

Rafael Henrique Nogueira

**SUPLEMENTAÇÃO AGUDA DE CAPSAICINA E O DESEMPENHO NO
TAEKWONDO**

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG
2023

Rafael Henrique Nogueira

**SUPLEMENTAÇÃO AGUDA DE CAPSAICINA E O DESEMPENHO NO
TAEKWONDO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências do Esporte da Escola de Educação Física e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, para obtenção do título de Mestre em Ciências do Esporte

Área de concentração: Treinamento Esportivo.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Daniel Motta Drummond

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG
2023

N778s Nogueira, Rafael Henrique
2023 Suplementação aguda de capsaicina e o desempenho no taekwondo. [manuscrito] /
Rafael Henrique Nogueira – 2023.
64 f.: il.

Orientador: Marcos Daniel Motta Drummond

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

Bibliografia: f. 55-62

1. Suplementos nutricionais – Teses. 2. Tae-Ken-do – Teses. 3. Desempenho –
Teses. I. Drummond, Marcos Daniel Motta. II. Universidade Federal de Minas
Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. III. Título.

CDU: 612:796

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Sheila Margareth Teixeira Adão, CRB 6: nº 2106, da
Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.



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

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

RAFAEL HENRIQUE NOGUEIRA

Às 14:00 horas do dia 15 de setembro de 2023, a comissão examinadora de dissertação, indicada pelo Colegiado do Programa Pós-Graduação em Ciências do Esporte (PPGCE), reuniu-se, em banca realizada em formato híbrido, para julgar, em exame final, o trabalho de RAFAEL HENRIQUE NOGUEIRA, intitulado “SUPLEMENTAÇÃO AGUDA DE CAPSAICINA E O DESEMPENHO NO TAEKWONDO”. Abrindo a sessão, o presidente da comissão, Prof. Dr. Marcos Daniel Motta Drummond (UFMG), orientador, após dar a conhecer aos presentes o teor das normas regulamentares do trabalho final, passou a palavra ao candidato, para apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Logo após, a comissão se reuniu, sem a presença do candidato e do público, para julgamento e expedição do resultado.

MEMBROS DA BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Marcos Daniel Motta Drummond (Orientador) – EEEFTO/UFMG

Prof. Dr. Luciano Sales Prado – EEEFTO/UFMG

Prof. Dr. Guilherme Artioli – USP

Após as indicações, o candidato foi considerado: **APROVADO**

O resultado foi comunicado publicamente ao candidato pelo presidente da comissão examinadora. Nada mais havendo a tratar, o presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ata, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora.

Belo Horizonte, 15 de setembro de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Guilherme Giannini Artioli, Usuário Externo**, em 06/10/2023, às 10:04, 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 **Marcos Daniel Motta Drummond, Professor(a)**, em 18/10/2023, às 18:24, 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 18/10/2023, às 23:22, 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, informando o código verificador **2690927** e o código CRC **F7DB1CDF**.

À Zumbi dos Palmares, Luiz Gama, André Rebouças, José do Patrocínio, João Cândido, Marielle Franco e a todos os outros que lutaram pelo fim da escravidão e das diferenças sociais. Se hoje estou aqui é porque o que a luta de vocês, a nossa luta, repercute até os dias de hoje. À Ogum que me deu forças em cada passo dessa jornada. À minha amada Beatriz Menezes, por ser meu amparo e porto seguro.

Obrigado, Ogum yé

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, o professor Dr. Marcos Daniel Motta Drummond, obrigado por acreditar nesse meu objetivo e caminhar comigo, me orientando com excelência e sempre me tirando da zona de conforto. Desde a minha época de atleta, você já era uma referência para mim, e topou encarar todos os desafios comigo e agora isso está ainda mais evidente. Obrigado por tantos ensinamentos durante essa trajetória. Com certeza levarei os aprendizados dessa jornada para a vida, e finalizo com a certeza de que estou mais próximo do objetivo de ser professor universitário.

