

Bruno Victor Corrêa da Silva

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA COM CAPSAICINA NO  
DESEMPENHO FÍSICO, NA RESPOSTA FISIOLÓGICA E FADIGA EM ATLETAS  
DE BRAZILIAN JIU-JITSU**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional - UFMG

2021

Bruno Victor Corrêa da Silva

**EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA COM CAPSAICINA NO  
DESEMPENHO FÍSICO, NA RESPOSTA FISIOLÓGICA E FADIGA EM ATLETAS  
DE BRAZILIAN JIU-JITSU**

Tese para apresentação à banca avaliadora de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Esporte M/D da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de doutor em Ciências do Esporte.

Área de concentração: Treinamento Esportivo

Orientador: Prof. Dr. Luciano Sales Prado

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional - UFMG

2021

S586e Silva, Bruno Victor Corrêa da  
2021 Efeito da suplementação aguda com capsaicina no desempenho físico, na resposta fisiológica e fadiga em atletas de brazilian jiu-jitsu. [manuscrito] / Bruno Victor Corrêa da Silva – 2021.  
77 f.: il.

Orientador: Luciano Sales Prado

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

Bibliografia: f. 67-71

1. Atletas – nutrição – Teses. 2. Jiu-jitsu – Teses. 3. Luta (Esporte) – Teses. 4. Exercícios físicos – Teses. I. Prado, Luciano Sales. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 612:796



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

### FOLHA DE APROVAÇÃO

#### EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA COM CAPSAICINA NO DESEMPENHO FÍSICO, NA RESPOSTA SISIOLÓGICA E FADIGA EM ATLETAS DE BRASILIAN JIU-JITSU

**BRUNO VICTOR CORRÊA DA SILVA**

Tese submetida à 83ª Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós- Graduação em CIÊNCIAS DO ESPORTE, como requisito para obtenção do grau de Doutor em CIÊNCIAS DO ESPORTE, área de concentração TREINAMENTO ESPORTIVO.

Aprovada em 14 de maio de 2021, pela banca constituída pelos membros:

Prof. Dr. Luciano Sales Prado (orientador) – UFMG

Prof. Dr. Maicon Rodrigues de Albuquerque - UFMG

Prof. Dr. Reginaldo Gonçalves - UFMG

Prof. Dr. Gustavo Ribeiro da Mota - UFTM

Prof. Dr. Moacir Marocolo Júnior - UFJF

Belo Horizonte, 14 de maio de 2021.



Documento assinado eletronicamente por **Gustavo Ribeiro da Mota, Usuário Externo**, em 18/08/2021, às 15:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Moacir Marocolo Junior, Usuário Externo**, em 19/08/2021, às 09:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luciano Sales Prado, Membro de comissão**, em 08/10/2021, às 10:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Maicon Rodrigues Albuquerque, Professor do Magistério Superior**, em 20/10/2021, às 10:33, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Reginaldo Goncalves, Professor do Magistério Superior**, em 20/10/2021, às 11:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0894788** e o código CRC **D2F4D9E1**.

Este trabalho foi realizado no Laboratório de Fisiologia do Exercício (LAFISE), da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional (EEFFTO), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

## **AGRADECIMENTOS**

Desejo exprimir os meus agradecimentos a todos aqueles que, de alguma forma permitiram que a tese se concretizasse.

Em primeiro lugar agradeço a minha família, principalmente a minha mãe por ser a base da minha educação e formação como ser humano. Um agradecimento especial ao professor Dr. Luciano Sales, por me aceitar como seu aluno de doutorado. Agradeço meu amigo irmão Dr. Mário Simim, os professores Dr. Bernardo Neme Ide, Dr. Moacir Marocolo e Dr. Gustavo Ribeiro por contribuírem para a minha formação acadêmica e pessoal.

Agradeço todos os meus companheiros de docência no ensino superior, principalmente os professores Dr. Ney, Ronaldo e Dr. Bruno Ocelli. Um “oss” a todos os atletas que treinei e treino, bem como para todos os professores dos esportes de combate que pratiquei e pratico.

Um agradecimento especial também aos professores Gabriel Quinan e Felipe Shang, que contribuíram diretamente para que o professor Dr. Lucinao me aceitasse como seu orientando.

Por fim, agradeço todos os professores da pós graduação da UFMG que tive o prazer de ter aula e aprender.

“Acharam que eu estava derrotado  
Quem achou estava errado  
Eu voltei, to aqui  
Se liga só, escuta ai,  
ao contrário do que você queria  
To firmão, tô na correria...”  
(509-E) Oitavo Anjo.

## RESUMO

O uso de suplementos alimentares, como a capsaicina (CAP), tem o potencial de contribuir para a melhora do desempenho físico humano, como dos atletas de Brazilian Jiu-Jitsu (BJJ), aumentando ou minimizando a queda da potência e velocidade durante a sessão de treino de força em exercícios não específicos. Esses efeitos nos exercícios não específicos são importantes, porque as respostas mecânicas obtidas neles são associadas ao desempenho nas modalidades esportivas de combate (MEC). Nesse sentido, o presente estudo investigou se a suplementação aguda de CAP aumentaria o pico de potência (PP) e o pico de velocidade (PV) no exercício supino reto livre (SRL). Além disso, procurou-se observar o efeito da suplementação com CAP sobre o índice de fadiga (IF) e a resposta do lactato sanguíneo (LAC) em atletas de BJJ no exercício mencionado. O estudo consistiu de um experimento duplo-cego e randomizado de grupos paralelos e controlado por placebo. Os voluntários foram divididos em dois grupos: 1) capsaicina (CAP) e 2) placebo (P). A amostra consistiu de 12 atletas do sexo masculino de BJJ com idade superior a 18 anos. O PP e PV foram mensurados em cada repetição durante a execução do exercício SRL. O LAC foi mensurado nos momentos pré e no 3º minuto pós-protocolo. O IF foi calculado com a seguinte fórmula:  $IF = (\text{valor da 4ª série} / \text{valor da 1ª série}) \times 100$ . A suplementação aguda de CAP aumentou o PP e PV no exercício SRL, mas sem efeito na resposta de LAC sanguíneo e no IF.

**Palavras-chave:** Potência. Treinamento esportivo. Nutrição esportiva. Esportes de combate.



## ABSTRACT

The use of food supplements such as capsaicin (CAP) could contribute to enhance physical performance of Brazilian Jiu-Jitsu (BJJ) athletes by increasing or minimizing the drop in power and speed during training sessions in non-specific exercises. These effects in non-specific exercises are important because the mechanical responses obtained from them exercises are associated with performance in the combat sports (CS). In this sense, the present study investigated whether the acute CAP supplementation effects on peak power (PP) and the peak velocity (PV) in the free bench press exercise (SRL). In addition, it was verified whether the CAP would decrease the fatigue index (FI) and the blood lactate response (LAC) in BJJ athletes. The study consisted of a double-blind, randomized, parallel-group, placebo-controlled experiment. The volunteers were divided into two groups: 1) capsaicin (CAP) and 2) placebo (P). The sample consisted of 12 male BJJ athletes aged over 18 years old. PP and PV were measured at each repetition during the execution of the SRL exercise. LAC was measured pre-exercise and at the 3rd minute post-exercise. FI was calculated with the following formula:  $IF = (\text{value of the 4th series} / \text{value of the 1st series}) \times 100$ . Acute CAP supplementation increased PP and PV in the SRL exercise, but with no significant effect on the blood LAC response and on the IF.

**Keywords:** Power output. Sports training. Sports nutrition. Combat sports.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Potenciais mecanismos de ação e como a capsaicinóides e capsinóides poderiam aumentar o desempenho atlético.....	12
Figura 2. Delineamento experimental do piloto.....	26
Figura 3. Delineamento experimental.....	29
Figura 4. Supino reto livre (SRL); A - Posição inicial e B – posição final.....	31
Figura 5. Valor do PP entre as séries nas condições P e CAP (piloto).....	34
Figura 6. Relação entre potência e %MC com respectiva identificação do PP em atletas de BJJ .....	35
Figura 7. Valor do PP entre as séries nas condições P e CAP.....	39
Figura 8. Valor do PV entre as séries nas condições P e CAP.....	40
Figura 9. Respostas do Lac sanguíneo nos momentos pré e pós protocolo para potência entre o grupo P vs CAP.....	41
Figura 10. Valores individuais do IF para o PP entre as condições P vs CAP.....	42
Figura 11. Valores individuais do IF para o PV entre as condições P vs CAP.....	43

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Variáveis antropométricas dos atletas.....	27
Tabela 2. Resultado do efeito da suplementação de CAP no pico de potência (Watts) no exercício supino reto e praticantes de musculação e BJJ.....	32
Tabela 3. Respostas individuais do pico de potência (watts) no estudo piloto.....	33
Tabela 4. Composição dos macros nutrientes e total de calorias.....	35
Tabela 5. Resultado do efeito da suplementação de CAP no pico de potência (Watts), no exercício supino reto em atletas de BJJ.....	36
Tabela 6. Resultado do efeito da suplementação de CAP no pico de velocidade (m/s), no exercício supino reto em atletas de BJJ.....	36
Tabela 7. Respostas individuais do pico de potência (watts) nos atletas de BJJ.....	37
Tabela 8. Respostas individuais do pico de velocidade (m/s) nos atletas de BJJ....	38

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

ACh	Acetil colina
ADP	Adenosina bifosfato
AMP	Adenosina monofosfato
ATP	Adenosina trifosfato
BJJ	Brazilian Jiu-jitsu
Ca <sup>2+</sup>	Cálcio
CAP	Capsaicina
CE	Condição experimental
CQ	Creatina quinase
EPE	Erro padrão da estimativa
ICC	Coefficiente de correlação intraclasse
IF	Índice de fadiga
LAC	Lactato sanguíneo
MMA	<i>Mixed Martial Arts</i>
MB	<i>Medicine ball</i>
MDD	Mínima diferença detectável
MEC	Modalidade esportiva de combate
P	Placebo
Pi	Fosfato inorgânico
PPE	Árte preparatória específica
PPG	Parte preparatória geral
PP	Pico de potência
PV	Pico de velocidade

SA	Suplementos alimentares
SD	Desvio padrão
SNC	Sistema nervoso central
SRL	Supino reto livre
TE	Tamanho do efeito
TRPV1	Receptor de potencial transitório vanilóide tipo 1
UFC	<i>Ultimate Fighting Championship</i>
$\Delta\%$	Delta percentual
%MC	Percentual da massa corporal

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>2 CAPSAICÍNA</b> .....	17
<b>3 MECANISMOS DE ATUAÇÃO DA CAP COMO EFEITO ERGOGÊNICO</b> ..	19
<b>4 MODALIDADES ESPORTIVAS DE COMBATE</b> .....	22
<b>5 BRAZILIAN JIU-JITSU</b> .....	23
<b>6 CARACTERÍSTICAS DO TREINO PARA POTÊNCIA</b> .....	24
<b>7 POTÊNCIA E VELOCIDADE NO BRAZILIAN JIU-JITSU</b> .....	26
<b>8 JUSTIFICATIVA</b> .....	28
<b>9 OBJETIVO GERAL</b> .....	30
9.1 Objetivo específico .....	30
<b>10 HIPÓTESES</b> .....	31
<b>11 MÉTODOS</b> .....	32
11.1 Estudo piloto.....	32
11.2 Participantes .....	33
11.3 Cuidados éticos.....	33
<b>12 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL</b> .....	34
12.1 Suplementação de capsaicina .....	34
12.2 Controle alimentar .....	34
12.3 Experimento .....	35
12.4 Avaliação Antropométrica.....	36
12.5 Identificação do pico de potência .....	36
12.6 Procedimentos metodológicos no supino reto livre e protocolo experimental..	36
12.7 Mensuração do lactato .....	37
12.8 Índice de fadiga .....	37
<b>13 TRATAMENTO DOS DADOS</b> .....	38
<b>14 RESULTADOS DO ESTUDO PILOTO</b> .....	39
<b>15 RESULTADOS DA PESQUISA PRINCIPAL</b> .....	42
<b>16 DISCUSSÃO</b> .....	51
16.1 Eficácia da suplementação aguda de CAP no desempenho mecânico .....	51
16.2 Mecanismos de ação da CAP .....	56
16.3 Resposta de lactato e índice de fadiga.....	58
<b>17 CONCLUSÃO</b> .....	60

<b>18 CONTRIBUIÇÃO RELEVANTE (PONTOS FORTES) DO ESTUDO .....</b>	<b>61</b>
<b>19 APLICAÇÕES PRÁTICAS .....</b>	<b>63</b>
<b>20 LIMITAÇÕES DA TESE E FUTURAS INVESTIGAÇÕES.....</b>	<b>64</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>65</b>
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>72</b>
<b>ANEXO 2.....</b>	<b>73</b>
<b>APÊNDICE 1 .....</b>	<b>74</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O desempenho esportivo de alto rendimento é um processo multifatorial, e que depende da atuação de diferentes áreas da Ciência do Esporte (BARBANTI; TRICOLI; UGRINOWITSCH, 2004), todas elas atuando de forma integrada para aprimorar a condição global do atleta (KISS *et al.*, 2004). Esse aprimoramento refere-se, por exemplo, aos aspectos biológicos, biomecânicos e psicoemocionais (KISS *et al.*, 2004).

Em relação aos aspectos biológicos, podemos observá-los frente às respostas do organismo aos estímulos agudos e das adaptações crônicas (PEREIRA; SOUZA JR, 2008). Nesse contexto, o treinamento é considerado o fator primário para induzir essas respostas (MOTA; NUCKOLS; SMITH-RYAN, 2019). Contudo, o suporte nutricional interage com o treinamento, tanto para promover incremento agudo no desempenho físico, quanto para potencializar as adaptações crônicas (PEREIRA; SOUZA JR, 2008). Estratégias nutricionais que possam somar-se aos os efeitos do treinamento são importantes nas modalidades esportivas de combate (MEC), já que um bom condicionamento físico é fator determinante no desempenho dos lutadores.

Nas últimas décadas, estratégias nutricionais têm sido utilizadas por atletas de todos os níveis e com os mais diversos objetivos (MAUGHAN *et al.*, 2018). Em relação aos objetivos, enumera-se o seu uso para: 1) manutenção da saúde, 2) complementação da ingestão necessária de nutrientes específicos, 3) manejo de deficiências de micronutrientes e provisão de necessidades de macronutrientes, que podem ser difíceis de alcançar apenas com a ingestão de alimentos (MAUGHAN *et al.*, 2018). Outras aplicações para o uso de suplementos por atletas incluem a melhoria no desempenho ou suporte para o treinamento intenso, a manipulação de aspectos físicos, a redução da dor muscular, o aumento na velocidade de recuperação de lesões e a melhora do estado de humor, além de outras variáveis perceptivas e subjetivas (MAUGHAN *et al.*, 2018).

Os suplementos alimentares (SA) têm sido definidos e classificados de várias formas (MAUGHAN *et al.*, 2018). Em geral, eles são definidos como substâncias utilizadas com o objetivo de complementar uma determinada deficiência dietética (ALVES; LIMA, 2009). Essas substâncias adicionadas à dieta podem ser vitaminas, minerais, ervas e botânicos, aminoácidos, metabólicos, extratos ou combinações de qualquer um desses ingredientes (ALVES; LIMA, 2009). Além disso, os SA também são comercializados como substâncias ergogênicas capazes de melhorar o desempenho físico.



Nesse sentido, além do treinamento, a utilização de alguns recursos nutricionais que propiciam efeitos ergogênicos tem se mostrado potencialmente eficiente em retardar a fadiga, aumentar a capacidade contrátil do músculo e conseqüentemente sua capacidade de realizar trabalho (REALE; SLATER; BURKE, 2017). Esses efeitos ergogênicos ocorrem de forma aguda e crônica. A ingestão aguda tem a capacidade de aumentar o desempenho minutos ou horas antes do treino ou competição (CAMPBELL; LA BOUNTY; WILBORN, 2011). Já a suplementação crônica decorre do consumo por vários dias ou semanas, antes do aumento do desempenho (CAMPBELL; LA BOUNTY; WILBORN, 2011).

Entre os suplementos com evidências sólidas da literatura para aumentar o desempenho, de forma aguda e crônica, enumera-se a cafeína, o bicarbonato de sódio, a beta-alanina, o nitrato e a creatina (MAUGHAN *et al.*, 2018). Agudamente, somente a cafeína e bicarbonato de sódio demonstraram efeito positivo em diversos esportes e nas MEC (CAMPBELL; LA BOUNTY; WILBORN, 2011; LÓPEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2018).

Apesar da cafeína e do bicarbonato de sódio agirem como substância ergogênica, elas têm mecanismos distintos de atuação. A primeira tem como principal função ser estimulante do sistema nervoso central, e a segunda pode atuar melhorando a capacidade de tamponamento de íons de hidrogênio no sangue (LÓPEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2018). Outra substância estimulante, mas ainda de uso incipiente no contexto esportivo e nas MEC, é capsaicina (CAP). Estudos demonstraram que a suplementação aguda de CAP aumenta o desempenho físico em exercícios de força (FREITAS *et al.*, 2018), resistência (FREITAS *et al.*, 2018) e no treinamento concorrente (FREITAS *et al.*, 2019).

Os principais mecanismos propostos para explicar o efeito ergogênico da CAP, nas diferentes capacidades físicas e tarefas seriam pelo (a) : 1) aumento da produção de ATP via aumento da reação creatina quinase e da fosforilação oxidativa (KAZUYA *et al.*, 2014), 2) capacidade de poupar o glicogênio muscular e aumentar a utilização dos ácidos graxos como fonte de energia (HARAMIZU *et al.*, 2006), 3) aumento da liberação de cálcio pelos canais TRPV1 (LOTTEAU *et al.*, 2013) 4) efeito de analgesia e 5) aumento da liberação de neurotransmissores.

No que tange o efeito positivo da suplementação aguda de CAP na potência e velocidade, os possíveis mecanismos fisiológicos seriam pelo aumento da: 1) liberação de  $Ca^{2+}$  intracelular, 2) atividade da reação creatina quinase (CQ) e 3) liberação de neurotransmissores como acetilcolina (ACh). No entanto, ainda não foram encontrados estudos investigando se a suplementação de CAP poderia propiciar efeitos positivos na produção de potência e velocidade em atletas de esportes de combate.

## 2 CAPSAICÍNA

A CAP é um componente ativo da pimenta malagueta, pertencente ao gênero *Capsicum* (HSU *et al.*, 2016). Foi primeiramente isolada em 1876, sua estrutura foi determinada em 1919 e quimicamente sintetizada em 1930 (PANCHAL; BLISS; BROWN, 2018). Em conjunto com dihidrocapsaicina, nordi-hidrocapsaicina, homocapsaicina, e homodihidrocapsaicina, a CAP é membro de um grupo de substâncias denominadas capsinóides (PANCHAL; BLISS; BROWN, 2018). Os capsinóides são um grupo de compostos responsáveis pelo sabor picante da pimenta malagueta. Aproximadamente 90% dos capsinóides encontrados em qualquer fruta pertencem ao *Capsicum* gênero capsaicina e dihidrocapsaicina, com a capsaicina constituindo 70-80% do total (PANCHAL; BLISS; BROWN, 2018).

A CAP é rapidamente absorvida no estômago e intestino após consumo oral (ROLLYSON *et al.*, 2014). Sua absorção é um processo passivo, no qual não ocorre transporte ativo de proteínas (O'NEILL *et al.*, 2012). Dependendo do modelo experimental utilizado, sua absorção varia de 50 a 90% (ROLLYSON *et al.*, 2014). O pico da substância no intestino e sangue ocorre aproximadamente 1h após o consumo (ROLLYSON *et al.*, 2014). São geralmente comercializadas na forma de cremes, path, cápsulas, gomas ou por alimentos (PANCHAL; BLISS; BROWN, 2018; ROLLYSON *et al.*, 2014). As duas formas mais utilizadas como suplementos são por cápsula e goma de mascar.

