como da série de treinamento; - H2: A tolerância ao exercício e a fadiga neuromuscular será atenuada com a suplementação de cafeína; - H3: Haverá influência da suplementação de cafeína sobre os índices técnicos do nado

Objetivo da Pesquisa:**Objetivo Primário:**

Analisar os efeitos da suplementação de cafeína em goma em uma série de treinamento intervalado e no desempenho de natação em estilo livre.

Objetivo Secundário:

Analisar o desempenho dos atletas em 50m, 400m e durante uma série de treinamento em natação estilo livre nos protocolos placebo e suplementação de cafeína; Analisar as respostas de lactato sanguíneo, de frequência cardíaca e da percepção subjetiva de esforço em 50m, 400m e durante uma série de treinamento em natação estilo livre nos protocolos placebo e suplementação de cafeína; Analisar os indicadores de habilidades de nado como frequência de braçadas, distância de braçadas, índice de braçadas e velocidade do nado, durante os 50m, 400m e durante uma série de treinamento em natação estilo livre em ambos os protocolos (placebo e suplementação); Analisar os efeitos da cafeína nos indicadores de fadiga (perda de força) obtidos por meio de um teste específico realizado no banco de nado antes, durante e imediatamente após ambos os protocolos (placebo e suplementação)

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos relacionados aos participantes da pesquisa são classificados como baixo (Resolução 466/12-CNS) e referem-se à prática de exercícios físicos extenuantes. Nestes, uma possível queda de pressão do sangue, queda do açúcar no sangue ou mal estar (náuseas e vômitos) podem ocorrer. Entretanto, ocorrem com baixa frequência, retornando a normalidade após alguns minutos, raramente necessitando de procedimentos para reverter este quadro. Haverá coleta de uma pequena quantidade de sangue (0,5 ml) do lóbulo da orelha, utilizando-se para isso luvas e material descartável. O material biológico (sangue) será destinado apenas para análises de substâncias geradas durante o exercício que estará presente no sangue. O desconforto se resume à picada da lanceta no lóbulo da orelha, sendo que após a coleta o local poderá ficar pouco dolorido, mas não requer nenhum cuidado especial, voltando ao normal em poucos dias. Para minimizar estes possíveis desconfortos, a coleta de sangue será feita por pesquisador experiente neste

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R. Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 2.448.641

procedimento e todos os testes serão realizados por um pesquisador experiente. Os movimentos realizados durante o estudo (banco de nado e nado crawl) podem causar desconforto apenas pela prática do exercício raramente necessitando de procedimento médico específico para tratamento. Além da baixa frequência em que algum tipo de mal estar exagerado possa ocorrer durante essa prática, diagnóstico ou para situar zonas de treinamento mais específicas. Além disso, também será disponibilizado aos sujeitos o esclarecimento desses índices e como eles podem ser utilizados para inferência nos treinamentos futuros

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto demonstra fundamentação teórica e metodológica com condições de ser desenvolvido na prática

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Projeto demonstra fundamentação teórica e metodológica com condições de ser desenvolvido na prática

Recomendações:

continue a leitura da Resolução 466/2012

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

concluo indicando aprovação pelo atendimento das pendências pelo pesquisador

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P RQJETO_840279.pdf	24/11/2017 16:22:05		Aceito
Outros	Marilia_RESPOSTA3.pdf	24/11/2017 16:19:32	Marilia Cavalcante Serpa	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Marilia_TCLE_4.pdf	24/11/2017 16:17:00	Marilia Cavalcante Serpa	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	MariliaCS_declaracaoinstitucional.pdf	30/01/2017 21:13:01	Marilia Cavalcante Serpa	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	MariliaCS_Projeto.pdf	09/12/2016 10:07:59	Marilia Cavalcante Serpa	Aceito

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 2.448.641

Investigador	MariliaCS_Projeto.pdf	09/12/2016 10:07:59	Marilia Cavalcante Sarpa	Aceito
Folha de Rosto	MariliaCS_FolhaDeRosto.pdf	09/12/2016 10:01:03	Marilia Cavalcante Sarpa	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

FLORIANOPOLIS, 19 de Dezembro de 2017

Assinado por:
Ylmar Correa Neto
(Coordenador)

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401
Bairro: Trindade **CEP:** 88.040-400
UF: SC **Município:** FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 **E-mail:** oep.propesq@contato.ufsc.br