À Beatriz Menezes, minha namorada, que foi, é e continuará sendo uma das pessoas mais importantes desse processo e da minha vida. Obrigado pelas noites que estive ao meu lado, me apoiando e dando forças para finalizar esse processo da melhor forma possível. Obrigado pelos conselhos conversas e discussões. Obrigado por me amparar em todos os momentos que precisei. Essa é uma conquista nossa, e não conseguiria sem você, te amo.

Ao Ronaldo Ângelo e ao Bruno Ocelli, vocês foram imprescindíveis para esse processo. Ter vocês enquanto professores na minha graduação me abriram portas as quais eu não imaginaria entrar. Vocês contribuíram não só com a minha formação academia, mas também com a minha formação enquanto cidadão, e serei eternamente grato a vocês por isso.

Aos meus amigos do LAN, obrigado por estarem comigo desde o início e vivenciarem de perto cada etapa, obrigado pelas trocas de conhecimento discussões e conversas, vocês foram fundamentais para esse processo.

Ao Robert Adriano faixa preta 3º Dan. Com você eu pude aprender na adolescência a importância das artes marciais na formação de um cidadão. Juntos conquistamos vários campeonatos e torneios, e foram as premissas do Taekowndo (Cortesias, integridade, Perseverança, Auto-controle e Espírito indomável) que me guiaram até aqui para concluir essa etapa. Obrigado por todos os ensinamentos, você é uma peça fundamental na minha vida, e levarei nossa amizade e companheirismo para todo o sempre.

À minha família, em especial ao meu pai Heloiso Arrudas, à minha mãe Renata Cristina, à minha avó Maria de Fátima e todos os outros que de alguma forma puderam acompanhar esse processo de perto, obrigado por estarem a todo momento, ao meu lado.

Aos meus amigos Marcos Rafael, Lucas Mendes e todos os outros que deram forças para caminhar até o fim dessa jornada.

Ao Centro de Treinamento Esportivo da UFMG pela parceria e concessão do espaço para a realização das coletas de dados. Ao professor Dr. Maicon Albuquerque, por ter contribuído com o empréstimo de materiais. Aos voluntários, por terem se dedicado ao longo dos testes e terem tornado possível a realização desse trabalho.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos e incentivo à pesquisa. Por fim, agradeço cada evolução que essa trajetória me proporcionou. As experiências vividas me fizeram mais resiliente, e só reforçaram e impulsionaram a vontade de continuar crescendo com o LAN, buscando minha evolução, nos âmbitos profissional e pessoal. AvanteLAN!

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito, Não sou o que deveria ser, mas com certeza não sou o que era antes.”

(Martin Luther King)