Do ponto de vista clínico, têm sido relatadas diversas propriedades do uso da CAP. Essa substância tem ação analgésica (DERRY *et al.*, 2013), antioxidante (CHEN *et al.*, 2015), anti-inflamatória e anticâncer (CLARK; LEE, 2016). Além disso, a CAP tem ação na função cardíaca e renal, bem como na reposta da insulina e da glicose, sendo considerado um antidiabético (PANCHAL; BLISS; BROWN, 2018).

No que tange ao exercício físico, tem sido reportada melhora do desempenho físico com a suplementação de CAP, tanto em ratos (HSU *et al.*, 2016), quanto em humanos (FREITAS *et al.*, 2018). Em ratos, uma revisão sistemática relatou efeito ergogênico em nove estudos de um total de 14 (SILVA *et al.*, 2021). A suplementação de CAP aumentou o tempo de nado até a exaustão na natação, à distância na corrida, a força contrátil e da pegada dos ratos. Além disso, a CAP aumentou a atividade lipolítica e poupou glicogênio hepático e muscular.

Em humanos observou-se melhora na capacidade motora força, resistência e no treinamento concorrente (força + resistência na mesma sessão). A suplementação aguda de CAP melhorou o tempo de corrida nos 1500 metros (FREITAS *et al.*, 2018), nos 400 metros e 3000

metros (COSTA *et al.*, 2020) e o tempo de sustentação na velocidade em que se atingiu o consumo máximo de oxigênio (FREITAS *et al.*, 2019).

O efeito na capacidade motora força foi relacionado ao volume de treino, no aumento na quantidade total de peso (quilogramas) levantada [total de repetições x quilagem levantada (kg)] (FREITAS *et al.*, 2018). Outra variável mecânica em que se observou efeito positivo com a suplementação aguda de CAP foi no pico de torque em exercício isocinético (CROSS *et al.*, 2020).

Somente um estudo foi encontrado abordando os efeitos da suplementação com CAP em treinamento concorrente. A suplementação aguda de CAP resultou em aumento do volume total (repetições x quilagem levantada) no exercício agachamento realizado até a falha concêntrica após uma corrida intermitente em alta intensidade (FREITAS *et al.*, 2019).

### 3 MECANISMOS DE ATUAÇÃO DA CAP COMO EFEITO ERGOGÊNICO

Os exatos mecanismos que explicariam o efeito ergogênico da suplementação de CAP no desempenho físico em humanos ainda são desconhecidos. Na literatura (figura 1) tem-se hipotetizado que o potencial mecanismo seria pela ativação do TRPV1 (Receptor de potencial transitório vanilóide tipo 1 (SILVA *et al.*, 2021). A ativação desse canal pela CAP: 1) aumenta do cálcio citosólico, 2) poupa o glicogênio muscular e hepático, 3) aumenta a oxidação e utilização de gordura, 4) gera analgesia e 5) aumenta a liberação de neurotransmissores.

**Figura 1.** Potenciais mecanismos de ação e como a capsaicinóides e capsinóides poderiam aumentar o desempenho atlético. TRPV1 = Receptor de potencial transitório vanilóide tipo 1.

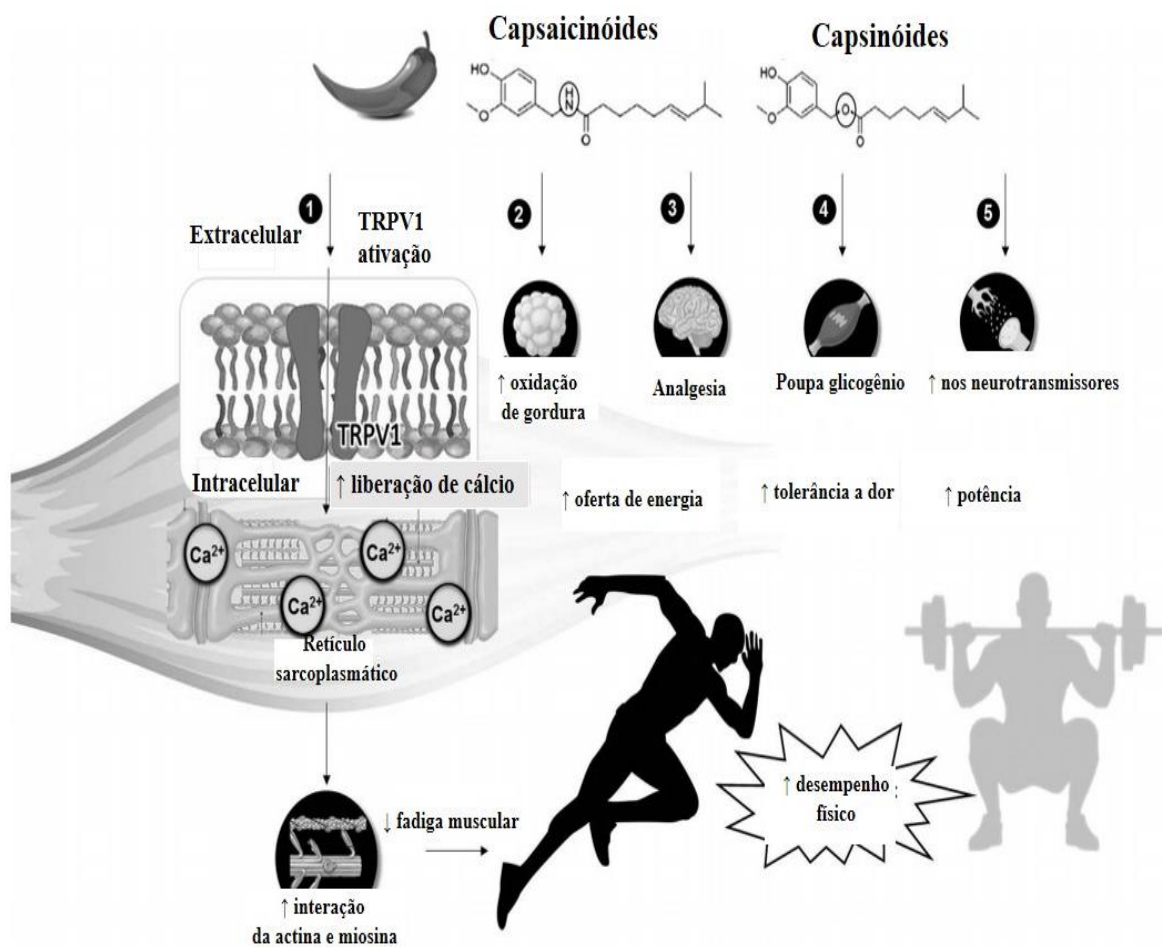


Figura adaptada de Silva et al., (2021)

O TRPV1 é um canal catiônico não seletivo ativado por ligante e com uma permeabilidade nove vezes superior aos íons de cálcio em relação aos de sódio (HOLZER, 2008). O canal pode ser ativado por diversos mecanismos, incluindo temperatura, pH baixo, detecção osmótica, sabor, pressão, alongamento, vibração, moléculas endógenas e exógenas (HUDSON *et al.*, 2016). Embora o TRPV1 tenha sido inicialmente identificado nas fibras nervosas sensoriais, sua presença já foi relatada nas glândulas adrenais, no sistema nervoso, nos gânglios neurônios, hipotálamo, células musculares lisas, nos rins, células  $\beta$  pancreáticas, fígado, coração, pulmões e músculo esquelético (GANNON; LAMBALOT; VAUGHAN, 2016; HUDSON *et al.*, 2016).

Na musculatura esquelética, a CAP ativa o TRPV1 localizado no retículo sarcoplasmático aumentando a liberação de  $\text{Ca}^+$  citosólico (LOTTEAU *et al.*, 2013). Esse aumento da disponibilidade de  $\text{Ca}^{2+}$  citosólico favorece a interação entre os miofilamentos de actina e miosina, resultando em mais força/potência (LOTTEAU *et al.*, 2013). Em tarefas relacionadas à resistência, o incremento na liberação e absorção de  $\text{Ca}^{2+}$  reduz o efeito da fadiga e consequente queda do desempenho físico (LEPPIK *et al.*, 2004).

No sistema nervoso central (SNC), a CAP aumenta a secreção das catecolaminas (LIM *et al.*, 1997). No sangue, as catecolaminas reagem com os receptores  $\beta$ -adrenérgicos no fígado e nos adipócitos, aumentando a glicogenólise e a lipólise (LIM *et al.*, 1997). O resultado é o aumento de substratos energéticos que podem ser utilizados pelos tecidos periféricos, como músculos (LIM *et al.*, 1997).

Em ratos foi demonstrado que a suplementação de CAP aumentou a resposta das catecolaminas e consequentemente alterou o metabolismo dos ácidos graxos e da glicose sanguínea (KIM *et al.*, 1997). A concentração de ácido graxo livre aumentou gradativamente e atingiu seu pico duas horas após o consumo de CAP. Já a glicose, aumentou imediatamente, sendo que uma hora após seus valores se reduziram para abaixo dos valores iniciais. A concentração de glicogênio não foi significativamente diferente no repouso entre as condições (CAP vs placebo). Porém, após 30 minutos de natação, no grupo que consumiu CAP, a redução da concentração do glicogênio muscular foi significativamente menor comparado ao grupo placebo.

Em humanos, o consumo de CAP aumentou significativamente as respostas de catecolaminas e triglicerol plasmático, antes do exercício de longa duração (1 hora) e baixa intensidade ( $\sim 60\% \text{VO}_2\text{max}$ ) na bicicleta ergométrica (LIM *et al.*, 1997). Durante o protocolo houve aumento da adrenalina, do triacilglicerol plasmático e da oxidação do carboidrato comparado ao grupo placebo.

Em relação à resposta de lactato sanguíneo, os estudos com humanos têm reportado resultados contraditórios. Alguns não observaram diferença significativa no lactato sanguíneo nos momentos pré-exercício e pós-exercício, entre as condições (placebo vs CAP). Essa resposta foi similar tanto nos protocolos de força (FREITAS *et al.*, 2018), quanto de resistência (FREITAS *et al.*, 2018). No entanto, um estudo observou aumento da resposta de lactato entre as condições nos momentos pré- e durante exercício contínuo de baixa intensidade (~60%VO<sub>2</sub>max) na bicicleta ergométrica (LIM *et al.*, 1997).

Em estudos com ratos, a resposta foi antagônica: observou-se redução do lactato sanguíneo com a utilização aguda da CAP ou substância similar. No primeiro estudo foi reportado que o consumo de CAP reduziu a resposta de lactato após 30 minutos de natação (HARAMIZU *et al.*, 2006). No seguinte, no qual se utilizou capsiate, que é outro membro da família das capsinóides, houve queda na produção anaeróbia de energia durante 6 minutos de eletroestimulação (KAZUYA *et al.*, 2014).

No que tange a analgesia, o uso tópico de CAP tem sido utilizado em condições neuropáticas (SILVA *et al.*, 2021). A ação analgésica da CAP decorre da sua ligação aos receptores do TRPV1, que dessensibiliza os nociceptores (SILVA *et al.*, 2021). A ligação dessa substância aos receptores TRPV1 aumenta o influxo de cálcio pelo neurônio sensitivo, gerando potenciais de ação que liberam neuropeptídeos nos terminais nervosos periféricos, como a substância P (SP) (SZALLASI; BLUMBERG, 1999).

Em protocolos de força e resistência, alguns autores têm levantado a hipótese de que a CAP altera o limiar de dor aguda e reduz o desconforto. Nesse sentido, de Freitas *et al.* (2018) relataram uma menor percepção subjetiva de esforço, após consumo capsiate durante 4 séries no agachamento realizado até a falha muscular a 70% 1RM em homens treinados e durante corrida de curta duração em adultos fisicamente ativos. É possível que a suplementação possa ter aumentado o limiar de dor e reduzido o desconforto induzido por exercícios fatigantes, resultando em ganhos de desempenho.

O último mecanismo associado ao TRPV1 seria pelo aumento da liberação de acetilcolina. Além dos outros locais mencionados anteriormente, o TRPV1 também está presente nas junções neuromusculares. Sendo assim, a CAP, após se ligar nos receptores TRPV1, induziria a modulação pré-sináptica na junção neuromuscular, aumentando a liberação de acetilcolina (ACh) (SILVA *et al.*, 2021).

#### 4 MODALIDADES ESPORTIVAS DE COMBATE

No âmbito prático e popular, os termos artes marciais, lutas e modalidades esportivas de combate (MEC) são empregados como sinônimos (PAIVA, 2015). Apesar de não haver consenso entre estudiosos e pesquisadores a respeito da terminologia adequada, diversos autores sugerem formalmente a divisão pela facilitação didática e pedagógica (PAIVA, 2015). De uma forma sucinta e sem definir qual é a correta, iremos apenas abordar a diferenciação conceitual entre elas para direcionar a utilização do termo na tese.

O termo “Luta” tem uma dimensão polissêmica, pode remeter à noção de lutas de classe, dos trabalhadores, pelos direitos da mulher, pela vida e outros mais (CORREIA; FRANCHINI, 2010). Ou no sentido amplo, se relaciona, no contexto dos embates físico-corporais, por intenções de subjugações entre os sujeitos a partir de conflitos interpessoais e, invariavelmente, por conteúdos humanos contraditórios e ambivalentes (CORREIA; FRANCHINI, 2010).

“Arte Marcial” se refere a um conjunto de práticas corporais que são configuradas a partir de uma noção aqui denominada de “metáfora da guerra” (CORREIA; FRANCHINI, 2010). São relacionadas ao regionalismo, objetivando a defesa de uma comunidade. Uma vez que essas práticas derivam de técnicas de guerra como denota o nome, isto é, marcial (de Marte, deus romano da guerra; Ares para os gregos). E arte se remete a técnica ou capacidade de fazer algo (PAIVA, 2015)

As Modalidades Esportivas de Combate são formas “esportivizadas” das anteriores (arte marcial e lutas) (CORREIA; FRANCHINI, 2010). Possuem aspectos e conceitos como competição, mensuração, aplicação de conceitos científicos, comparação de resultados, regras e normas institucionalizadas, maximização do rendimento corporal (CORREIA; FRANCHINI, 2010). As MEC’s surgiram no final do século XIX, especialmente com as disputas de boxe na Inglaterra, e ganharam destaque com a inserção nos Jogos Olímpicos, principalmente durante a “Guerra Fria”(FRANCHINI; DEL VECCHIO, 2011).

## 5 BRAZILIAN JIU-JITSU

A origem do Jiu-Jitsu (JJ) é contraditória, alguns historiadores sugerem ter sido na Índia, onde era praticada por monges budistas há mais de três mil anos a.C (RUFINO; MARTINS, 2011). Depois se difundiu para China e Japão (RUFINO; MARTINS, 2011). No Brasil, o discurso é que o JJ chegou pelas mãos de Mytsui Maeda, em Bélem. Posteriormente, Maeda, mais conhecido como *Konde Koma*, ensinou Carlos Gracie (LISE; CAPRARO, 2018).

A partir daí, Carlos e seus irmãos dedicaram-se ao estudo e aprimoramento do JJ (RUFINO; MARTINS, 2011). E principalmente Hélio Gracie, que adaptou o JJ aprendido ao seu biótipo mais magro, possibilitando o uso de alavancas contra indivíduos mais pesados e fortes (RUFINO; MARTINS, 2011). Daí surgiu o Gracie Jiu-Jitsu ou Jiu-Jitsu Brasileiro (*Brazilian Jiu-jitsu*), adaptado do Jiu-jitsu japonês (RUFINO; MARTINS, 2011).

No entanto, a literatura científica tem questionado esse discurso hegemônico atribuindo ao *Konde Koma* e aos integrantes da família Gracie, pelo princípio da modalidade no país (LISE; CAPRARO, 2018). Foi constatado que, em 1908, ou seja, seis anos antes da chegada do *Konde Koma* ao Brasil, os japoneses *Sada Miyako* e *M. Kakiora* ensinaram as técnicas dessa arte marcial aos marinheiros brasileiros (LISE; CAPRARO, 2018). Além disso, as fontes mostram que o mesmo *Sada Miyako* já realizava em teatros da capital federal, lutas intermodalidades, o que contraria a ideia de que essa é uma premissa dos Gracie (LISE; CAPRARO, 2018).

Na década atual, o crescimento do BJJ pelo mundo veio, principalmente, por meio do MMA (*Mixed Martial Arts*) (RUFINO; MARTINS, 2011). Essa expansão da modalidade ocorreu após as vitórias de Royce Gracie no *Ultimate Fighting Championship* (UFC), evento criado por Rorion Gracie, em 1993. Hoje, o UFC é considerado o maior evento de MMA (RUFINO; MARTINS, 2011).

No contexto esportivo, o BJJ é uma modalidade de combate caracterizada por esforços intermitentes de alta intensidade, intercalados por pequenos períodos de pausa (SILVA *et al.*, 2012). Na competição, o objetivo é vencer a luta por meio de finalizações advindas de estrangulamentos ou chaves articulares ou por pontos realizados pelas técnicas de imobilização, quedas, passagens de guarda e raspagens (SILVA *et al.*, 2012). Os atletas são subdivididos de acordo com a graduação (faixas) e a massa corporal. E as competições podem ser realizadas com e sem quimono.



## 6 CARACTERÍSTICAS DO TREINO PARA POTÊNCIA

Potência é o produto da força e velocidade e aumentar seus valores é requerimento crítico para o desempenho nos esportes coletivos e individuais (CORMIE; MCGUIGAN; NEWTON, 2011). Tem sido demonstrado que atletas mais potentes são capazes de acelerar e mudar de direção mais rápido e saltar mais alto (SUCHOMEL; NIMPHIUS; STONE, 2016). Além disso, tem sido indicado que tarefas como chutes, lançamentos e quedas são influenciadas positivamente pela capacidade de gerar altos valores de potência (CORMIE; MCGUIGAN; NEWTON, 2011). Ademais, a velocidade também é considerada importante em gestos técnicos esportivos, principalmente quando a massa externa é baixa (JAMES *et al.*, 2018). Dessa maneira, preparadores físicos e treinadores estão à procura de meios e métodos para aumentar e acessar o desempenho neuromuscular em atletas.

Contudo, para otimizar a resposta aguda e potencializar as adaptações crônicas alguns princípios devem ser seguidos para a elaboração e na execução do treino para potência. Esses princípios se relacionam, por exemplo, com escolha do exercício, grupo muscular envolvido (membros superiores vs inferiores), intensidade utilizada, quantidade das repetições executada, tempo da pausa e forma de execução (KAWAMORI; HAFF, 2004).

Concerne à escolha do exercício, recomenda-se que este se relacione com aspectos da especificidade do treinamento (KAWAMORI; HAFF, 2004). E um desses aspectos é ligado à similaridade do movimento do exercício, com o gesto motor específico da modalidade. Sendo assim, a literatura sugere que o grau de transferência é potencializado quando o exercício do treinamento é similar ao movimento específico (KAWAMORI; HAFF, 2004).

A forma como é executado, norteadas pela velocidade em que as ações excêntrica e concêntrica são realizadas (GONZÁLEZ-BADILLO *et al.*, 2014; WILK; GOLAS *et al.*, 2019), bem como se o implemento (e.g. a barra) é liberado ou não (NEWTON, 2011) influenciam nos parâmetros mecânicos (força, potência e velocidade). A ação concêntrica precedida de uma ação excêntrica mais lenta e a ação concêntrica executada de maneira controlada resultam em valores de potência inferiores, comparados àqueles obtidos de uma excêntrica e concêntrica executada mais rápida (WILK *et al.*, 2019). De forma similar, exercícios balísticos em que ocorrem a liberação do implemento resultam em menor desaceleração, maior atividade muscular e maior produção de força, potência e velocidade (NEWTON, 2011).

O grupo muscular envolvido e intensidade tem sido demonstrado influenciar nos valores de potência (KAWAMORI; HAFF, 2004). No agachamento a potência é maximizada entre 45-65%1RM e no supino reto 30-45%1RM (KAWAMORI; HAFF, 2004). Em exercícios de

Levantamento de Peso Olímpico o pico de potência ocorre entre 30-90%1RM (FLORES; SEDANO; REDONDO, 2017; NEWTON, 2011; SUCHOMEL *et al.*, 2014).

Em relação ao volume de treino e número de repetições, a literatura recomenda um número baixo, porque o volume interfere nas adaptações neuromusculares. Treinos com baixo volume (três séries) propiciaram melhores respostas neuromusculares em seis semanas de treino para potência do que com alto volume (nove séries) (METHENITIS *et al.*, 2020). De forma similar, foi demonstrado que um treinamento com números baixos de repetições (~3 a 5) geram melhores respostas neuromusculares do que treinos com um maior número de repetições (~3 a 9) (PAREJA-BLANCO *et al.*, 2017).

A duração da pausa entre as séries favorecem os processos metabólicos como a ressíntese de fosfocreatina (PCr), o tamponamento de H<sup>+</sup> e a remoção do lactato produzido no meio intra para o meio extracelular (GLAISTER, 2005). Esses processos estão associados com a manutenção ou aumento dos parâmetros mecânicos (e.g. potência) na execução da série (GLAISTER, 2005).

Por fim, do ponto de vista metabólico os treinos para potência devem enfatizar a via fosfagênica para ressíntese de ATP (KRAEMER; LOONEY, 2012), apesar, da via glicolítica também contribuir logo no início para a ressíntese de ATP. Em consequência do volume baixo (poucas repetições) e pausas longas, as repostas de lactato durante o treino para potência não são elevadas, quando comparado ao treino com característica mais hipertrófica.

Em suma, para potência recomendam-se exercícios que são associados com o desempenho específico. Faz-se necessário minimizar a queda do desempenho no transcórre da série ou entre a mesma. As pausas devem ter duração suficiente para minimizar a queda ou manter o desempenho na série. A via principal para ressíntese de ATP é a PCr.

## 7 POTÊNCIA E VELOCIDADE NO BRAZILIAN JIU-JITSU

O desempenho no BJJ é complexo e influenciado pelos aspectos táticos, técnicos, e físicos, que são associados às capacidades físicas força, flexibilidade e resistência, consideradas essenciais para o esporte (SILVA *et al.*, 2014). E dentre as capacidades físicas a força é considerada uma das mais importantes. No entanto, é difícil determinar qual a manifestação da força é mais importante para o BJJ, pois dependerá da técnica, tática do adversário, tipo do golpe e posição executada, a capacidade motora força é considerada determinante no BJJ (SILVA *et al.*, 2015). No entanto, é inquestionável o fato de que o desempenho técnico no BJJ é dependente de bom desempenho da força e potência (SILVA *et al.*, 2015).

Na Luta Olímpica, que é um dos esportes de combate com características semelhantes ao BJJ sem quimono, a potência é considerada elemento chave para realização dos golpes (GARCÍA-PALLARÉS *et al.*, 2011). A potência e a velocidade são importantes principalmente para atacar, contra-atacar ou defender de um movimento com rapidez. E dependendo do movimento e situação da luta a potência se manifesta de forma diferente. Em certas situações ela pode ser mais dependente da força e em outros da velocidade.

No entanto, mensurar a potência e velocidade em movimentos específicos é difícil metodologicamente. Dessa maneira, a literatura tem realizado investigações verificando a associação entre a potência e velocidade gerada em exercícios não específicos, com gesto motor específicos em algumas MEC (COSWIG *et al.*, 2018).

Especialmente com BJJ são poucos os trabalhos relacionados aos parâmetros mecânicos potência e/ou velocidade, no exercício SRL (SILVA *et al.*, 2014; DIAZ-LARA *et al.*, 2016).

Em dois estudos mensurou-se a potência e a velocidade após a simulação de luta no exercício SRL. No estudo de Silva *et al.* (2014) a potência foi mensurada nos momentos pré e 15 minutos após três simulações de luta. A potência não foi significativamente diferente entre os momentos, demonstrando que 15 minutos de intervalo entre as lutas pode ser suficiente para recuperação da potência no SRL. Já Diaz-Lara *et al.* (2016) investigou o efeito da suplementação aguda de cafeína no desempenho específico e no exercício SRL pré e pós entre duas simulações de lutas. A potência reduziu significativamente somente após a segunda luta. A velocidade apesar de cair nas duas lutas, não foi significativamente diferente comparado ao momento pré luta.

O terceiro também investigou o efeito da suplementação aguda cafeína em atletas de BJJ. Diferente dos trabalhos anteriores, a potência e a velocidade foram mensuradas no

exercício SRL sem a realização de lutas (DIAZ-LARA *et al.*, 2016). Houve aumento da potência média e velocidade gerada nas 15 repetições realizadas no teste.

Adicionalmente, Coswig *et al.* (2018) demonstraram que o desempenho no teste de *medicine ball* (MB), que apesar de não mensurar a potência é associado com o desempenho neuromuscular dos membros superiores na luta de JJ. O desempenho no teste de MB explicou 31% da variação no desempenho nas quedas, 14% nos estrangulamentos, 24% nas chaves articulares, 44% na efetividade das ações (técnicas resultantes em pontos ou finalizações) e 27% na efetividade [(nº de ações efetivas /nº total de ações) \*100)].

Em síntese, os resultados dessas evidências apresentadas dão suporte da importância da potência no desempenho dos atletas no BJJ.

## 8 JUSTIFICATIVA

Dentre as diversas capacidades motoras importantes para o desempenho nas MEC de agarre, a força e potência são consideradas determinantes para o desempenho atletas no alto rendimento (SILVA *et al.*, 2012). Por exemplo, no *wrestling* ou luta olímpica, uma MEC similar ao BJJ, atletas mais fortes conseguem desempenhar melhor os golpes da luta (GARCÍA-PALLARÉS *et al.*, 2011). Além disso, os níveis de força e potência são considerados fatores discriminantes nessa modalidade (GARCÍA-PALLARÉS *et al.*, 2011). No BJJ, a força máxima no supino reto foi significativamente superior nos atletas mais graduados, comparado aos menos graduados (SILVA *et al.*, 2015).

Já a potência, apesar de não ter sido significativamente diferente, observou-se um tamanho do efeito de moderado (0,5) a grande (1,0) nas intensidades de 30% a 60%1RM entre os atletas graduados vs menos graduados (SILVA *et al.*, 2015). No judô atletas vencedores foram mais fortes e potentes que os demais (HARRIS *et al.*, 2020).

Em diversos momentos da luta, tanto para atacar, quanto para defender, a capacidade de realizar movimentos com potência ou velocidade pode ser determinante para o seu resultado final. Nesse sentido, além da aplicação correta dos meios e métodos de treinamento de forma lógica, sistematizada e sequencial, o uso de estratégias nutricionais também poderia contribuir para complementar e interagir com os efeitos do treinamento para melhora da potência e velocidade.

Investigar se a suplementação da CAP pode aumentar a potência nos exercícios é de suma importância para incrementar a qualidade dos programas de treinamento de atletas de BJJ, bem como de seu desempenho. Isso porque a potência gerada em alguns exercícios não específicos (e.g. agachamento e supino reto) é associada com o desempenho específico em diversas modalidades esportivas (LOTURCO *et al.*, 2016). Por exemplo, o resultado no teste de MB foi associado com diversos movimentos específicos do BJJ (COSWIG *et al.*, 2018).

Apesar de ser demonstrado que a cafeína aumenta o desempenho físico agudo, o consumo da CAP poderia ser mais vantajoso, por ter efeitos colaterais menos frequentes e intensos. A cafeína pode resultar em aumento da pressão arterial, taquicardia, nervosismo, ansiedade, tremor, redução dos níveis de atenção e insônia (LÓPEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2018). Nenhum desses efeitos colaterais relacionados à cafeína foram reportados em humanos com o uso agudo da CAP por via oral e dose de 12 mg.

Por fim, no esporte de alto rendimento, devido à alta competitividade, um aumento de apenas 0,6% na potência pode fazer a diferença no resultado final na competição (PATON;

HOPKINS, 2006). Dessa maneira, além das estratégias de treino, o uso de suplementos que promovam efeito ergogênico, aumentando e/ou minimizando a queda do desempenho físico poderia ser vantajoso para o atleta.

## **9 OBJETIVO GERAL**

Investigar se a suplementação aguda de CAP interfere no desempenho mecânico, nas respostas fisiológicas e no índice de fadiga (IF) em atletas de *Brazilian Jiu-Jitsu*.

### **9.1 Objetivo específico**

1. Verificar se a suplementação aguda de CAP aumenta o pico de potência (PP) e o pico de velocidade (PV) no exercício no supino reto livre (SRL).
2. Verificar se a suplementação aguda de CAP aumenta a resposta do lactato sanguíneo e do índice de fadiga.

## **10 HIPÓTESES**

H1 - A suplementação aguda de CAP aumentará o PP e o PV no exercício SRL.

H2 - A suplementação aguda de CAP não aumentará a resposta de lactato sanguíneo e do índice de fadiga.



## 11 MÉTODOS

### 11.1 Estudo piloto

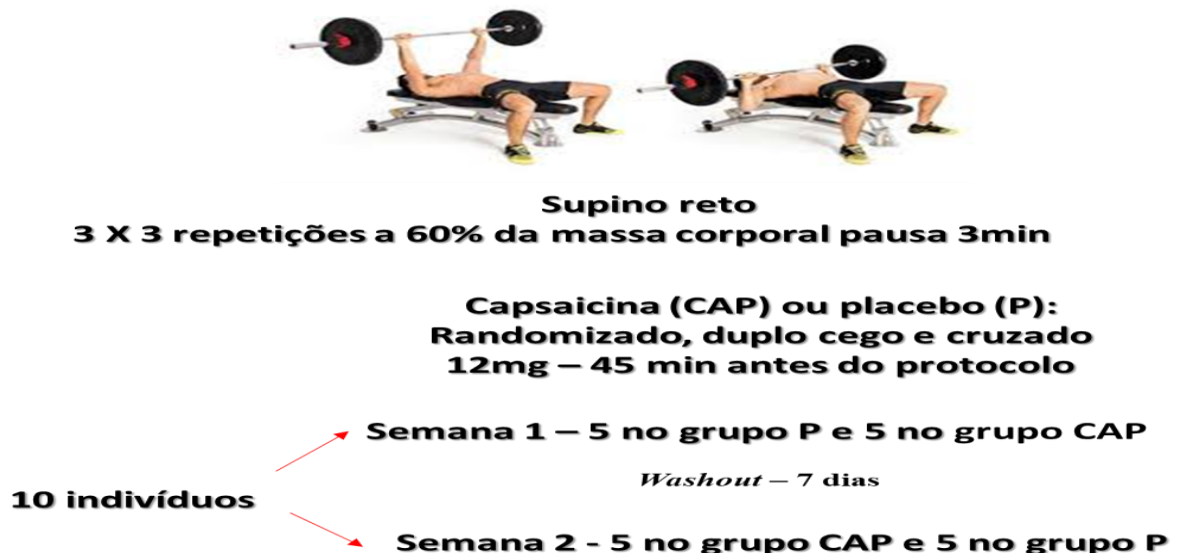
A realização de um estudo piloto é uma etapa importante no processo da pesquisa. Com ele é possível identificar os pontos fracos e potenciais problemas antes da execução da pesquisa propriamente dita. No caso dessa tese, o estudo piloto foi determinante, já que não foi reportado nenhum trabalho semelhante, que investigou o efeito agudo da CAP em um protocolo específico para potência. Dessa maneira, necessitou-se dessa etapa para testar, medir, avaliar e aprimorar os instrumentos e procedimentos metodológicos a serem utilizados na pesquisa principal.

O estudo piloto foi com dez indivíduos experientes no treinamento de força na musculação e BJJ, com idade média de  $25,5 \pm 3,1$  anos, altura de  $1,77 \pm 0,1$  cm e  $78,2 \pm 10,4$  kg de massa corporal. Por meio do estudo piloto, realizamos algumas alterações e ajustes metodológicos possibilitando maior segurança para a execução da pesquisa em si.

A dosagem, tempo da suplementação e *washout* foram as mesmas no estudo piloto e na pesquisa principal, bem como o exercício e a intensidade. As diferenças entre o piloto e a pesquisa foram na pausa, no volume e no tipo de *linear encoder* utilizado. A pausa aumentou de três para cinco minutos, o volume de três séries para cinco e a marca do *linear encoder* foi trocada, de uma nacional por uma importada.

O delineamento experimental do estudo piloto é apresentado na figura 2 e os principais achados na seção “Resultados” da tese.

**Figura 2.** Delineamento experimental do piloto.



## 11.2 Participantes

Participaram do estudo 12 atletas de alto rendimento de BJJ do sexo masculino com idade superior aos 18 anos. Os critérios para serem classificados como atletas de alto rendimento eram: ser competidor federado; praticar a MEC há pelo menos três anos; ser medalhista (ouro, prata ou bronze) em uma das competições de nível nacional (Campeonato Brasileiro) e internacional (Campeonato Mundial, Europeu, Pan Americano ou Sul Americano) regidas pela Confederação Brasileira de *Brazilian Jiu-Jitsu* (CBJJ), ou pela *International Brazilian Jiu-Jitsu Federation* (IBJJF).

Os critérios de exclusão foram: 1) não possuir nenhuma lesão que limitasse a execução parcial e/ou total dos testes propostos e já estar familiarizado com os exercícios e o método utilizado no experimento; 2) não utilizar suplemento contendo cafeína, creatina, beta alanina/carnosina ou íon bicabornato nos dois meses anteriores ao início do estudo; 3) estar utilizando esteroides anabólicos.

Na tabela 1 são apresentados os dados das características antropométricas dos atletas de BJJ.

Tabela 1. Variáveis antropométricas dos atletas (n =12).

Variáveis	Média e DP
Idade (anos)	24,3 ± 1,5
Altura	1,74 ± 0,1
Massa corporal total (kg)	75, 7 ± 10,1
Massa magra (kg)	64, 5 ± 6,5
Massa gorda (kg)	8,2 ± 3,9
Percentual de gordura (%g)	10,2 ± 3,6

## 11.3 Cuidados éticos

O projeto foi submetido à aprovação do Comitê de Ética, via plataforma Brasil (nº 24624919.3.0000.5149). Após aprovação, realizou-se contato com os atletas para informar a respeito dos procedimentos da pesquisa. A participação teve caráter anônimo e voluntário, condicionada a assinatura do Termo de Consentimento Livre Esclarecido.

## 12 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O estudo consistiu de um experimento duplo-cego e randomizado com grupos paralelos e controlado por placebo. Os voluntários foram divididos em dois grupos: 1) capsaicina (CAP) e 2) placebo (P).

### 12.1 Suplementação de capsaicina

O grupo suplementado com CAP recebeu doze miligramas de capsaicina purificada 45 minutos antes do início do protocolo. A dosagem e tempo foram determinados baseados em estudos anteriores, que demonstraram aumento da motilidade gástrica com doses superiores (FREITAS *et al.*, 2018). O grupo suplementado com placebo recebeu a mesma dose e número de cápsulas com substâncias inertes. Todas as cápsulas tinham a mesma cor e tamanho. Os protocolos foram realizados com sete dias de diferença entre eles para induzir o *washout* (tempo de eliminação do componente químico da CAP do organismo) (BELZA; JESSEN, 2005).

### 12.2 Controle alimentar

Com o objetivo de minimizar o efeito da alteração da massa corporal nos testes e execução dos protocolos, as medidas antropométricas (massa corporal, estatura e composição corporal) foram monitoradas anteriormente ao início do experimento. Um nutricionista realizou o controle da variável interveniente alimentação. O consumo alimentar foi analisado, por meio de preenchimento de recordatórios alimentares. Estas análises começaram 2 semanas antes do início do experimento. Em seguida o nutricionista adequou a distribuição de macro e micro nutrientes para cada atleta. Até o dia do experimento foi verificada a massa corporal e percentual de gordura para ajuste do plano alimentar, caso necessário. Os recordatórios foram realizados com auxílio de fotos em tamanho real dos alimentos que constarem na listagem reportada pelos atletas.

O consumo energético e de macro nutrientes foi analisado pelo software Virtual Nutri™ (São Paulo, Brasil). O consumo de água foi permitido e controlado durante as sessões experimentais.

### 12.3 Experimento

Cada voluntário realizou três visitas ao local do experimento em dias diferentes, mas sempre nos mesmo horários, entre 10h e 11h. (Figura 2). Em todas as visitas a temperatura ambiente foi controlada (20°C e 24°C). A primeira visita ocorreu uma semana anterior ao início da coleta experimental e realizou-se: 1) avaliação antropométrica e 2) determinação do pico de potência nos exercícios supino reto livre. Na segunda e terceira visita os atletas foram divididos de forma randomizada e dividido em dois grupos: 1) suplementado com CAP ou 2) com placebo e realizaram os protocolos para potência. A segunda e terceira visita ocorreram com sete dias uma da outra. No momento pré foi coletado lactato sanguíneo (LAC) e ingerida as cápsulas com CAP. Em seguida (45 minutos) os atletas executaram os protocolos para potência. O PP foi mensurado em cada repetição. O LAC foi coletado nos momentos pré e pós (3º minuto). Em todas as coletas, os voluntários estavam “cegos” para os dados dos parâmetros mecânicos. Além disso, o pesquisador que coletou os dados mecânicos estava “cego” em relação as substâncias (CAP ou placebo). Houve incentivo verbal em todas as séries executadas.

**Figura 3.** Delineamento experimental.



## 12.4 Avaliação Antropométrica

Para medir a estatura dos voluntários utilizou-se o altímetro da balança Filizola<sup>®</sup> com precisão de 0,1 cm. A composição corporal, massa corporal (kg) total, massa magra (kg), massa gorda (kg), percentagem de gordura corporal (%g) mediu-se com um aparelho de bioimpedância Tanita Ironman BC-1500<sup>®</sup> (HETZLER *et al.*, 2006).

## 12.5 Identificação do pico de potência

O pico de potência (PP) foi mensurado no exercício supino reto livre (SRL). Inicialmente, os atletas realizaram uma parte preparatória geral (PPG) que consistiu de cinco minutos de bicicleta em baixa intensidade (Monark<sup>®</sup>, 0.5 kp, 60 rpm). A parte preparatória específica (PPE) consistiu de uma série de cinco repetições com 40%MC.

Após cinco minutos de intervalo, os atletas executaram o teste para identificação do PP no exercício SRL. A parte preparatória no SRL foi realizada com uma quantidade de massa externa (kg) total (barra + anilha) referente a 40% da massa corporal (LOTURCO *et al.*, 2016). Foram realizadas duas séries de três repetições com pausa de um minuto entre as séries e cinco minutos entre os exercícios (LOTURCO *et al.*, 2016). Na identificação do PP, a cada tentativa foi incrementado 10% da massa total, até os atletas atingirem o PP e posteriormente ocorrer uma queda (LOTURCO *et al.*, 2016).