RESUMO

Objetivo: O estudo tem como objetivo investigar o efeito agudo da suplementação de capsaicina no desempenho do Taekwondo. **Métodos:** O delineamento experimental utilizado no presente estudo foi cruzado e duplo-cego, controlado por placebo. Foram realizados quatro encontros, sendo os dois primeiros destinados a apresentação, caracterização e familiarização dos voluntários e foram separados por 48 horas, e os dois últimos encontros foram destinados às condições experimentais e foram separados por 1 semana de intervalo. Participaram do estudo 13 atletas de Taekwondo com idade média de $24,8 \pm 10,6$ anos, experiência de treinamento de $6,54 \pm 4,27$ anos na modalidade, massa corporal total média de $64,5 \pm 10,9$ kg, percentual de gordura médio de $9,83 \pm 3,47\%$ e estatura média de $171 \pm 9,16$ cm. Os atletas realizaram a familiarização do *Stroop test* somente, pois eram familiarizados nos demais testes físicos. Os voluntários foram submetidos a duas condições experimentais de suplementação: capsaicina (12mg) (CAP) ou Placebo (50mg amido) (PLA). Os testes aplicados no presente estudo foram Multiple Frequency of Kick Test (FSKTMult), Salto com-contramovimento (SCM) *Stroop test*. Para as análises das variáveis Biopsicológicas foram utilizadas as escalas de percepção subjetiva de esforço (PSE), assim como a PSEsessão e escala de recuperação percebida. Para análises das variáveis fisiológicas foram avaliados o Lactato e Glicemia capilar, variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e frequência cardíaca máxima e de repouso (FCmáx e FCRep). Também foi realizado o recordatório alimentar. As condições experimentais ocorreram da seguinte forma: os voluntários ingeriram as cápsulas 45 minutos antes dos testes, e após o tempo estipulado para efeito das substâncias, foi registrada a variabilidade da frequência cardíaca e em seguida iniciado o aquecimento seguido dos protocolos de testes: três saltos com contramovimento, seguidos de três séries de FSKTMult, intercaladas pelo *Stroop test*. **Resultados:** Entre as condições experimentais, nos testes FSKTMult, não houve diferenças significativas para o número de chutes por série (PLA: $87,44 \pm 8,306$ e CAP $88,49 \pm 7,843$ $p= 0,7229$, $d= 0,129$), número de chutes totais (PLA: $262,5 \pm 19,73$ e Nº de chute CAP: $265,2 \pm 24,84$, $p= 0,4872$ $d= 0,8395$), e índice de fadiga (PLA: $7,704 \pm 3,969$ e CAP: $7,623 \pm 4,015$ $p = 0,42$, $d = 0,02$). Também não houve diferença significativa para as médias da altura do salto (PLA: $36,97 \pm 10,86$ e CAP: $37,25 \pm 10,31$; $p= 0,7612$, $d= 0,02$), potência máxima relativa (PLA: $23,7 \pm 6,70$ e CAP: $23,8 \pm 6,35$; $p = 0,8202$, $d = 0,02$) e potência média relativa (PLA: $10,5 \pm 3,59$ e CAP: $10,5 \pm 3,45$; $p = 0,99$, $d = 0$). Não foram identificadas diferenças ao analisar o tempo de reação (PLA: $881,9 \pm 176,2$ e CAP: $929,9 \pm 201,7$, $p = 0,4904$, $d = 0,3$) no *Stroop test*, entretanto houve diferença significativa entre os *Stroop test* (*Stroop test* 1: 929.9 ± 201.7 ms e *Stroop test* 2: 881.9 ± 176.2 ms). Analisando as variáveis biopsicológicas Escala de recuperação percebida. (PLA: $8,00 \pm 1,78$ e CAP: $7,38 \pm 2,26$, $p = 0,152$, $d = 0,3$), PSE em cada rodada das séries do FSKTMult (PLA: $6,538 \pm 2,512$ e CAP: $6,538 \pm 2,475$, $p= 0,9999$ e $d= 0$) e PSEsessão (PLA: $142 \pm 50,0$ e CAP: $143 \pm 44,6$, $p = 1$, $d = 0,02$) não foram encontradas diferenças. A variável fisiológica VFC, não apresentou diferença RMSSD (PLA: $81,0\text{ms} \pm 39,2$ e CAP: $79,7\text{ms} \pm 48,3$, $p= 0,866$, $d= 0,02$), Intervalo RR (PLA: $1054\text{ms} \pm 158$ e CAP: $998\text{ms} \pm 170$, $p = 0,192$, $d=0,34$). As variáveis lactato sanguíneo (PLA: $5,912 \pm 4,992$ e CAP: $6,285 \pm 4,898$, $p= 0,9999$, $d = 0,07$) e glicose sérica (PLA: $105,2 \pm 15,31$ e CAP: $104,1 \pm 17,76$, $p= 0,9953$, $d = 0,06$) não apresentaram diferenças. Por fim, houve diferença apenas para a variável FCmáx (PLA: $175 \pm 14,4\text{bpm}$ e CAP: $180 \pm 12,3\text{bpm}$ $p= 0,031$, $d= 0,678$), não apresentando diferença para a FCRep (CAP: 57.5 ± 7.71 bpm e PLA: 59.7 ± 7.58 bpm). **Conclusão:** A suplementação aguda com 12mg de capsaicina pode não ser eficaz para melhorar o desempenho físico geral e específico, assim como a função cognitiva, de atletas de Taekwondo.