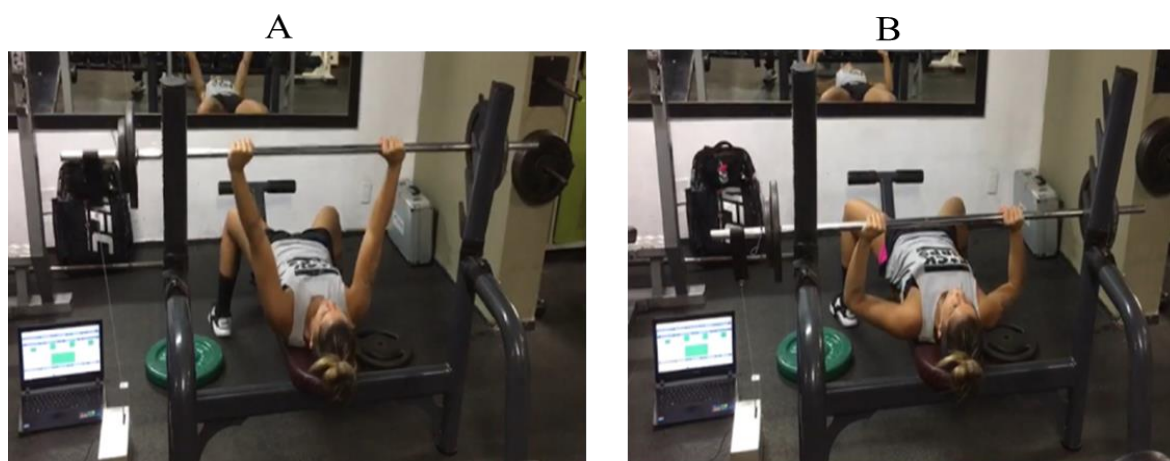
A média das três repetições foi utilizada para comparação. O pico de potência e da velocidade foi mensurado por meio de um *linear encoder* (modelo *Speed4lift*<sup>®</sup>) previamente validado pela literatura (FONSECA *et al.*, 2016).

## 12.6 Procedimentos metodológicos no supino reto livre (SRL) e protocolo experimental

Os atletas executaram exercício supino reto livre (SRL) com a pegada padronizada para cada avaliado, na qual foi a partir do afastamento das mãos na largura dos ombros com os cotovelos estendidos e os ombros aduzidos horizontalmente. Este procedimento foi executado antes da execução da primeira série. O exercício iniciou com os braços estendidos e posteriormente foi realizada a ação excêntrica, de forma controlada por um metrômero, com uma duração de 2 segundos. Os voluntários foram instruídos a realizar o movimento de empurrar a barra o mais rápido possível, sem liberar a barra das mãos (GONZÁLEZ-BADILLO *et al.*, 2014). O protocolo para ambos as condições consistiu de quatro séries, com cinco

repetições em cada, com 60% da MC e pausa de 5 minutos entre as séries. Para garantir que a amplitude de movimento se mantivesse similar na fase excêntrica entre as repetições, os voluntários foram instruídos a encostarem a barra no peito.

**Figura 4.** Supino reto livre (SRL); A - Posição inicial e B – posição final.



### 12.7 Mensuração do lactato

Para a mensuração da resposta do La sanguíneo, o sangue foi coletado no dedo indicador após perfurações com lancetas esterilizadas e descartáveis da marca *Accu-Chek Softclix® Pro* (Roche® Diagnóstica, Jaguaré, SP, Brasil) nos momentos pré e 3º minuto após o protocolo de exercícios. Foram utilizados 30µl de sangue coletados através de capilares heparinizados e analisados no aparelho portátil *Accusport®*. Estudo prévio demonstrou a acurácia e confiabilidade desse aparelho para uso em campo (BALDARI *et al.*, 2009).

### 12.8 Índice de fadiga

O índice de fadiga foi calculado com a seguinte fórmula:  $IF = (\text{valor da 4ª série} / \text{valor da 1ª série}) \times 100$ . Maiores valores de % de IF indicam maiores índices de fadiga (DIPLA *et al.*, 2009).

### 13 TRATAMENTO DOS DADOS

Estatísticas descritivas [média  $\pm$  desvio padrão e intervalo de confiança (IC)] foram utilizadas para sumarizar os resultados das variáveis dos estudos. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de *Shapiro-Wilk*. A identificação do PP foi por meio de um ajuste polinomial de segunda ordem. Para comparar a diferença do PP entre as condições e séries utilizou-se a análise de variância *two-way* (ANOVA) com medidas repetidas, seguida do teste post hoc de *Bonferroni*. Para comparar a diferença da média de todas as séries do PP e PV, das respostas do LAC e do IF utilizou-se o teste *t* pareado de *Student*. Para verificar a magnitude das diferenças entre as comparações foi calculado o tamanho de efeito (TE) utilizando o Cohen *d* e delta percentual ( $\Delta\%$ ). A magnitude do valor de *d* foi de até 0,20 baixo efeito, 0,50 efeito médio e acima de 0,80 efeito grande (ESPÍRITO SANTO; DANIEL, 2017). O erro padrão da estimativa (EPE) ( $EPE = \sqrt{SD^2 - ICC}$ ) e a mínima diferença detectável (MDD) ( $EPE \times 1,96 \times \sqrt{2}$ ) foram utilizados para determinar o efeito real da suplementação. O teste qui-quadrado foi utilizado para verificar a diferença da proporção entre os indivíduos que obtiveram ou não efeito positivo. Em todas as análises foi adotado um nível de significância de  $p < 0,05$ .

## 14 RESULTADOS DO ESTUDO PILOTO

A tabela 2 apresenta os resultados do estudo piloto da comparação do PP, no exercício supino reto em praticantes de musculação, entre as condições P vs CAP. Houve diferença significativa no pico de potência entre as condições ( $t = 3.3$ ;  $gl = 9$ ;  $p < 0,009$ ). A suplementação aguda de CAP propiciou aumento de 9% e TE pequeno no PP.

**Tabela 2.** Resultado do efeito da suplementação de CAP no pico de potência (Watts), no exercício supino reto em praticantes de musculação e BJJ.

CE	DP	$\Delta\%$	TE (IC95%)	Classificação
P (n = 10)	792 $\pm$ 188			
CAP (n = 10)	860 $\pm$ 218*	8%	0,3 (-0,17 a 0,85)	Pequeno

\* =  $p < 0,05$ . **Legenda:** DP = desvio padrão; CE = Condição experimental; P = Placebo; CAP = Capsaicina; TE = Tamanho do efeito. Dados expressos como média e  $\pm$  desvio padrão (DP).

Na tabela 3 são apresentados os valores individuais do PP, bem como a diferença percentual e o TE entre as condições P e CAP. Em 50% do total da amostra, o valor do PP com a suplementação de CAP foi superior ao valor da MDD, indicando também efeito positivo da suplementação (Tabela 2).



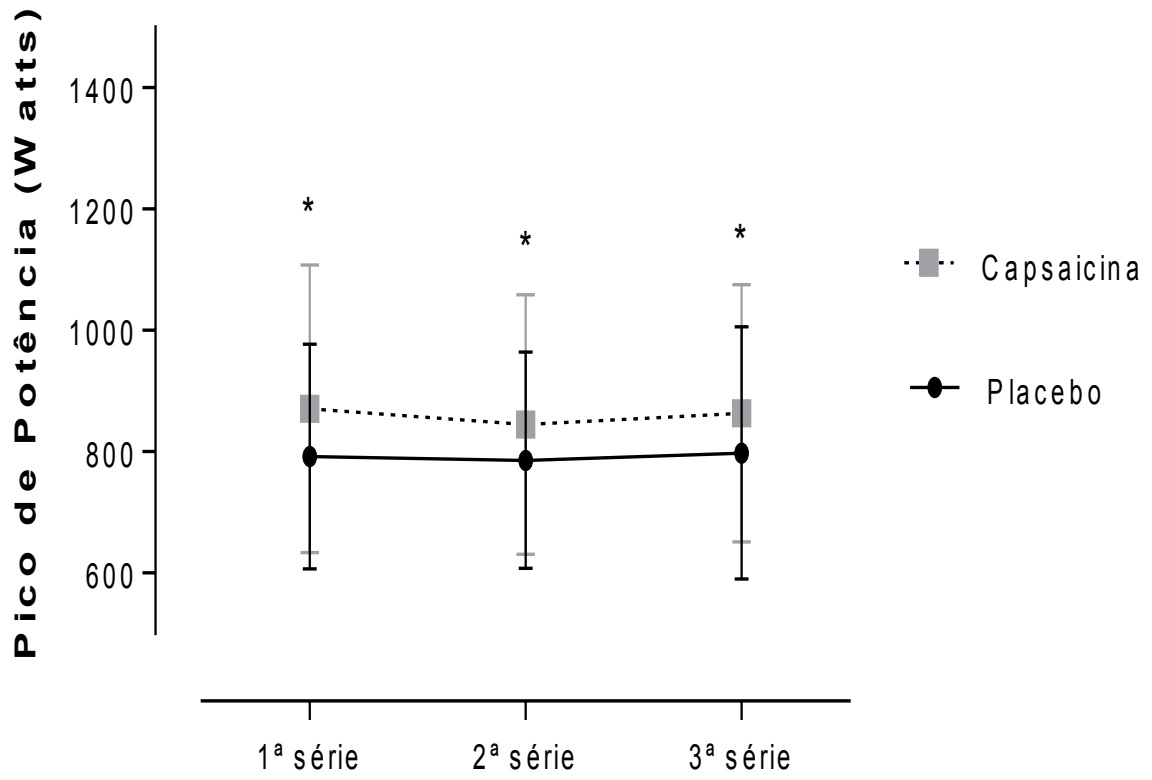
**Tabela 3.** Respostas individuais do pico de potência (watts) no estudo piloto.

Atleta	P	CAP	CAP - P ( $\Delta\%$ )	TE (Interpretação)	$\uparrow$ MDD S ou N
1	653 $\pm$ 21,0	691 $\pm$ 20,4	38 (6%)	1,48 (Muito Grande)	N*
2	857 $\pm$ 34,7	971 $\pm$ 113,0	114 (13%)	1,09 (Grande)	S
3	695 $\pm$ 63,5	869 $\pm$ 59,2	174 (25%)	2,27 (Muito Grande)	S
4	1176 $\pm$ 74,0	1330 $\pm$ 23,4	155 (13%)	2,25 (Muito Grande)	S
5	828 $\pm$ 3,5	873 $\pm$ 27,6	45 (5%)	1,82 (Muito Grande)	S
6	843 $\pm$ 37,5	874 $\pm$ 39,6	31 (4%)	0,64 (Médio)	N*
7	726 $\pm$ 38,8	833 $\pm$ 20,3	107 (15%)	2,76 (Muito Grande)	S
8	529 $\pm$ 10,3	552 $\pm$ 5,0	23 (4%)	1,36 (Muito Grande)	N*
9	631 $\pm$ 10,2	626 $\pm$ 12,1*	-5 (-1%)	-0,38 (Pequeno)	N*
10	981 $\pm$ 16,6	977 $\pm$ 46,7*	-3 (0%)	-0,07 (Insignificante)	N*

Dados são expressos como média e  $\pm$  desvio padrão (DP).

A análise de variância com dois fatores demonstrou que houve efeito da suplementação de CAP nos valores do pico de potência ( $F_{(1,9)} = 10,969$ ;  $p = 0,009$ ), mas sem interação entre séries e condição ( $F_{(1,9)} = 0,297$ ;  $p = 0,599$ ).

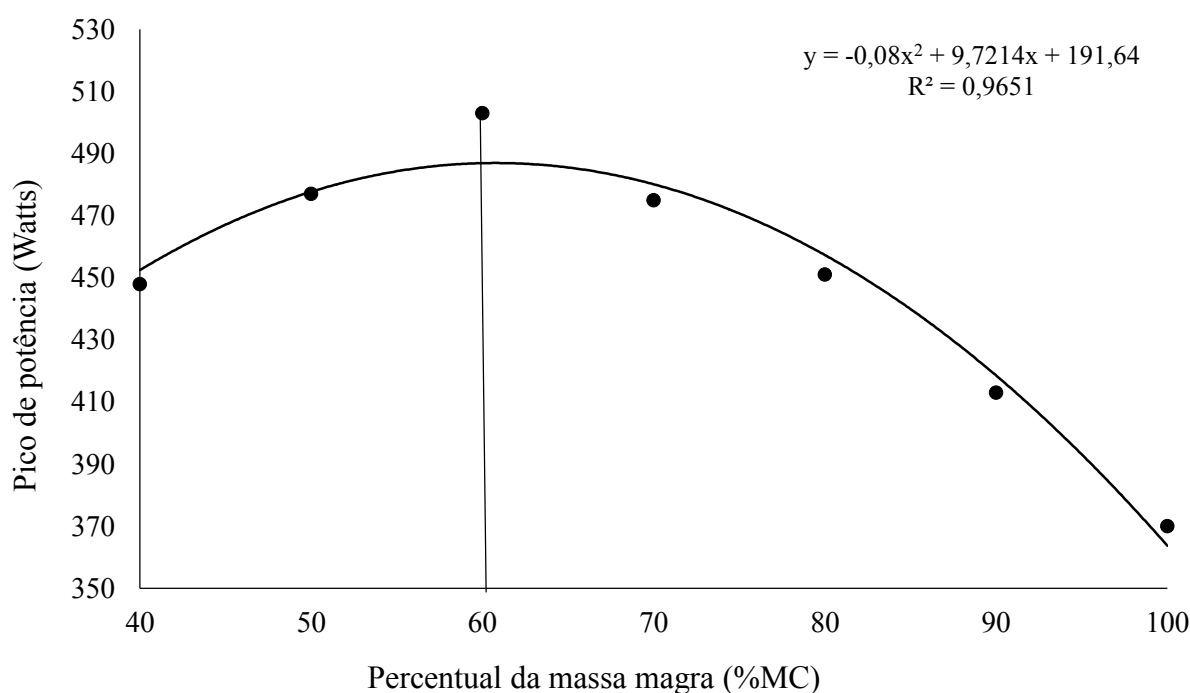
**Figura 5.** Valor do PP entre as séries nas condições P e CAP (piloto).



## 15 RESULTADOS DA PESQUISA PRINCIPAL

A figura 6 apresenta o resultado do ajuste polinomial de segunda ordem utilizado para identificar em qual %MC o PP foi maximizado. Houve um melhor ajuste a 60%MC ( $R^2 = 0,97$ ).

**Figura 6.** Relação entre potência e %MC com respectiva identificação do PP em atletas de BJJ.



PP = pico de potência, %MC = percentual da massa corporal, BJJ = *Brazilian Jiu-jitsu*.

Na tabela 4 são apresentados os valores dos macronutrientes e total de calorias entre as condições P e CAP. Não houve diferença significativa no consumo dos macronutrientes e no total de calorias entre os grupos.

**Tabela 4.** Composição dos macros nutrientes e total de calorias.

Macro nutriente	Placebo (n = 12)	Capsaicina (n = 12)	p
Carboidrato	243,2 ± 114	245,4 ± 115	0,96
Proteínas	188,0 ± 90	191,9 ± 89	0,92
Lipídeos	82,7 ± 43	84,8 ± 43	0,91
Total de calorias	2468± 987	2512± 977	0,92

Na tabela 5 são apresentados os resultados da comparação do PP, no exercício supino reto livre entre as condições experimentais P vs CAP. Houve diferença significativa no PP entre as condições (P vs CAP) ( $t = 5.6$ ,  $df = 11$ ;  $p = 0,0002$ ). Observou-se aumento de 4,4% no PP e tamanho do efeito pequeno.

**Tabela 5.** Resultado do efeito da suplementação de CAP no pico de potência (Watts), no exercício supino reto em atletas de BJJ.

CE	DP	$\Delta\%$	TE (IC95%)	Classificação
P (n = 12)	504 $\pm$ 48			
CAP (n = 12)	526 $\pm$ 60*	4,4%	0,3 (-0,55 a 1,05)	Pequeno

\* =  $p < 0,05$ . **Legenda:** DP = desvio padrão; CE = Condição experimental; P = Placebo; CAP = Capsaicina; TE = Tamanho do efeito. Dados expressos como média e  $\pm$  desvio padrão (DP).

Na tabela 6 são apresentados os resultados da comparação do PV, no exercício supino reto entre as condições experimentais P vs CAP. Houve diferença significativa no PV entre as condições (P vs CAP) ( $t = 6.6$ ,  $df = 11$ ;  $p < 0,0001$ ). Observou-se aumento de 7,7% no PV e tamanho do efeito médio.

**Tabela 6.** Resultado do efeito da suplementação de CAP no pico de velocidade (m/s), no exercício supino reto em atletas de BJJ. (N = 12)

Condição experimental	DP	$\Delta\%$	TE (IC95%)	Classificação
P (n = 12)	1,34 $\pm$ 0,12			
CAP (n = 12)	1,40 $\pm$ 0,11*	7,3%	0,5 (-0,32 a 1,30)	Médio

\* =  $p < 0,05$ . **Legenda:** DP = desvio padrão; P = Placebo; CAP = Capsaicina; TE = Tamanho do efeito. Dados expressos como média e  $\pm$  desvio padrão (DP).

Na tabela 7 são apresentados os resultados individuais da comparação do PP entre as condições P vs CAP. O teste qui-quadrado mostrou diferença significativa entre o percentual dos voluntários que obtiveram efeito com a suplementação ( $p = 0,021$ ). Dos doze indivíduos, em dez observou-se efeito positivo com a suplementação de CAP, o equivalente a 83% do total da amostra. O aumento do PP expresso em percentual variou de 2% a 10%. Contudo, em 1

indivíduo observou-se queda de 1% e em outro os valores mesmo sendo superiores não foram acima da mínima diferença detectável (MDD) calculada individualmente.

**Tabela 7.** Respostas individuais do pico de potência (watts) nos atletas de BJJ.

Atleta	P	CAP	CAP – P ( $\Delta\%$ )	TE (Interpretação)	$\uparrow$ MDD S ou N
1	576 $\pm$ 75	570 $\pm$ 25	-6,5 (-1%)	-0,5 (Grande)	N*
2	689 $\pm$ 25	718 $\pm$ 7	28,8 (4%)	3,4 (Muito Grande)	S
3	517 $\pm$ 13	535 $\pm$ 9	18 (3%)	1,4 (Grande)	S
4	517 $\pm$ 16	533 $\pm$ 11	16 (3%)	1,0 (Grande)	S
5	416 $\pm$ 27	424 $\pm$ 11	7 (2%)	0,30 (Pequeno)	N*
6	475 $\pm$ 7	487 $\pm$ 10	12 (2,5%)	1,2 (Grande)	S
7	476 $\pm$ 14	507 $\pm$ 7	31 (7%)	2,4 (Muito Grande)	S
8	513 $\pm$ 21	535 $\pm$ 17	22 (4%)	1,0 (Grande)	S
9	333 $\pm$ 5	368 $\pm$ 10	35 (10%)	3,9 (Muito Grande)	S
10	517 $\pm$ 44	561 $\pm$ 16	44 (9%)	1,2 (Grande)	S
11	480 $\pm$ 7,0	513 $\pm$ 12	33 (7%)	2,9 (Muito Grande)	S
12	544 $\pm$ 13	570 $\pm$ 16	27 (5%)	1,6 (Grande)	S

**Legenda:** P = placebo; CAP = Capsaicina;  $\uparrow$ MDD = Acima da mínima diferença detectável; S = sim, N = não, CAP – P = Diferença absoluta entre as condições;  $\Delta\%$  = Diferença relativa; TE = Tamanho do efeito, \* = Inferior ao valor da MDD. Dados expressos como média e  $\pm$  desvio padrão (DP).

Na tabela 8 são apresentados os resultados individuais da comparação do pico de velocidade entre as condições P vs CAP. O teste qui-quadrado mostrou diferença significativa entre o percentual de voluntários que obtiveram efeito com a suplementação ( $p = 0,021$ ). Dos doze indivíduos, dez obtiveram efeito positivo com a suplementação de CAP, o equivalente a

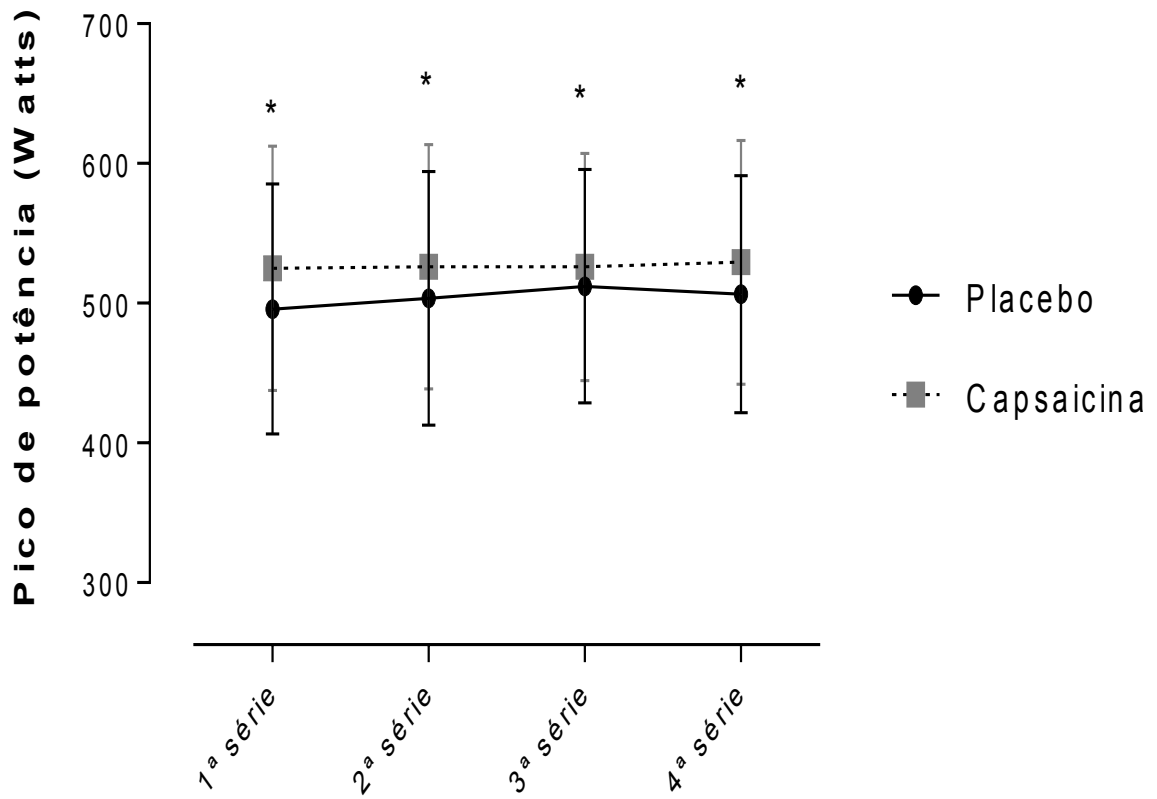
83% do total da amostra. O aumento do PV variou de 3% a 10%. Contudo, em dois indivíduos não se observou efeito da suplementação de CAP.

**Tabela 8.** Respostas individuais do pico de velocidade (m/s) nos atletas de BJJ.

Atleta	P	CAP	CAP – P ( $\Delta\%$ )	TE (Interpretação)	$\uparrow$ MDD S ou N
1	1,47 $\pm$ 0,01	1,47 $\pm$ 0,02	0,00 (0,2%)	0,00 (Médio)	N*
2	1,41 $\pm$ 0,02	1,46 $\pm$ 0,02	0,05 (4%)	1,4 (Muito Grande)	S
3	1,39 $\pm$ 0,04	1,45 $\pm$ 0,02	0,06 (4%)	1,0 (Grande)	S
4	1,33 $\pm$ 0,02	1,33 $\pm$ 0,03	0,00 (0,0%)	0,3 (Pequeno)	N*
5	1,31 $\pm$ 0,09	1,40 $\pm$ 0,04	0,09 (7%)	1,2 (Grande)	S
6	1,52 $\pm$ 0,01	1,55 $\pm$ 0,03	0,03 (2%)	2,4 (Muito Grande)	S
7	1,22 $\pm$ 0,04	1,30 $\pm$ 0,02	0,08 (7%)	-0,6 (Médio)	S
8	1,22 $\pm$ 0,03	1,28 $\pm$ 0,04	0,06 (5%)	1,0 (Grande)	S
9	1,20 $\pm$ 0,01	1,28 $\pm$ 0,03	0,09 (7%)	3,9 (Muito Grande)	S
10	1,46 $\pm$ 0,06	1,54 $\pm$ 0,04	0,08 (6%)	1,2 (Grande)	S
11	1,17 $\pm$ 0,02	1,24 $\pm$ 0,03	0,08 (7%)	2,9 (Muito Grande)	S
12	1,44 $\pm$ 0,03	1,52 $\pm$ 0,02	0,08 (5%)	-0,4 (Pequeno)	S

Legenda: P = placebo; CAP = Capsaicina;  $\uparrow$ MDD = Acima da mínima diferença detectável; S = sim, N = não, CAP – P = Diferença absoluta entre as condições;  $\Delta\%$  = Diferença relativa; TE = Tamanho do efeito, \* = Valor inferior a MDD. Dados expressos como média e  $\pm$  desvio padrão (DP).

Na figura 7 são apresentadas as médias do PP em cada série. A análise de variância com dois fatores demonstrou que houve efeito da suplementação de CAP no PP ( $F_{(1,11)} = 30,886$ ;  $p = 0,001$ ), mas sem interação entre séries e condição ( $F_{(1,11)} = 0,848$ ;  $p = 0,49$ ).

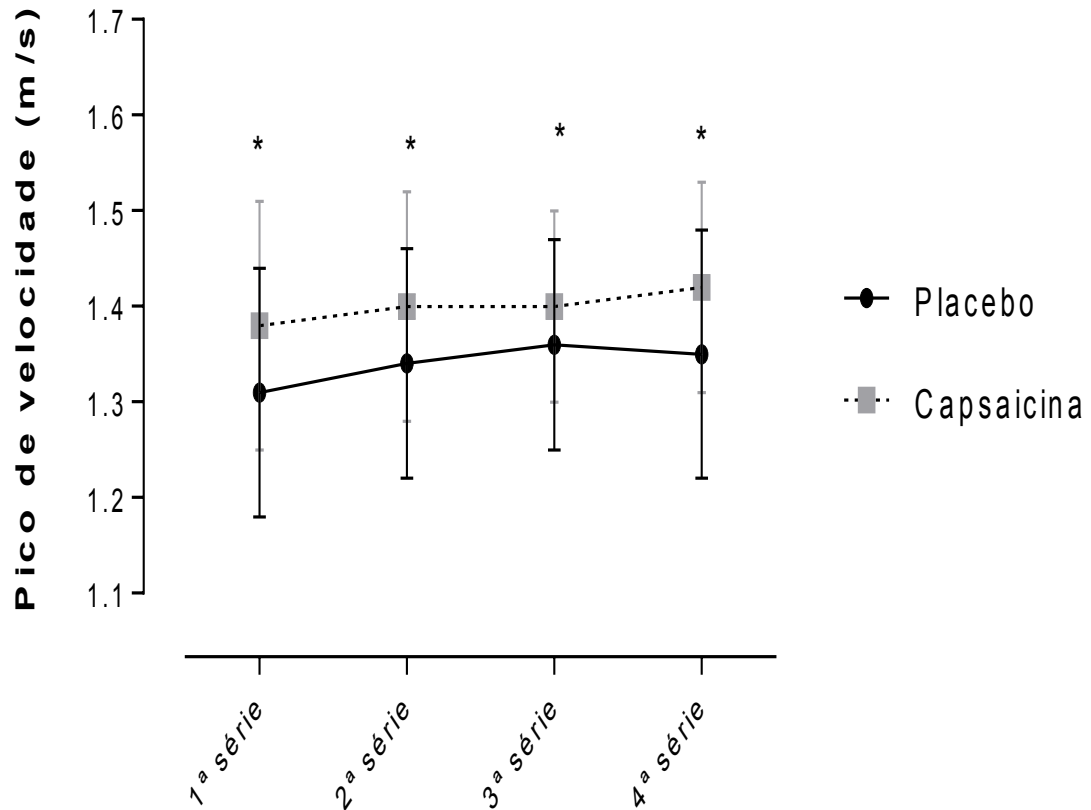
**Figura 7.** Valor do PP entre as séries nas condições P e CAP

PP = pico de potência, P = Placebo, CAP = Capsaicina. Dados são apresentados como média  $\pm$  desvio padrão.

\* Diferença significativa entre P ( $p < 0,05$ )

Na figura 8 são apresentadas as médias do PV em cada série. A análise de variância com dois fatores demonstrou que houve efeito da suplementação de CAP no PV ( $F_{(1,11)} = 43,238$ ;  $p = 0,001$ ), mas sem interação entre séries e condição ( $F_{(1,11)} = 1,142$ ;  $p = 0,34$ ).

**Figura 8.** Valor do PV entre as séries nas condições P e CAP



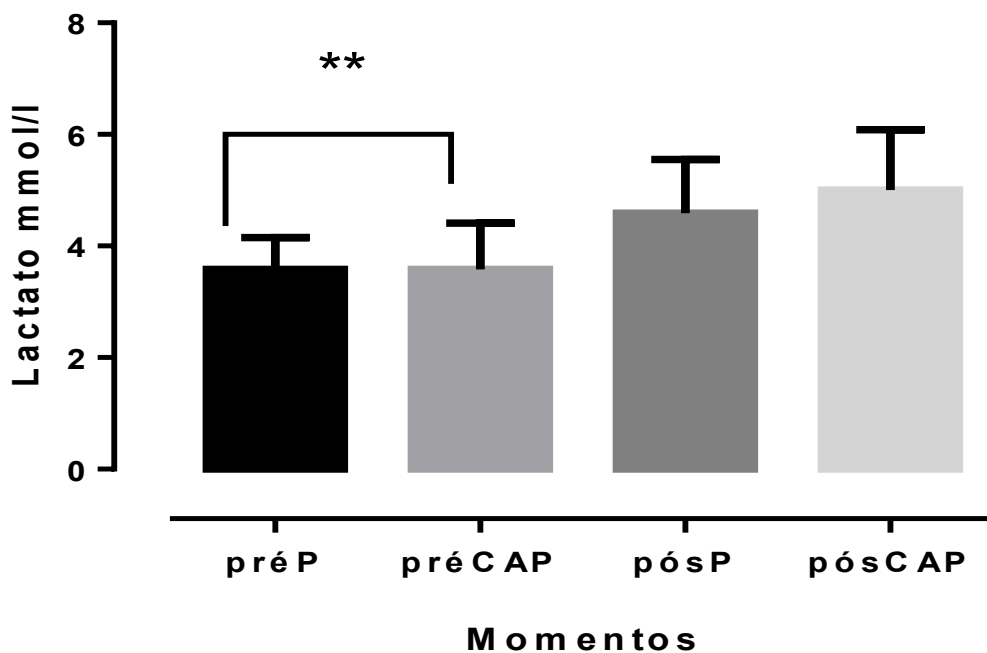
PV = pico de velocidade, P = Placebo, CAP = Capsaicina. Dados são apresentados como média  $\pm$  desvio padrão.

\* Diferença significante entre P ( $p < 0,05$ ).



A figura 9 apresenta as respostas de LAC sanguíneo entre as condições e momentos. Não houve diferença significativa nos valores de LAC sanguíneo entre as condições nos momentos pré ( $p > 0,999$ ) e pós-protocolo ( $p = 0,358$ ). Houve aumento significativo nos valores de LAC entre os momentos pré e pós protocolo, tanto para o grupo P ( $p = 0,001$ ), quanto para o CAP ( $p < 0,001$ ).

**Figura 9.** Respostas do LAC sanguíneo nos momentos pré e pós-protocolo para potência entre o grupo P vs CAP.

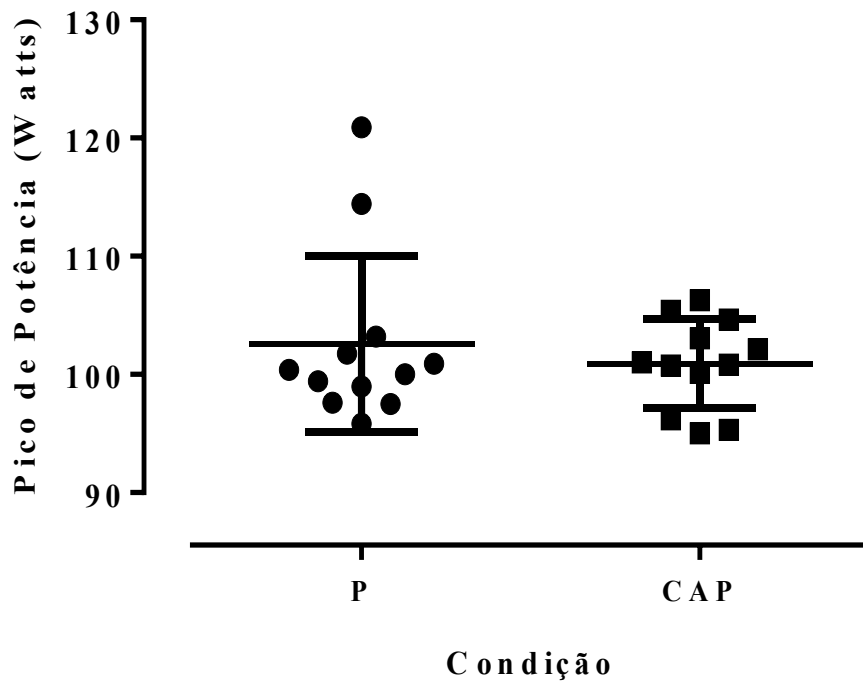


**Legenda:** pré P = momento pré-placebo, pré CAP = momento pré capsaicina, pósP= momento pós placebo, pós CAP= momento pós capsaicina.

\* = Diferença significativa entre os momentos pré e pós.

Na figura 10 são apresentados os valores do índice de fadiga entre as situações experimentais (P vs CAP) para o PP. Não houve diferença significativa ( $t = 0,70$ ;  $df = 22$ ;  $TE = -0,28$ ,  $p = 0,49$ ) entre os grupos P ( $103 \pm 7,5$ ;  $IC^{95}_{inf} = 98$  e  $IC^{95}_{sup} = 107$ ) e CAP ( $101 \pm 3,8$ ;  $IC^{95}_{inf} = 98$  e  $IC^{95}_{sup} = 103$ ).

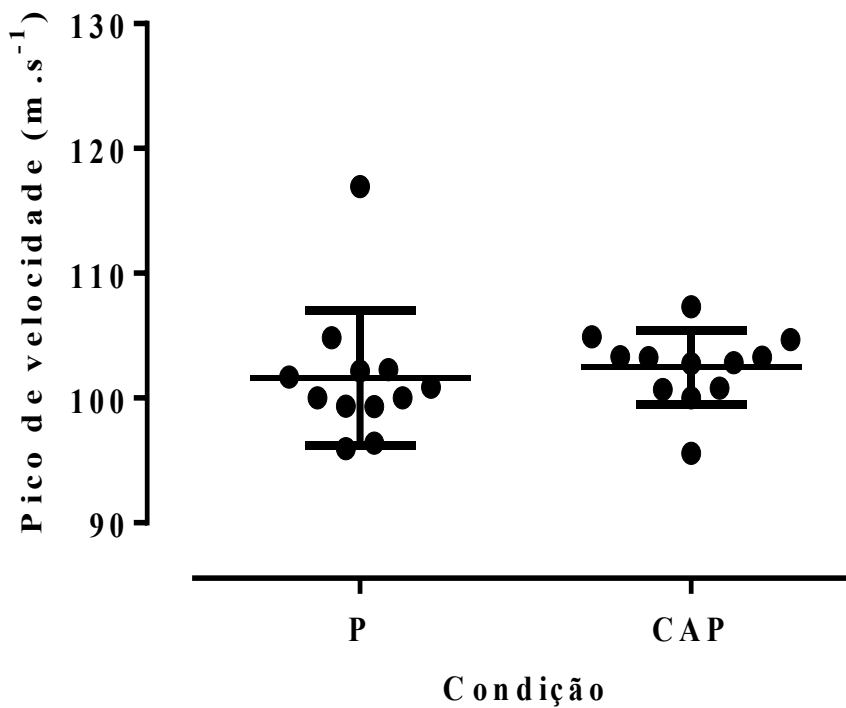
**Figura 10.** Valores individuais do IF para o PP entre as condições P vs CAP.



**Legenda:** IF = índice de fadiga; PP = Pico de potência; P = placebo; CAP = capsaicina

Na figura 11 são apresentados os valores do índice de fadiga entre as situações experimentais (P vs CAP) para o PV. Não houve diferença significativa ( $t = 0,45$ ;  $df = 22$ ;  $TE = 0,18$ ;  $p = 0,66$ ) entre os grupos P ( $102 \pm 5,4$ ;  $IC^{95}_{inf} = 98$  e  $IC^{95}_{sup} = 105$ ) e CAP ( $102 \pm 3,0$ ;  $IC^{95}_{inf} = 101$  e  $IC^{95}_{sup} = 104$ ).

**Figura 11.** Valores individuais do IF para o PV entre as condições P vs CAP.



**Legenda:** IF = índice de fadiga; PV = Pico de velocidade; P = placebo; CAP = capsaicina

## 16 DISCUSSÃO

O presente estudo investigou se a suplementação aguda de CAP interfere no desempenho mecânico, nas respostas de lactato sanguíneo e no índice de fadiga (IF) em atletas de BJJ. O principal achado do estudo foi que a suplementação aguda de CAP aumentou o desempenho mecânico, comparado ao grupo placebo no exercício SRL. Já a resposta do LAC sanguíneo e o IF não se diferiram entre as condições (P vs CAP), somente o LAC aumentou significativamente entre os momentos pré e pós intervenção.

Comparado aos outros tipos de treinamento e esportes, poucos estudos são reportados relacionados à investigação do efeito agudo de suplementos, no desempenho físico em esportes de combate. No que tange à suplementação com efeito estimulante, a maioria dos trabalhos com esportes de combate foram realizados com cafeína (LÓPEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2018). Recente revisão demonstrou efeito positivo com a suplementação aguda de cafeína em atletas de judô, tae-kwon-do, luta olímpica e BJJ (LÓPEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2018). Do número total de estudos analisados, três foram com BJJ, contudo nenhum deles investigou a resposta aguda especificamente com protocolo para potência.

Para o nosso conhecimento, esse foi o primeiro estudo que investigou o efeito da suplementação aguda de um suplemento estimulante no PP e PV, no exercício SRL e utilizando protocolo específico para potência. Apesar do crescente número de estudos sobre o efeito agudo da CAP, este foi também o primeiro com atletas de uma modalidade de esporte de combate.

Devido à escassez de estudos específicos sobre CAP em atletas e protocolo para potência, nossos resultados foram comparados com os achados de trabalhos anteriores que utilizaram a CAP de forma aguda em humanos, porém com diferentes protocolos e com resultados das revisões do efeito agudo de cafeína, citrulina e pré-treino. Apesar de algumas semelhanças e diferenças nos mecanismos de ação entre os suplementos (cafeína, citrulina e pré-treino) foram publicadas revisões sistemáticas relacionadas ao efeito dessas substâncias na potência. Por fim, discutimos o efeito da CAP na resposta de lactato e no índice de fadiga.