Palavras-chave: Frequência Cardíaca. Cognição. Potência. Salto com contramovimento.

ABSTRACT

Objective: The study aims to investigate the acute effect of Capsaicin supplementation on Taekwondo performance. **Methods:** The experimental design used in the present study was crossed and double-blind, controlled by placebo. Four meetings were held, the first two of which were intended for the presentation, characterization and familiarization of the volunteers and were separated by 48 hours, and the last two meetings were intended for the experimental conditions and were separated by an interval of 1 week. The study included 13 Taekwondo athletes with an average age of 24.8 ± 10.6 years, training experience of 6.54 ± 4.27 years in the modality, average total body mass of 64.5 ± 10.9 kg, percentage average fat of $9.83 \pm 3.47\%$ and average height of 171 ± 9.16 cm. The athletes performed the familiarization of the Stroop test only, as they were familiarized with the other physical tests. The volunteers were submitted to two experimental supplementation conditions: Capsaicin (12mg) (CAP) or Placebo (50mg starch) (PLA). The tests applied in the present study were the Multiple Frequency of Kick Test (FSKTMult), Jump with countermovement (SCM) and Stroop test. For the analysis of the Biopsychological variables, the scales of subjective perception of exertion (PSE) were used, as well as the PSEsession and perceived recovery scale. For analyzes of the physiological variables, lactate and capillary blood glucose, heart rate variability (HRV) and maximum and minimum heart rate (HRmax and HRmin) were evaluated. A dietary recall was also carried out. The experimental conditions occurred as follows: the volunteers ingested the capsules 45 minutes before the tests, and after the stipulated time for the effect of the substances, the heart rate variability was recorded and then the warm-up started followed by the test protocols: three jumps with countermovement, followed by three series of FSKTMult, interspersed by the Stroop test. **Results:** Among the experimental conditions, in the FSKTMult tests, there were no significant differences for the number of kicks per series (PLA: 87.44 ± 8.306 and CAP 88.49 ± 7.843 $p=0.7229$, $d=0.129$), number of total kicks (PLA: 262.5 ± 19.73 and N° of kick CAP: 265.2 ± 24.84 , $p=0.4872$ $d=0.8395$), and fatigue index (PLA: 7.704 ± 3.969 and CAP : 7.623 ± 4.015 $p=0.42$, $d=0.02$). There was also no significant difference for the jump height means (PLA: 36.97 ± 10.86 and CAP: 37.25 ± 10.31 ; $p=0.7612$, $d=0.02$), relative maximum power (PLA: 23.7 ± 6.70 and CAP: 23.8 ± 6.35 ; $p=0.8202$, $d=0.02$) and relative mean power (PLA: 10.5 ± 3.59 and CAP: 10.5 ± 3.45 ; $p=0.99$, $d=0$). No differences were identified when analyzing the reaction time (PLA: 881.9 ± 176.2 and CAP: 929.9 ± 201.7 , $p=0.4904$, $d=0.3$) in the Stroop test, however there was a difference significant between the Stroop test (Stroop test 1: 929.9 ± 201.7 ms and Stroop test 2: 881.9 ± 176.2 ms). Analyzing biopsychological variables Perceived recovery scale. (PLA: 8.00 ± 1.78 and CAP: 7.38 ± 2.26 , $p=0.0152$, $d=0.3$), PSE in each round of the FSKTMult series (PLA: 6.538 ± 2.512 and CAP: 6.538 no differences were found. The physiological variable HRV, showed no difference RMSSD (PLA: $81.0\text{ms} \pm 39.2$ and CAP: $79.7\text{ms} \pm 48.3$, $p=0.866$, $d=0.02$), RR Interval (PLA: $1054\text{ms} \pm 158$ and CAP: $998\text{ms} \pm 170$, $p=0.192$, $d=0.34$). The variables blood lactate (PLA: 5.912 ± 4.992 and CAP: 6.285 ± 4.898 , $p=0.9999$, $d=0.07$) and serum glucose (PLA: 105.2 ± 15.31 and CAP: 104.1 ± 17.76 , $p=0.9953$, $d=0.06$) showed no differences. Finally, there was difference only for the HRmax variable (PLA: $175 \pm 14.4\text{bpm}$ and CAP: $180 \pm 12.3\text{bpm}$ $p=0.031$, $d=0.678$), showing no difference for HRmin (CAP: 57.5 ± 7.71 bpm and PLA : 59.7 ± 7.58 bpm). **Conclusion:** Acute supplementation with 12mg of Capsaicin may not be effective in improving general and specific physical performance, as well as cognitive function, in Taekwondo athletes.

Keywords: Heart Rate. Cognition. Potency. Jump with countermovement

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho experimental;

Figura 2 - Protocolo experimental;

Figura 3 - Salto com contramovimento;

Figura 4 - Cinta transmissora de FC (Polar: modelo T-31 Coded);

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela PSE adaptada de Foster

Tabela 2: Escala de Recuperação Percebida (ERP)

Tabela 3: Médias e desvios padrões (DP) variáveis fisiológicas (VFC) nas condições PLA e CAP

Tabela 4: Médias e desvios padrões (DP) variável fisiológica FCmáx nas condições PLA e CAP

Tabela 5: Médias e desvios padrões (DP) perfil dietético nas condições CAP e PLA

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Médias e desvio padrão das variáveis individuais número de chutes totais para as condições CAP e PLA;

Gráfico 2 - Mediana e amplitude interquartílica das variáveis individuais número de chutes aplicados em cada série para as condições CAP e PLA;

Gráfico 3 - Médias e desvio padrão das variáveis individuais altura do salto (SCM) para as condições CAP e PLA;

Gráfico 4 - Médias e desvio padrão das variáveis individuais potência máxima relativa para as condições CAP e PLA;

Gráfico 5 - Médias e desvio padrão das variáveis individuais potência média relativa para as condições CAP e PLA;

Gráfico 6 - Médias das variáveis de tempo de reação entre as condições CAP e PLA e no *Stroop test 1* e *Stroop test 2*;

Gráfico 7 - Médias e desvios padrões (DP) PSEteste nas condições PLA e CAP;

Gráfico 8 - Médias e desvios padrões (DP) Lactato e Mediana e amplitude interquartílica para Glicemia capilar nas condições PLA e CAP;

LISTA DE ABREVIACOES

Ca²⁺: Cálcio

CAP: Grupo experimental que suplementou capsaicina

CCI: Coeficiente de Correlao Intraclasse

CVi: Coeficiente Variao Individual

EIAI: Exercicio Intermitente de Alta Intensidade

EPM: Erro Padrão da Média

ERP: Escala de Recuperao Percebida

FC: Frequência Cardíaca

FC_{rep}: Frequência Cardíaca de repouso

FC_{máx}: Frequência Cardíaca Máxima

FSKT_{mult}: Frequency Speed of kick test séries múltiplas

MMII: Membros Inferiores

PAR-Q: *Physical Activity Readiness Questionnaire*

PLA: Grupo experimental que suplementou placebo

PSE: Percepo Subjetiva do Esforço

PSE_{sessão}: Percepo Subjetiva do Esforço da Sessão

RSP: Retículo Sarcoplsmatico

SCM: Salto com Contramovimento

SF: Sessão de Familiarizao

VSF: Variabilidade da Frequência Cardíaca

TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TRPV1: Receptor Vanilide de Potencial transitório