### 16.1 Eficácia da suplementação aguda de CAP no desempenho mecânico

Os resultados do estudo confirmam a primeira hipótese, de que a suplementação aguda de CAP aumentaria o desempenho mecânico no exercício SRL. Houve efeito da suplementação de CAP em cada série (figura 4 e 5) e nos valores médios de todas as séries, tanto para o PP (tabela 2), quanto para o PV (tabela 3). A magnitude do aumento de todas as séries foi de 4,4%

e 7,7% e o TE de 0,2 e 0,5 para o PP e PV respectivamente. Quando analisado individualmente o efeito ocorreu em 83% dos atletas para ambas as variáveis mecânicas.

Somente dois estudos foram encontrados na literatura que mensuraram o PP e PV em atletas de BJJ no exercício SRL (DIAZ-LARA *et al.*, 2016). Contudo, em ambos os trabalhos a suplementação aguda foi com cafeína e os protocolos não foram específicos para potência.

No primeiro trabalho, apesar da mensuração da potência e velocidade terem sido realizadas com poucas repetições (duas), elas foram mensuradas pré e pós simulação de luta e somente com uma série (DIAZ-LARA *et al.*, 2016). Todavia, houve aumento significativo na potência e velocidade com a suplementação de cafeína. Esse aumento foi de 6% e TE = 0,4 para a potência e 1% e TE = 0,2 para a velocidade.

Já no segundo estudo do mesmo autor, o protocolo utilizado foi com um número maior de repetições (15 rep) e assim como no anterior foi realizada somente uma série (DIAZ-LARA *et al.*, 2016). Mesmo assim, também se observou efeito ergogênico da cafeína nos parâmetros mecânicos. Os valores do  $\Delta\%$  e TE para a potência máxima e média da potência foram de 10,5% e 0,5 e 7,5% e 0,3 respectivamente. Para a velocidade máxima o  $\Delta\%$  foi de 5,6% e o TE = 0,10.

Outro suplemento que tem demonstrado efeito na potência é a citrulina. Recente meta-análise identificou benefício dessa substância em exercícios para potência (TREXLER *et al.*, 2019). Apesar do TE relatado ter sido trivial (0,04) e a amostra não ser constituída por lutadores, os autores ressaltaram que os efeitos podem ser relevantes para atletas (TREXLER *et al.*, 2019).

Outra classe de suplemento, bastante utilizado por atletas e praticantes de exercícios é o pré-treino (HARTY *et al.*, 2018). Uma revisão relacionada a esse produto demonstrou resultados controversos na potência (HARTY *et al.*, 2018). Foram reportados valores do TE variando de 0,29 a 0,53 para a potência e 0,83-0,86 para o PV. Essa maior variabilidade nos resultados pode ser devido à mistura de várias substâncias no produto. Tornando difícil saber qual delas induziu efeito positivo, ou se foi sinérgico.

Especificamente com a CAP, no âmbito do treinamento, diversos estudos têm demonstrado efeito ergogênico no desempenho físico, com a suplementação aguda dessa substância em diferentes capacidades motoras (FREITAS *et al.*, 2018), bem como em variados tipos de protocolos experimentais (FREITAS *et al.*, 2019). Porém, nenhum protocolo até o presente momento foi para a potência e com atletas de MEC.

No que tange a capacidade motora força foram encontrados três estudos. No primeiro, Freitas *et al.* (2018) compararam o efeito agudo da suplementação de CAP na dosagem de 12mg, na quantidade total de massa levantada (massa total x repetições), em indivíduos com 1 ano de treinamento de força e frequência semanal de 3 vezes por semana. O protocolo consistiu

em realizar quatro x até a falha concêntrica, com uma intensidade de 70%1RM, no exercício agachamento com pausa de 90 segundos entre as séries. A quantidade total de massa levantada e o número total de repetições nas séries foram maiores significativamente no grupo suplementado com CAP ( $t = 3,88$ ,  $p = 0,002$ ) comparado com o grupo placebo. O tamanho do efeito encontrado foi moderado para a massa total ( $d = 0,68$ ) e para o número de repetições ( $d = 0,60$ ). O grupo suplementado com CAP levantou 19% a mais de massa total. O resultado desse estudo demonstrou que a suplementação aguda de CAP aumenta o volume de treino quando expresso pelo número de repetições.

No segundo relacionado à capacidade motora força, os autores investigaram o efeito agudo da suplementação de CAP em um protocolo com duração de quatro minutos realizado no aparelho isocinético de extensão de joelho, em estudantes ativos recreacionalmente (CROSS *et al.*, 2020). As variáveis quantificadas foram o pico de torque, o índice de resistência muscular (somatório do torque) e de índice de fadiga. Diferente do estudo anterior, a suplementação de CAP foi por meio de uma goma de fruta picante com a dosagem de 1,2 mg. A produção de torque foi significativamente maior ( $p = 0,04$ ;  $d = 0,80$ ) com a suplementação de CAP ( $126,0 \pm 40,4 \text{ N.m}^{-1}$ ) vs com placebo ( $118,8 \pm 41,3 \text{ N.m}^{-1}$ ) e 5% mais elevada. Esse efeito positivo ocorreu em 6 dos 9 sujeitos, o equivalente a 67% da amostra. Não houve diferença significativa no torque somado ( $8012 \pm 2771$  vs.  $7823 \pm 2611 \text{ N.m}^{-1}$ ;  $d = 0,45$ ) ou índice de fadiga ( $56,0 \pm 17,1$  vs  $48,7 \pm 21,0\%$ ;  $d = 0,46$ ) entre os grupos CAP vs placebo, respectivamente.

Em contrapartida, o terceiro estudo não relatou efeito ergogênico com a suplementação de CAP em exercícios de força. Piconi *et al.* (2019) investigaram o efeito agudo da suplementação de CAP (12 mg) no desempenho de três exercícios de força comuns da marca *Crossfit*<sup>®</sup>. Foram selecionadas para o estudo seis mulheres com histórico de prática de  $9,8 \pm 2,6$  meses (frequência de três treinos por semana) e participantes em competições regionais e nacionais da modalidade. O protocolo de teste consistiu de 3 rounds de 3 séries de 1 minuto de execução dos exercícios *deadLift*, *hang power clean* e *clean & jerk*, com 1 minuto de pausa passiva entre os rounds e as séries. O desempenho foi quantificado e comparado pelo somatório do número total de repetições de cada exercício. Não houve diferença significativa no número de repetições entre as situações placebo ( $192,67 \pm 14,46$ ) e CAP ( $186,0 \pm 4,94$ ) ( $p=0,089$ ). Em relação a diferença percentual, houve uma redução média de  $3,1 \pm 5,2\%$  na quantidade total de repetições realizadas no grupo suplementado com CAP, comparado com o placebo. Houve aumento de 2% somente em duas voluntárias, o que correspondeu a 33% da amostra.

Para a capacidade resistência foram encontrados seis estudos e assim como na força os resultados reportados foram contraditórios. Dos seis, em três houve efeito positivo com a

suplementação aguda de CAP e nos demais não se observou efeito ergogênico com o uso da substância.

Desses três trabalhos que relataram efeito positivo, dois são do mesmo grupo de pesquisa. O primeiro estudo investigou o efeito da suplementação aguda de CAP (12 mg) no desempenho na corrida de 1500 metros em indivíduos fisicamente ativos. E o tempo para percorrer essa distância foi significativamente menor ( $t = 3,316$ ,  $p = 0,009$ ) com a suplementação da CAP ( $371,6 \pm 40,8$  segundos) em comparação com a condição placebo ( $376,7 \pm 39$  segundos) e a diferença percentual foi de 1% (FREITAS *et al.*, 2018). O outro trabalho, também com indivíduos fisicamente ativos e seguindo a mesma dosagem (12 mg) comparou o tempo de exaustão em um protocolo intermitente de alta intensidade. O tempo de exaustão foi maior no grupo CAP ( $1530 \pm 515$  segundos *vs* placebo ( $1342 \pm 446$  segundos;  $p < 0.001$ ), com uma diferença de 12% entre as condições. Nesse mesmo estudo, o efeito positivo ocorreu em 9 dos 13 voluntários do estudo, o equivalente a 69% da amostra.

O terceiro estudo demonstrando efeito ergogênico investigou o efeito agudo de um análogo de CAP na dosagem de 12 mg, no tempo nas distâncias de 400 e 3000 metros em adultos fisicamente ativos (COSTA *et al.*, 2020). Houve efeito positivo da suplementação de CAP tanto no desempenho dos 400 metros quanto nos 3000 metros. Nos 400 metros, o tempo na condição de consumo da CAP foi de  $66,4 \pm 4,2$  segundos e placebo  $67,1 \pm 4,8$  segundos. O TE foi muito pequeno 0,16 e o  $\Delta\% = -1,0$ . Na distância de 3000 metros, o tempo para o grupo CAP foi de  $893,9 \pm 46,8$  segundos e placebo =  $915,2 \pm 67,6$  segundos, o TE foi grande 1,30 e o  $\Delta\% = -2,2$ .

Dentre os trabalhos que não observaram efeito ergogênico com a suplementação aguda de CAP, no primeiro treze indivíduos (homens e mulheres) ativos recreacionalmente realizaram um teste até a exaustão na bicicleta na intensidade  $\sim 90\%Vo_{2max}$  (LANGAN; GROSICKI, 2020). A suplementação de CAP foi por meio de uma goma de fruta picante com a dosagem de 1,2 mg. Não houve diferença significativa no tempo de exaustão entre as condições placebo ( $487,8 \pm 187,7$  segundos) e experimental (CAP) ( $517,5 \pm 258,4$  segundos). A diferença percentual foi de 6% e o TE de 0,1.

No seguinte, comparou-se o desempenho em um protocolo intervalado utilizando uma bicicleta, em um ambiente quente ( $40^{\circ}C$  e umidade relativa de 50%) (GIBSON; WRIGHTSON; HAYES, 2019). A solução de CAP foi administrada com uma concentração de 0,2% contendo molho de pimenta vermelha diluído em água destilada. Não se observou efeito no desempenho dos *sprints* na bicicleta com a suplementação de CAP.

O terceiro estudo comparou o efeito da suplementação aguda de CAP no tempo de exaustão em uma corrida contínua na intensidade de 90% VO<sub>2</sub>max (PADILHA *et al.*, 2020). A dosagem da CAP foi de 12 mg. Os voluntários foram corredores treinados recreacionalmente ( $\dot{V}O_{2\text{pico}} = 53,6 \pm 5,7 \text{ mL/kg/min}^{-1}$ ). Não houve diferença significativa para o tempo de exaustão entre as condições (CAP:  $654,28 \pm 195,44$  vs. PLA:  $709,20 \pm 208,44$  segundos, ES: - 0,28,  $p = 0,462$ ,  $t: 0,74$ ). A diferença percentual foi de 8% entre as condições. É importante ressaltar que, apesar de não haver diferença significativa, 4 de 15 indivíduos apresentaram desempenho superior ao limite da mínima diferença detectável, o equivalente a 27% da amostra.

Por fim, quando se trabalha ou objetiva duas capacidades físicas em uma mesma sessão de treino, procedimento denominado de treinamento concorrente, a suplementação aguda de CAP gerou efeito positivo. Freitas *et al.* (2019) investigou o efeito da suplementação aguda de CAP (12 mg) no volume total de treino (repetições x massa movimentada) após um exercício intermitente de alta intensidade. Os resultados desse estudo demonstraram aumento do volume de treino após estímulo intermitente de alta intensidade com o uso de CAP. A diferença percentual foi de 12% e o TE = 0,43 (pequeno).

Comparando nossos valores do TE e  $\Delta\%$  na potência e velocidade no exercício SRL, com as respostas da suplementação de CAP observamos valores similares. Os valores de TE do presente estudo para o PP (0,3) e PV (0, 5) foram inferiores aos valores mínimo e máximo relatados nos protocolos de força (0,5 a 0,8) e de resistência (0,3 a 1,3) com suplementação de CAP. Em relação ao delta percentual os valores reportados nos estudos variaram de 1% a 19% e no presente estudo foi de 4,4 % para o PP e para o PV 7,7%. Interessantemente, mesmo a CAP nos estudos anteriores sendo utilizada como suplemento para reduzir a fadiga, nossos resultados demonstram seu potencial para incremento da potência e velocidade, em protocolo sem fadiga (queda dos parâmetros mecânicos).

Analisando os aspectos metodológicos e resultados desses trabalhos anteriores com CAP, é possível inferir que fatores como características da amostra, resposta individual a suplementação, tipo de consumo e dosagem utilizada, bem como os diferentes tipos de protocolos explicariam em parte, as discrepâncias nos achados.

A resposta da suplementação de CAP em relação à característica da amostra e a resposta individual são associadas com a variação genética (HUDSON *et al.*, 2016; SNITKER *et al.*, 2009). Por exemplo, a variante genética TRPV1 Val585Ile se correlaciona significativamente com a mudança em adiposidade abdominal induzida pela ingestão prolongada de capsinóides (SNITKER *et al.*, 2009).



Em relação à fibra muscular, a resposta da CAP é influenciada pela expressão do canal TRPV1 e por diferentes tipos de receptores. Em rãs, galinhas e ratos foi demonstrado que TRPV1 é mais expresso nas fibras rápidas, do que nas lentas (TRUJILLO *et al.*, 2015). Adicionalmente, na fibra muscular, a ação da CAP é influenciada pela bomba de cálcio do retículo sarcoplasmático (SERCA) e pelo receptor de potencial transitório tipo melastatina (TRPM8) (ZHOU *et al.*, 2018). Ambos têm importante papel na concentração do cálcio e possuem diferentes distribuições nas fibras rápidas e lentas (ZHOU *et al.*, 2018). Essa diferença na distribuição nos tipos de fibras contribui para a diversidade dos efeitos da CAP. Ou seja, a composição de fibra em cada indivíduo (mais fibra lenta ou rápida) influencia nas respostas de  $Ca^{+}$  intracelular e conseqüentemente nos efeitos da CAP. Estudos futuros são necessários para investigar esses mecanismos em humanos.

As diferentes doses, tipo de capsinóide (capsaicina ou capsiate) e a forma de consumo (ex: cápsula ou goma) acarreta em diferentes efeitos biológicos no organismo. Isso ocorreria devido à diferença temporal do aparecimento da substância na corrente sanguínea, que conseqüentemente altera as respostas intracelulares (ROLLYSON *et al.*, 2014).

No que tange aos tipos de protocolo, ainda não é claro como esse fator influenciaria nas respostas da suplementação de CAP. Alguns autores hipotetizaram que a duração ou o meio (ex: ciclo ergômetro ou corrida) podem influenciar nas respostas (LANGAN; GROSICKI, 2020; PADILHA *et al.*, 2020). No entanto, estudos adicionais são necessários para testar essa hipótese e elucidar os mecanismos. Contudo, baseado nos resultados apresentados, somado ao do presente estudo, podemos inferir que a suplementação aguda de CAP pode induzir efeito ergogênico nas diferentes capacidades físicas e tipos de protocolo.

## **16.2 Mecanismos de ação da CAP**

Os principais mecanismos propostos, para explicar o efeito ergogênico da CAP, nas diferentes capacidades físicas e tarefas são relacionados à capacidade de: 1) aumentar a produção de ATP via aumento da reação creatina quinase e da fosforilação oxidativa (KAZUYA *et al.*, 2014), 2) poupar o glicogênio muscular e aumentar a utilização dos ácidos graxos como fonte de energia (HARAMIZU *et al.*, 2006), 3) aumentar a liberação de cálcio pelos canais TRPV1 (LOTTEAU *et al.*, 2013) 4) induzir efeito de analgesia e 5) aumentar a liberação de neurotransmissores .

Dos mecanismos citados acima, os três mais plausíveis para explicar o efeito no PP e PV seria pelo aumento: 1) da liberação de  $\text{Ca}^{2+}$  intracelular, 2) da atividade da reação creatina quinase (CQ) e 3) da liberação de neurotransmissores. A justificativa pelo  $\text{Ca}^{2+}$  se fundamenta em estudo com modelo animal, no qual demonstrou que o incremento da força foi correlacionado com aumento desse íon (SMITH *et al.*, 2013). Como a CAP aumenta a oferta de  $\text{Ca}^{2+}$  intracelular em humanos é possível hipotetizar essa relação (LOTTEAU *et al.*, 2013).

Nesse sentido, Kazuya *et al.* (2014) observaram que capsiate (um análogo da CAP) aumentou a força durante estimulação elétrica. E uma das principais justificativas dos autores para esse efeito foi pelo aumento do  $\text{Ca}^{2+}$  citosólico. Com mais  $\text{Ca}^{2+}$  no citosol potencializa-se a força de contração por meio de influência na distribuição e / ou estrutura do filamento grosso (SMITH *et al.*, 2013). Além disso, o íon de  $\text{Ca}^{2+}$  incrementa a força pela ocupação dos sítios de ligação desse íon, localizados na cabeça leve de miosina (SMITH *et al.*, 2013).

Outro mecanismo plausível ocorreria pelo aumento da produção de ATP pela via fosfogênica. Foi demonstrado que a suplementação de capsiate aumenta a reação da enzima CQ, que influencia a taxa do *turnover* de ATP (KAZUYA *et al.*, 2014). Esse aumento na reação CQ seria importante nos protocolos para potência, devido ao fato que o substrato energético determinante para a ressíntese de ATP é a fosfocreatina (PCr) estocada intracelular (BAKER; MCCORMICK; ROBERGS, 2010). E a enzima responsável pela quebra da ligação da creatina com o fosfato é a CQ (BAKER; MCCORMICK; ROBERGS, 2010). Ao aumentar atividade da reação da CQ favorece-se a transferência do fosfato de alta energia ligado ao ADP (adenosina difosfato) para formar ATP (adenosina trifosfato). Consequentemente, mais energia é gerada para a contração muscular.

A última hipótese para explicar o efeito no PP e PV se baseia no aumento da resposta de acetilcolina nas junções neuromusculares. Silveira *et al.* (2010) demonstraram a presença de receptores TRPV1 nas junções musculares. Ademais, o estudo relatou ação de receptores vanilóides no conteúdo quântico da liberação de ACh evocada. O resultado desse estudo indica a possibilidade de ação da CAP na junção neuromuscular e aumento da liberação de ACh, no qual influenciaria na produção de força e potência.

Tendo em vista as características do protocolo do presente estudo em conjunto com as fundamentações apresentadas acima, podemos inferir que os fatores como aumento da fosforilação oxidativa, maior utilização dos ácidos graxos como substrato energético, bem como redução do uso do glicogênio muscular, não seriam os primários para induzir efeito ergogênico no protocolo do estudo. Em relação à analgesia, também não se justificaria pelo fato

que, o protocolo utilizado não induz estresse metabólico ao ponto de induzir desconforto muscular agudo elevado. Sendo assim, a analgesia induzida pela CAP não seria atuante.

### 16.3 Resposta de lactato e índice de fadiga

Em relação à resposta de lactato sanguíneo e o IF, os resultados da tese também confirmam as hipóteses relacionadas às duas variáveis. Os estudos com CAP em humanos demonstraram não haver diferença nas respostas de LAC sanguíneo entre as condições (P vs CAP), independente da capacidade física (FREITAS *et al.*, 2018).

Já em ratos, tanto a CAP, quanto capsiate (substância análoga) tiveram ação no metabolismo energético. A suplementação de CAP reduziu a glicogenólise e conseqüentemente a respostas do LAC sanguíneo (HARAMIZU; MIZUNOYA; MASUDA; OHNUKI *et al.*, 2006). Já o capsiate reduziu a produção de ATP pela via glicolítica e aumentou a fosforilação mitocondrial e a reação creatina quinase (KAZUYA; TONSON; PECCHI; DALMASSO *et al.*, 2014). Pelas respostas de lactato similar entre as condições P e CAP observadas nessa tese, é possível deprender que não houve redução via glicolítica com a suplementação de CAP.

Apesar desses estudos com ratos demonstrarem aumento da fosforilação oxidativa, observado presente estudo, esse efeito poderia ter pouca influência nas respostas de lactato. Isso porque, como mencionado no tópico anterior, no protocolo para potência, o substrato primário para a ressíntese de ATP é a Pcr (BAKER; MCCORMICK; ROBERGS, 2010). Nos estudos citados, os protocolos realizados com animais foram de longa duração e de forma contínua, aos quais a participação da via oxidativa é mais importante nesse tipo de tarefa (BAKER; MCCORMICK; ROBERGS, 2010).

O aumento do lactato em relação aos valores basais observado na tese pode ser explicado principalmente pela rápida ativação da via glicolítica. Com poucos milissegundos, a produção de ATP pela via glicolítica também é ativada concomitante a via da Pcr (HARGREAVES; SPRIET, 2020). Essa rápida ativação é decorrente do aumento do ADP, da adenosina monofosfato (AMP), fosfato inorgânico (Pi) e do  $Ca^{2+}$  que são efetores alostéricos de algumas enzimas chaves da via anaeróbia láctica (BAKER; MCCORMICK; ROBERGS, 2010). Sendo assim, o aumento do lactato pode ser mensurado no músculo após 1 segundo de contração (HARGREAVES; SPRIET, 2020). E com 6-10 segundos de atividade intensa a contribuição anaeróbica das vias da Pcr e glicolítica são equivalentes (HARGREAVES; SPRIET, 2020).

Os valores médios atingidos após ambas as condições no presente estudo são considerados baixos para moderado (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013). Todavia, esses valores

em ambas as condições vão ao encontro aos reportados com protocolos com características similares em relação ao objetivo e número de repetições. Outro fator que influenciou a resposta de lactato foi à duração da pausa. Tem sido reportado que pausas longas (3 a 5 minutos) propiciam aproximadamente 80% ou mais, de ressíntese de PCr. Com isso, em cada série o substrato primário para a ressíntese de ATP foi a Pcr.

Adicionalmente, também não observamos diferença significativa no IF. A falta de diferença no IF no nosso estudo pode ser relatada como citado anteriormente, pelas características do protocolo. E de fato, analisando os valores do PP e PV entre as séries e condições, não se observou diferença nesses parâmetros mecânicos. Indicando que o protocolo em si não induziu queda do desempenho mecânico.

Somente um estudo comparou os valores do IF com a suplementação de CAP, no qual não relatou diferença significativa entre as condições P vs CAP (CROSS *et al.*, 2020). No entanto, o protocolo utilizado foi com 120 contrações em aparelho isocinético, resultando em 4 minutos de duração. A falta de diferença no IF entre as condições pode ter sido pela forma de calcular esse índice. Os autores levaram em consideração somente a média das cinco primeiras e das últimas contrações. O que pode ter influenciado nos valores do IF.

A falta de diferença no IF entre as condições pode ser interpretada como aspecto interessante do trabalho. Isso porque, minimizar a fadiga e queda do desempenho mecânico é um fator importante quando se treina potência (BAKER; NEWTON, 2007). Treinos com menor queda do desempenho mecânico induzem melhores adaptações neuromusculares (PAREJA-BLANCO *et al.*, 2017).

## **17 CONCLUSÃO**

Os resultados do presente estudo demonstraram que a suplementação aguda de CAP aumenta o desempenho mecânico no exercício supino reto livre (SRL) em atletas de BJJ. Porém, a suplementação não modifica as respostas metabólicas e os parâmetros associados à fadiga.

## 18 CONTRIBUIÇÃO RELEVANTE (PONTOS FORTES) DO ESTUDO

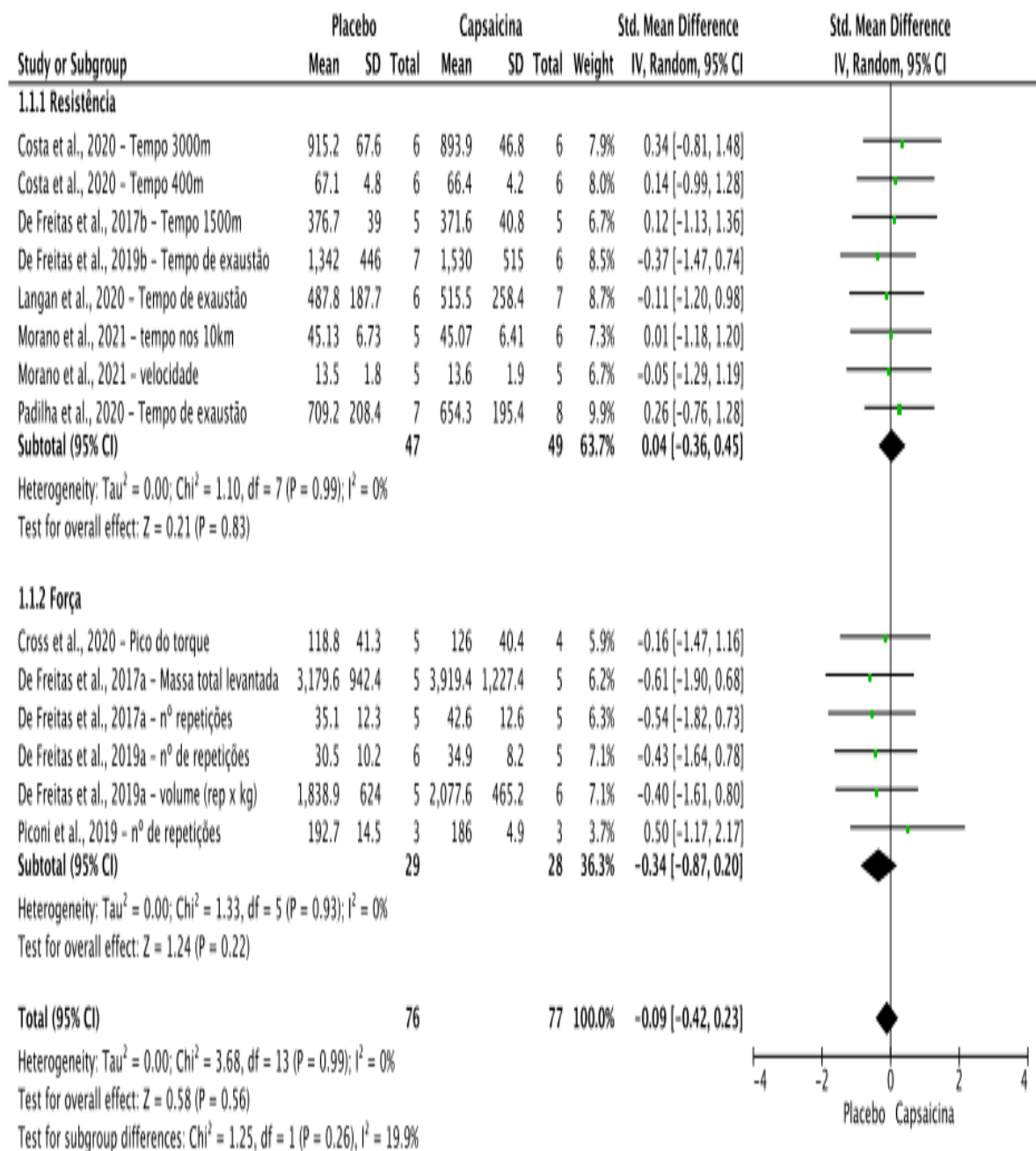
Primeira contribuição relevante do trabalho que considero digna de menção é relacionada ao protocolo utilizado. Esse foi o primeiro estudo com suplementação aguda de CAP que utilizou protocolo específico para avaliação da potência muscular. São escassos os estudos com outros suplementos agudos que utilizaram protocolo com validade ecológica, ou seja, seguindo as normativas da literatura para se treinar potência muscular. Com isso, o protocolo do presente estudo caracteriza-se por procurar atingir maior validade ecológica para as condições de treinamento específico da força e potência musculares.

Outro ponto de destaque do estudo se relaciona à amostra, que foi constituída por atletas de expressão nacional e internacional da modalidade. Na maioria dos trabalhos com a suplementação de CAP, os voluntários foram indivíduos fisicamente ativos ou atletas recreacionais.

Adicionalmente, destaca-se a análise individual realizada para verificar o efeito da suplementação. No âmbito prático, a análise individual no processo de treino conjugado a questão nutricional são elementos-chave na busca do melhor desempenho. Diferentes autores na literatura científica têm reforçado essa abordagem individual na apresentação dos resultados das pesquisas (NIMPHIUS; JORDAN, 2020; SWINTON; *et al.*, 2018).

Por fim, além do artigo com os resultados obtidos do experimento, uma revisão sistemática com meta-análise, abordando os efeitos agudos da suplementação de CAP em humanos também será produto da tese. Abaixo demonstramos os resultados parciais da revisão realizada.

Figura 11. Resultados da meta-análise da suplementação aguda de CAP.



## **19 APLICAÇÕES PRÁTICAS**

A suplementação aguda de CAP poderia ser aplicada em diversos contextos, que se enquadram na rotina de treino dos atletas. Por exemplo, nas sessões de treino específicas para potência objetivando maximizar os parâmetros mecânicos do PP e PV, ou também nas situações em que o atleta se sentir mais fatigado, pois a suplementação poderia contribuir para aumentar ou manter os valores de potência e velocidade no treino.



## 20 LIMITAÇÕES DA TESE E FUTURAS INVESTIGAÇÕES

O presente trabalho não é isento de limitações, dentre elas podemos citar inicialmente o tamanho da amostra. Porém, a amostra do estudo foi composta por atletas de expressão na modalidade. Pesquisas com atletas de alto rendimento são difíceis de se realizar, principalmente devido a rotina de treino, que geralmente não pode ser alterada. Somado a esse aspecto, ainda temos as viagens para as competições que dificultam a realização das pesquisas. Todavia, o número de sujeitos da tese foi similar aos estudos prévios com suplementação de CAP.

Outra limitação do estudo seria pelo fato que pela metodologia utilizada, não é possível explicar os possíveis mecanismos associados ao aumento do desempenho agudo com a suplementação de CAP.

No que tange a coleta de dados, podemos citar como fator limitante a pandemia do coronavírus. Após o seu início e com o aumento de casos, a prefeitura de Belo Horizonte decretou *lockdown* e posteriormente toque de recolher, que resultou em atraso da coleta, redução do tamanho da amostra e realização de outros experimentos com a CAP.

Futuras investigações são necessárias para dar robustez às conclusões relacionadas à suplementação aguda de CAP. Estudos com outras dosagens e diferentes delineamentos também contribuiriam com as evidências atuais.

Contudo, os resultados deste estudo abrem novas perspectivas de aplicação da suplementação de CAP em protocolos específicos para potência, visto que observou-se incremento do PP e PV com o uso da CAP. Por exemplo, investigar o efeito da suplementação aguda em condições de fadiga. Isso porque em certos esportes se faz necessário produzir ou minimizar a produção de potência ou velocidade nessa condição.

Ademais, futuros estudos deveriam investigar o efeito em exercícios para os membros inferiores, em movimentos específicos do BJJ e em outros esportes, tanto de forma crônica e aguda. Por fim, investigações relacionadas com os polimorfismos que influenciariam nas repostas individuais da suplementação de CAP, assim como já foi demonstrado com a cafeína.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, C.; LIMA, R. V. B. Uso de suplementos alimentares por adolescentes. **Jornal de Pediatria**, 85, n. 4, p. 287-294, 2009.
- BAKER, D. G.; NEWTON, R. U. Change in power output across a high-repetition set of bench throws and jump squats in highly trained athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 21, n. 4, p. 1007, 2007.
- BAKER, J. S.; MCCORMICK, M. C.; ROBERGS, R. A. Interaction among skeletal muscle metabolic energy systems during intense exercise. **Journal of Nutrition and Metabolism**, 2010, p. 1-13, 2010.
- BALDARI, C.; BONAVOLONTÀ, V.; EMERENZIANI, G. P.; GALLOTTA, M. C. *et al.* Accuracy, reliability, linearity of Accutrend and Lactate Pro versus EBIO plus analyzer. **European Journal of Applied Physiology**, 107, n. 1, p. 105-111, 2009.
- BARBANTI, V. J.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. Relevância do conhecimento científico na prática do treinamento físico. **Revista Paulista de Educação Física**, 18, n. 8, p. 101-109, 2004.
- BELZA, A.; JESSEN, A. Bioactive food stimulants of sympathetic activity: effect on 24-h energy expenditure and fat oxidation. **European Journal of Clinical Nutrition**, 59, n. 6, p. 733-741, 2005.
- BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. High-intensity interval training solutions to the programming puzzle. Part II: anaerobic energy neuromuscular load and practical applications. **Sports Med** 43, p. 927-954, 2013.
- CAMPBELL, B. I.; LA BOUNTY, P. M.; WILBORN, C. D. Dietary supplements used in combat sports. **Strength & Conditioning Journal**, 33, n. 6, p. 50-59, 2011.
- CHEN, K.-S.; CHEN, P.-N.; HSIEH, Y.-S.; LIN, C.-Y. *et al.* Capsaicin protects endothelial cells and macrophage against oxidized low-density lipoprotein-induced injury by direct antioxidant action. **Chemico-Biological Interactions**, 228, p. 35-45, 2015.
- CLARK, R.; LEE, S.-H. Anticancer properties of capsaicin against human cancer. **Anticancer Research**, 36, n. 3, p. 837-843, 2016.
- CORMIE, P.; MCGUIGAN, M. R.; NEWTON, R. U. Developing maximal neuromuscular power. **Sports Medicine**, 41, n. 1, p. 17-38, 2011.
- CORREIA, W. R.; FRANCHINI, E. Produção acadêmica em lutas, artes marciais e esportes de combate. **Motriz**, 16, n. 1, p. 01-09, 2010.
- COSTA, L. A.; FREITAS, M. C.; CHOLEWA, J. M.; PANISSA, V. L. *et al.* Acute Capsaicin Analog Supplementation Improves 400 M and 3000 M Running Time-Trial Performance. **International Journal of Exercise Science**, 13, n. 2, p. 755, 2020.

COSWIG, V. S.; GENTIL, P.; BUENO, J. C.; FOLLMER, B. *et al.* Physical fitness predicts technical-tactical and time-motion profile in simulated Judo and Brazilian Jiu-Jitsu matches. **PeerJ**, 6, p. e4851, 2018.

CROSS, B. L.; PARKER, D.; LANGAN, S. P.; GROSICKI, G. J. Effect of a Commercially Available Low-Dose Capsaicin Supplement on Knee Extensor Contractile Function. **International Journal of Exercise Science**, 13, n. 2, p. 312-318, 2020.

DA SILVA, B. V. C.; DE MOURA SIMIM, M. A.; MAROCOLO, M.; FRANCHINI, E. *et al.* Optimal load for the peak power and maximal strength of the upper body in Brazilian Jiu-Jitsu athletes. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 29, n. 6, p. 1616-1621, 2015.

DA SILVA, B. V. C.; IDE, B. N.; DE MOURA SIMIM, M. A.; MAROCOLO, M. *et al.* Neuromuscular responses to simulated Brazilian jiu-jitsu fights. **Journal of Human Kinetics**, 44, n. 1, p. 249-257, 2014.

DA SILVA, B. V. C.; JÚNIOR, M. M.; ROGÉRIO, F. C.; DIAS, I. S. *et al.* Testes físicos discriminam atletas de Brazilian Jiu-Jitsu? **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, 22, n. 1, p. 90-96, 2014.

DA SILVA, B. V. C.; MAROCOLO JR, M.; LOPES, C. R.; DA MOTA, G. R. Brazilian Jiu-Jitsu: aspectos do desempenho. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, 6, n. 31, p. 57-65, 2012.

DE FREITAS, M. C.; BILLAUT, F.; PANISSA, V. L. G.; ROSSI, F. E. *et al.* Capsaicin supplementation increases time to exhaustion in high-intensity intermittent exercise without modifying metabolic responses in physically active men. **European Journal of Applied Physiology**, 119, n. 4, p. 971-979, 2019.

DE FREITAS, M. C.; CHOLEWA, J. M.; FREIRE, R. V.; CARMO, B. A. *et al.* Acute capsaicin supplementation improves resistance training performance in trained men. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 32, n. 8, p. 2227-2232, 2018.

DE FREITAS, M. C.; CHOLEWA, J. M.; GOBBO, L. A.; DE OLIVEIRA, J. V. *et al.* Acute Capsaicin Supplementation Improves 1,500-m Running Time-Trial Performance and Rate of Perceived Exertion in Physically Active Adults. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 32, n. 2, p. 572-577, 2018.

DE FREITAS, M. C.; CHOLEWA, J. M.; PANISSA, V. L. G.; TOLOI, G. G. *et al.* Acute Capsaicin Supplementation Improved Resistance Exercise Performance Performed After a High-Intensity Intermittent Running in Resistance-Trained Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Ahead of print, 2019.

DERRY, S.; RICE, A. S.; COLE, P.; TAN, T. *et al.* Topical capsaicin (high concentration) for chronic neuropathic pain in adults. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, 28, n. 2, p. 1-15, 2013.

DIAZ-LARA, F.; DEL COSO, J.; PORTILLO, J.; ARECES, F. *et al.* A moderate dose of caffeine enhances high-intensity actions and physical performance during a simulated Brazilian

jiu-jitsu competition. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, 11, n. 7, p. 861-867, 2016.

DIAZ-LARA, F. J.; DEL COSO, J.; GARCÍA, J. M.; PORTILLO, L. J. *et al.* Caffeine improves muscular performance in elite Brazilian Jiu-jitsu athletes. **European Journal of Sport Science**, 16, n. 8, p. 1079-1086, 2016.

DIPLA, K.; TSIRINI, T.; ZAFEIRIDIS, A.; MANOU, V. *et al.* Fatigue resistance during high-intensity intermittent exercise from childhood to adulthood in males and females. **European Journal of Applied Physiology**, 106, n. 5, p. 645-653, 2009.

ESPÍRITO SANTO, H.; DANIEL, F. Calcular E Apresentar Tamanhos Do Efeito EM Trabalhos Científicos (1): As Limitações Do  $P < 0,05$  Na Análise De Diferenças De Médias De Dois Grupos (Calculating and Reporting Effect Sizes on Scientific Papers (1):  $P < 0.05$  Limitations in the Analysis of Mean Differences of Two Groups). **Revista Portuguesa de Investigação Comportamental e Social**, 1, n. 1, p. 3-16, 2017.

FLORES, F. J.; SEDANO, S.; REDONDO, J. C. Optimal load and power spectrum during jerk and back jerk in competitive weightlifters. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 31, n. 3, p. 809-816, 2017.

FONSECA, L. B.; BRITO, C. J.; SILVA, R. J. S.; SILVA-GRIGOLETTO, M. E. *et al.* Use of cold-water immersion to reduce muscle damage and delayed-onset muscle soreness and preserve muscle power in jiu-jitsu athletes. **Journal of Athletic Training**, 51, n. 7, p. 540-549, 2016.

FRANCHINI, E.; DEL VECCHIO, F. B. Estudos em modalidades esportivas de combate: estado da arte. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, 25, n. spe, p. 67-81, 2011.