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	17
1.1. OBJETIVO GERAL	20
1.1.1. <i>Objetivos específicos:</i>	20
1.2. HIPÓTESES	20
3 MÉTODOS	22
3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	22
3.2 AMOSTRA	24
3.2.1 <i>Cuidados éticos</i>	25
3.2.2 <i>Cálculo amostral</i>	25
3.3 PROCEDIMENTOS E MATERIAIS	25
3.3.1 <i>Familiarização e confiabilidade</i>	25
3.3.2 <i>Suplementação nutricional</i>	26
3.3.3 <i>Protocolos de testes</i>	27
3.3.4 <i>Concentrações de glicose e de lactato sanguíneos</i>	30
3.3.5 <i>Escala de Recuperação Percebida</i>	31
3.3.6 <i>Frequência cardíaca (FC) e Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)</i>	32
3.3.7 <i>Recordatório Alimentar</i>	33
3.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA	34
4 RESULTADOS	35
4.1 VARIÁVEIS DE DESEMPENHO	35
4.1.1 <i>Multiple Frequency Speed of Kick Test (FSKTMult)</i>	35
4.1.2 <i>Salto com Contramovimento (SCM)</i>	37
4.1.3 <i>Tempo de reação no teste Stroop Test</i>	39
4.2 VARIÁVEIS PSICOBIOLÓGICAS	40
4.2.1 <i>Escala de percepção de recuperação (EPR)</i>	40
4.2.2 <i>Percepção subjetiva de esforço do teste FSKTMult adaptado (PSEteste) e da sessão (PSEsessão)</i>	40
4.3 VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS	41
4.3.1 <i>Variabilidade da frequência cardíaca (RMSSD e RR)</i>	41
4.3.2 <i>Lactato e Glicemia capilar</i>	42
4.3.3 <i>Frequência Cardíaca Máxima e de Repouso</i>	43
4.4 RECORDATÓRIO ALIMENTAR	44
5 DISCUSSÃO	46
6 CONCLUSÃO	55
REFERÊNCIAS	56
APÊNDICE 1 QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO ANAMNESE	64
APÊNDICE 2 HISTÓRICO DO ATLETA	65
APÊNDICE 3 PADRONIZAÇÃO DA REFEIÇÃO PRÉ-TESTE	65

1 INTRODUÇÃO

O Taekwondo é uma modalidade esportiva de combate em que dois indivíduos se confrontam com o objetivo de nocautear seu adversário ou de pontuar mais que o mesmo (López-González, *et al.*, 2018). Assim como as demais lutas, possui premissas que a classifica como modalidade esportiva de combate: contato intencional, fusão ataque/defesa, imprevisibilidade, oponente(s)/alvo(s) e regras (Gomes, *et al.*, 2010). Além disso, apresenta uma demanda intermitente, em que as ações técnico táticas de alta intensidade são intercaladas por momentos de recuperação majoritariamente ativos (Santos, Franchini Lima-Silva, 2011). Dessa maneira, entende-se que tanto o metabolismo oxidativo quanto o anaeróbio (alático e láctico) contribuem de forma significativa na transferência de energia durante os treinos e lutas, mas as ações decisivas são realizadas principalmente pela ativação do sistema anaeróbio alático (Campos, *et al.*, 2012; López-González, *et al.*, 2018). Alguns requisitos físicos e fisiológicos são diferenciais para os atletas desse esporte, tais como: membros inferiores e superiores longos, baixo percentual de gordura corporal (Burdukiewicz, *et al.*, 2018), VO_2 máximo entre 47ml/kg/min e 60ml/kg/min, elevados níveis de força máxima, potência, resistência de força, agilidade e velocidade de reação (Bridge, *et al.*, 2014; Franchini, *et al.*, 2011). Logo, estratégias que possam otimizar tais parâmetros fisiológicos podem ser interessantes para a modalidade.