GANNON, N. P.; LAMBALOT, E. L.; VAUGHAN, R. A. The effects of capsaicin and capsaicinoid analogs on metabolic molecular targets in highly energetic tissues and cell types. **Biofactors**, 42, n. 3, p. 229-246, 2016.

GARCÍA-PALLARÉS, J.; LÓPEZ-GULLÓN, J. M.; MURIEL, X.; DÍAZ, A. *et al.* Physical fitness factors to predict male Olympic wrestling performance. **European Journal of Applied Physiology**, 111, n. 8, p. 1747-1758, 2011.

GIBSON, O.; WRIGHTSON, J. G.; HAYES, M. Intermittent sprint performance in the heat is not altered by augmenting thermal perception via L-menthol or capsaicin mouth rinses. **European Journal of Applied Physiology**, 119, n. 3, p. 653-664, 2019.

GLAISTER, M. Multiple sprint work. **Sports Medicine**, 35, n. 9, p. 757-777, 2005.

GONZÁLEZ-BADILLO, J. J.; RODRÍGUEZ-ROSELL, D.; SÁNCHEZ-MEDINA, L.; GOROSTIAGA, E. M. *et al.* Maximal intended velocity training induces greater gains in bench press performance than deliberately slower half-velocity training. **European Journal of Sport Science**, 14, n. 8, p. 772-781, 2014.

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

HARGREAVES, M.; SPRIET, L. L. Skeletal muscle energy metabolism during exercise. **Nature Metabolism**, 2, n. 9, p. 817-828, 2020.

HARRIS, D. M.; KENDALL, K.; HAFF, G. G.; LATELLA, C. Absolute and Relative Strength, Power and Physiological Characteristics of Indian Junior National-Level Judokas. **Sports**, 8, n. 2, p. 14, 2020.

HARTY, P. S.; ZABRISKIE, H. A.; ERICKSON, J. L.; MOLLING, P. E. *et al.* Multi-ingredient pre-workout supplements, safety implications, and performance outcomes: a brief review. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, 15, n. 1, p. 1-28, 2018.

HETZLER, R. K.; KIMURA, I. F.; HAINES, K.; LABOTZ, M. *et al.* A comparison of bioelectrical impedance and skinfold measurements in determining minimum wrestling weights in high school wrestlers. **Journal of Athletic Training**, 41, n. 1, p. 46, 2006.

HOLZER, P. The pharmacological challenge to tame the transient receptor potential vanilloid-1 (TRPV1) nociceptor. **British Journal of Pharmacology**, 155, n. 8, p. 1145-1162, 2008.

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

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

JAMES, L. P.; GREGORY HAFF, G.; KELLY, V. G.; CONNICK, M. *et al.* The impact of strength level on adaptations to combined weightlifting, plyometric, and ballistic training. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, 28, n. 5, p. 1494-1505, 2018.

KAWAMORI, N.; HAFF, G. G. The optimal training load for the development of muscular power. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 18, n. 3, p. 675-684, 2004.

KAZUYA, Y.; TONSON, A.; PECCHI, E.; DALMASSO, C. *et al.* A single intake of capsiate improves mechanical performance and bioenergetics efficiency in contracting mouse skeletal muscle. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, 306, n. 10, p. E1110-E1119, 2014.

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

KISS, M.; BÖHME, M. T. S.; MANSOLDO, A. C.; REGAZZINI, M. Desempenho e talento esportivos. **Revista Paulista de Educação Física**, 18, n. esp., p. 89-100, 2004.

KRAEMER, W. J.; LOONEY, D. P. Underlying mechanisms and physiology of muscular power. **Strength & Conditioning Journal**, 34, n. 6, p. 13-19, 2012.

LANGAN, S. P.; GROSICKI, G. J. Commercially available capsaicin supplement fails to enhance time-to-exhaustion during cycling. **International Journal of Exercise Science**, 13, n. 2, p. 225, 2020.

LEPPIK, J. A.; AUGHEY, R. J.; MEDVED, I.; FAIRWEATHER, I. *et al.* Prolonged exercise to fatigue in humans impairs skeletal muscle Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPase activity, sarcoplasmic reticulum Ca<sup>2+</sup> release and Ca<sup>2+</sup> uptake. **Journal of Applied Physiology**, 97, n. 4, p. 1414-1423, 2004.

LIM, K.; YOSHIOKA, M.; KIKUZATO, S.; KIYONAGA, A. *et al.* Dietary red pepper ingestion increases carbohydrate oxidation at rest and during exercise in runners. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, 29, n. 3, p. 355-361, 1997.

LISE, R. S.; CAPRARO, A. M. Primórdios do jiu-jitsu e dos confrontos intermodalidades no Brasil: contestando uma memória consolidada. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, 40, n. 3, p. 318-324, 2018.

LÓPEZ-GONZÁLEZ, L. M.; SÁNCHEZ-OLIVER, A. J.; MATA, F.; JODRA, P. *et al.* Acute caffeine supplementation in combat sports: a systematic review. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, 15, n. 1, p. 15-60, 2018.

LOTTEAU, S.; DUCREUX, S.; ROMESTAING, C.; LEGRAND, C. *et al.* Characterization of functional TRPV1 channels in the sarcoplasmic reticulum of mouse skeletal muscle. **PLoS One**, 8, n. 3, p. e58673, 2013.

LOTURCO, I.; NAKAMURA, F. Y.; ARTIOLI, G. G.; KOBAL, R. *et al.* Strength and power qualities are highly associated with punching impact in elite amateur boxers. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 30, n. 1, p. 109-116, 2016.

LOTURCO, I.; PEREIRA, L. A.; ABAD, C. C. C.; TABARES, F. *et al.* Bar velocities capable of optimising the muscle power in strength-power exercises. **Journal of Sports Sciences**, 35, n. 8, p. 734-741, 2016.

MAUGHAN, R. J.; BURKE, L. M.; DVORAK, J.; LARSON-MEYER, D. E. *et al.* IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, 28, n. 2, p. 104-125, 2018.

METHENITIS, S. K.; MPAMPOULIS, T.; SPILIOPOULOU, P.; PAPADIMAS, G. *et al.* Muscle fiber composition, jumping performance and rate of force development adaptations induced by different power training volumes in females. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, n. ja, 2020.

MOTA, J. A.; NUCKOLS, G.; SMITH-RYAN, A. E. Nutritional Periodization: Applications for the Strength Athlete. **Strength & Conditioning Journal**, 41, n. 5, p. 69-78, 2019.

NEWTON, R. Developing maximal neuromuscular power: part 2—training considerations for improving maximal power production. **Sports Med**, 41, n. 2, p. 125-146, 2011.

NIMPHIUS, S.; JORDAN, M. J. Show Me the Data, Jerry! Data Visualization and Transparency. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, 15, n. 10, p. 1353-1355, 2020.

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

PADILHA, C. S.; BILLAUT, F.; FIGUEIREDO, C.; PANISSA, V. L. G. *et al.* Capsaicin supplementation during high-intensity continuous exercise: a double-blind study. **International Journal of Sports Medicine**, Ahead of print, 2020.

PAIVA, L. **Olhar Clínico nas Lutas, Artes Marciais e Modalidades de Combate**. Manaus: OMP, 2015. 237 p.

PANCHAL, S. K.; BLISS, E.; BROWN, L. Capsaicin in metabolic syndrome. **Nutrients**, 10, n. 5, p. 630, 2018.

PAREJA-BLANCO, F.; RODRÍGUEZ-ROSELL, D.; SÁNCHEZ-MEDINA, L.; SANCHIS-MOYSI, J. *et al.* Effects of velocity loss during resistance training on athletic performance, strength gains and muscle adaptations. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, 27, n. 7, p. 724-735, 2017.

PATON, C. D.; HOPKINS, W. G. Variation in performance of elite cyclists from race to race. **European Journal of Sport Science**, 6, n. 01, p. 25-31, 2006.

PEREIRA, B.; SOUZA JR, T. Adaptação e rendimento físico-considerações biológicas e antropológicas. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, 13, n. 2, p. 145-152, 2008.

PICONI, B. S.; OLIVEIRA, M. P.; DA SILVA, R. A. D.; DRUMMOND, M. D. M. Suplementação de capsaicina e o desempenho de mulheres no Crossfit®. **Coleção Pesquisa em Educação Física**, 18, n. 4, p. 117-126, 2019.

REALE, R.; SLATER, G.; BURKE, L. M. Individualised dietary strategies for Olympic combat sports: Acute weight loss, recovery and competition nutrition. **European Journal of Sport Science**, 17, n. 6, p. 727-740, 2017.

ROLLYSON, W. D.; STOVER, C. A.; BROWN, K. C.; PERRY, H. E. *et al.* Bioavailability of capsaicin and its implications for drug delivery. **Journal of Controlled Release**, 196, p. 96-105, 2014.

RUFINO, L. G. B.; MARTINS, C. J. O Jiu Jitsu brasileiro em extensão. **Revista Ciência em Extensão**, 7, n. 2, p. 84-101, 2011.

SILVA, V. E. d. M. e.; CHOLEWA, J. M.; BILLAUT, F.; JÄGER, R. *et al.* Capsaicinoid and Capsinoids as an Ergogenic Aid: A Systematic Review and the Potential Mechanisms Involved. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, 1, n. aop, p. 1-10, 2021.

SILVEIRA, P. E.; SILVEIRA, N. A.; DE CÁSSIA MORINI, V.; KUSHMERICK, C. *et al.* Opposing effects of cannabinoids and vanilloids on evoked quantal release at the frog neuromuscular junction. **Neuroscience Letters**, 473, n. 2, p. 97-101, 2010.

SMITH, I. C.; GITTINGS, W.; HUANG, J.; MCMILLAN, E. M. *et al.* Potentiation in mouse lumbrical muscle without myosin light chain phosphorylation: is resting calcium responsible? **Journal of General Physiology**, 141, n. 3, p. 297-308, 2013.

SNITKER, S.; FUJISHIMA, Y.; SHEN, H.; OTT, S. *et al.* Effects of novel capsinoid treatment on fatness and energy metabolism in humans: possible pharmacogenetic implications. **The American Journal of Clinical Nutrition**, 89, n. 1, p. 45-50, 2009.

SUCHOMEL, T. J.; NIMPHIUS, S.; STONE, M. H. The importance of muscular strength in athletic performance. **Sports Medicine**, 46, n. 10, p. 1419-1449, 2016.

SUCHOMEL, T. J.; WRIGHT, G. A.; KERNOZEK, T. W.; KLINE, D. E. Kinetic comparison of the power development between power clean variations. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, 28, n. 2, p. 350-360, 2014.

SWINTON, P. A.; HEMINGWAY, B. S.; SAUNDERS, B.; GUALANO, B. *et al.* A statistical framework to interpret individual response to intervention: paving the way for personalized nutrition and exercise prescription. **Frontiers in Nutrition**, 5, p. 41, 2018.

SZALLASI, A.; BLUMBERG, P. M. Vanilloid (capsaicin) receptors and mechanisms. **Pharmacological Reviews**, 51, n. 2, p. 159-212, 1999.

TREXLER, E. T.; PERSKY, A. M.; RYAN, E. D.; SCHWARTZ, T. A. *et al.* Acute effects of citrulline supplementation on high-intensity strength and power performance: A systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, 49, n. 5, p. 707-718, 2019.

TRUJILLO, X.; ORTIZ-MESINA, M.; URIBE, T.; CASTRO, E. *et al.* Capsaicin and N-arachidonoyl-dopamine (NADA) decrease tension by activating both cannabinoid and vanilloid receptors in fast skeletal muscle fibers of the frog. **The Journal of Membrane Biology**, 248, n. 1, p. 31-38, 2015.

WILK, M.; GOLAS, A.; KRZYSZTOFIK, M.; NAWROCKA, M. *et al.* The effects of eccentric cadence on power and velocity of the bar during the concentric phase of the bench press movement. **Journal of Sports Science & Medicine**, 18, n. 2, p. 191, 2019.

ZHOU, G.; WANG, L.; XU, Y.; YANG, K. *et al.* Diversity effect of capsaicin on different types of skeletal muscle. **Molecular and Cellular Biochemistry**, 443, n. 1-2, p. 11-23, 2018.



**ANEXO 1****CARTA DE ANUÊNCIA**

Pelo presente, a Academia Bandeirantes Ltda inscrita no CNPJ: 02.341.268/0001-12, com sede na Avenida Bandeirantes, 1789 – Mangabeiras, Belo Horizonte - MG CEP: 30.315-000. Neste ato representado pelo proprietário: André Abrantes Maciel Ferreira, inscrito no CPF:071.621.506-32 e RG: MG 142.721.78. Declara que o professor Bruno Victor Corrêa da Silva, inscrito no CPF: 885.140.996-04 e RG: M 6.076.004 possui autorização para realização de recrutamento de voluntários para pesquisa científica intitulada: “EFEITO DA CAPSAICINA NA PRODUÇÃO POTÊNCIA”.

Local, em 21 / 10/ 219.



---

André Abrantes Maciel Ferreira

## ANEXO 2

## PARECER DO COEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 3.893.888

notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1462010.pdf	05/12/2019 19:18:36		Aceito
Outros	CARTA_RESPOSTA_Pendencias.pdf	05/12/2019 16:33:56	Luciano Sales Prado	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	05/12/2019 16:30:26	Luciano Sales Prado	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	30/10/2019 23:13:37	Luciano Sales Prado	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_CAP.pdf	30/10/2019 23:09:04	Luciano Sales Prado	Aceito
Outros	Carta_de_Anuencia.pdf	30/10/2019 19:05:51	Luciano Sales Prado	Aceito
Outros	parecer_consustanciado.pdf	30/10/2019 18:55:19	Luciano Sales Prado	Aceito
Folha de Rosto	folha_rosto_assinado.pdf	30/10/2019 18:51:12	Luciano Sales Prado	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

BELO HORIZONTE, 02 de Março de 2020

---

**Assinado por:**  
**Críssia Carem Paiva Fontainha**  
**(Coordenador(a))**

## APÊNDICE 1

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

Você, ....., está sendo convidado a participar como voluntário(a) do estudo “EFEITO DA CAPSAICINA NA PRODUÇÃO DA POTÊNCIA”. O responsável pela sua execução é o professor Dr. Luciano Sales Prado.

As seguintes informações são pertinentes ao estudo:

O presente estudo tem como objetivo verificar se a suplementação aguda de capsaicina (CAP) aumenta a produção da potência e altera as respostas do lactato sanguíneo e do índice de fadiga, em atletas das modalidades esportivas de combate (MEC).

A amostra será composta por atletas medalhistas em competições nacionais e internacionais pela Confederação Brasileira de Jiu-Jitsu (CBJJ) e International Brazilian Jiu-Jitsu Federation (IBJJF).

Será adotado um modelo duplo-cego e randomizado de grupos paralelos e controlado por placebo. Os voluntários serão divididos em dois grupos: 1) capsaicina (CAP) e 2) placebo (P).

O estudo será realizado da seguinte maneira: Após sorteio de forma aleatória, você receberá doze miligramas de capsaicina purificada ou uma substância placebo, 45 minutos antes do início dos protocolos. Todas as cápsulas terão a mesma cor e tamanho. Uma substância placebo é um composto de aparência e gosto igual ao da capsaicina, mas inerte, ou seja, sem nenhum efeito sobre seu corpo. Como as cápsulas serão iguais, você nunca saberá se está realmente tomando a capsaicina ou o placebo.

Haverá um controle de água a ser ingerida durante o experimento. A quantidade será de 100ml a 200ml por hora, na qual seguirá as diretrizes individuais recomendadas pelo nutricionista.

Anterior ao início do experimento o nutricionista também realizará o controle alimentar dos voluntários. Este controle será feito por meio de informações verbais fornecidas pelos voluntários para o preenchimento dos recordatórios (questionários). O preenchimento completo do recordatório durará aproximadamente 45 minutos.

Cada voluntário realizará três visitas ao local do experimento em dias diferentes. A primeira visita ocorrerá uma semana anterior ao início da coleta experimental e será realizada:

1) avaliação antropométrica e 2) determinação do pico de potência nos exercícios supino reto e agachamento. Na segunda e terceira visita os atletas serão divididos de forma randomizada e dividido em dois grupos: 1) suplementado com CAP ou 2) com placebo e realizarão os protocolos para potência. A segunda e terceira visita ocorrerão com seis a sete dias uma da outra. No momento pré será coletado lactato sanguíneo (LAC) e ingerida as cápsulas com CAP (45 minutos antes). O pico de potência será mensurado em cada repetição. O LAC será coletado duas vezes: nos momentos pré e pós (3º minuto) de cada protocolo (CAP e P). Para dosar o lactato no sangue será realizada uma punção do lóbulo esquerdo da orelha após perfurações com lancetas esterilizadas e descartáveis (aproximadamente uma gota de sangue).

Possíveis riscos: Considerando que os voluntários já são familiarizados com os procedimentos, o tipo de esforço realizado nos testes propostos será relativamente simples e pequeno. Assim, certamente não iremos provocar nenhum tipo de desconforto ou riscos maior do que os próprios treinos do dia a dia que eles já realizam. Além disso, todos os testes serão acompanhados por profissionais experientes nos procedimentos adotados, que verificarão todos os equipamentos e padrões técnicos de execução do praticamente para garantir a segurança durante o experimento. As medidas de massa, estatura e dobras cutâneas não exigem esforço físico e não doem nada. Desconforto leve poderá ocorrer durante as coletas de sangue. Contudo, ele será minimizado pelo fato de ser no lóbulo da orelha, local que a sensação dolorosa é inferior a outros locais alternativos como ponta do dedo e antebraço. Ademais, o material para a realização da punção única (o lancetador) é seguro, higiênico, de uso fácil e rápido. Todo o procedimento da coleta de lactato será realizados por profissional treinado e qualificado para minimizar qualquer desconforto.

Benefícios: O benefício que deverá esperar com a sua participação será a de ajudar a descobrir o efeito da CAP no desempenho da potência, em exercícios comumente utilizados na rotina dos atletas para a melhora do desempenho competitivo.

Sempre que desejar, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo.

A qualquer momento você poderá se recusar a continuar participando do estudo e, também, poderá retirar este consentimento, sem que isso lhe traga qualquer penalidade ou prejuízo.

As informações conseguidas através da sua participação não permitirão a identificação da sua pessoa, exceto aos responsáveis pelo estudo.

Você será ressarcido por qualquer despesa que venha a ter com a sua participação nesse estudo.

O COEP poderá ser acionado em caso de dúvidas relativas a aspectos éticos. Os dados para contato serão fornecidos a seguir.

Antes de concordar em participar desta pesquisa e assinar este termo em duas vias, os pesquisadores deverão responder todas as suas dúvidas e, se você concordar em participar do estudo, deve ser entregue uma via deste termo para você. Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa.

---

Assinatura ou impressão datiloscópica do(a) voluntário(a)  
(Rubricar as demais folhas)

---

Nome e Assinatura do(s) responsável(eis) pelo estudo  
(Rubricar as demais páginas)

Belo Horizonte, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_ 20.

Endereço do responsável pela pesquisa:

Pesquisador responsável: Luciano Sales Prado

Instituição: UFMG / Escola de Educação Física Fisioterapia e Terapia Ocupacional /  
Laboratório de Fisiologia do Exercício

Endereço: Av. Antônio Carlos, 6627

Bairro: Pampulha. CEP. 31270-901 Cidade: Belo Horizonte / MG.

Telefones p/contato: 31 - 31-3409-2322 31-98877-9381.

e-mail: lucianosalesprado@hotmail.com

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

Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais:

Unidade Administrativa II, 2º andar, sala 2005, Campus Pampulha4

Av. Antônio Carlos, 6627. Belo Horizonte / MG. CEP: 31270-901  
Telefone: 3409-4592