Sendo assim, na busca incessante pela melhor performance esportiva, a procura por recursos ergogênicos eficazes tornou-se uma prática no meio de modalidades esportivas de combate. Afinal, um auxílio ergogênico (método de treinamento, técnica psicológica ou suporte nutricional) pode ser capaz de melhorar o desempenho (Kreider, *et al.*, 2010). Sendo assim, a utilização de substâncias nutricionais regulamentadas, que possam impactar diretamente e positivamente no desempenho, são comumente adotadas com intuítos ergogênicos (Thomas, Erdman, Burke, 2016). Neste aspecto, a literatura nos mostra evidências de que a capsaicina pode ser eficaz em aumentar o desempenho esportivo, principalmente relacionado à resistência de força e diminuição da percepção de esforço (Silva, *et al.*, 2021).

A capsaicina é uma substância que tem como característica o sabor picante, sendo encontrada em alimentos que apresentam essa ardência, principalmente as pimentas. No organismo, seu principal mecanismo de ação ocorre pela ativação do receptor vanilóide de potencial transitório 1 (TRPV1), um canal catiônico não seletivo homotetramérico,

encontrado no músculo esquelético (Luo, *et al.*, 2012; Silva, *et al.*, 2021a), no retículo sarcoplasmático (Lotteau, *et al.*, 2013) e nas fibras nervosas mielinizadas e nociceptores não-mielinizados (Hudson, *et al.*, 2016). Esta substância apresenta um pico de concentração sanguínea aproximadamente 45 minutos após sua ingestão e uma meia vida de 25 minutos (Silva, *et al.*, 2021).

Em humanos, há evidências de que a capsaicina, administrada de forma oral e em uma dosagem de 12 mg, pode aumentar o desempenho em corridas (Freitas, *et al.*, 2018b; Costa *et al.*, 2020), em exercícios resistidos (Freitas, *et al.*, 2018a; Cross, *et al.*, 2020), em protocolos de treinamento concorrentes (Freitas, *et al.*, 2019a) e no Crosstraing (Crossfit) (Piconi, *et al.*, 2019) e ainda pode melhorar a função cognitiva (Thornton; Mills; Bliss, 2023). Entretanto, quando utilizada por corredores recreacionais e/ou atletas amadores, sejam homens ou mulheres e, por ciclistas, a capsaicina parece não ter efeito positivo (Padilha, *et al.*, 2020; Langan E Grosicki, 2020; Ah Morano, *et al.*, 2021). Além disso, evidências reportam que a capsaicina pode aumentar a potência média de atletas de JiuJitsu, através da ação de catecolaminas (Silva *et al.*, 2022). Logo o Salto com contramovimento assim como Frequency speed of kick test múltiplas séries (FSKTMult), visto a relação desses testes com a potência, podem refletir no desempenho, uma vez que essa manifestação da força esta correlacionada com o bandal tcha-gui, um chute específico da modalidade (Goulart, *et al.*, 2016).

Portanto, diante dos resultados encontrados na literatura científica, a suplementação aguda de capsaicina pode ser eficaz para melhorar o desempenho, principalmente em tarefas que exigem produção e manutenção da força muscular (Moura; Silva, *et al.*, 2021). Os possíveis efeitos ergogênicos da capsaicina nos músculos ativos podem ser justificados pelo aumento e manutenção da liberação de íons cálcio (Ca^{2+}) pelo retículo sarcoplasmático, aumentando a disponibilidade de cálcio presente no músculo ativo, sustentando por um maior tempo a contração muscular e potencializando a resistência de força (Freitas, *et al.*, 2018a; Cross, *et al.*, 2020). Entretanto, vale ressaltar que as alterações no organismo acerca da maior disponibilidade de Ca^{2+} ainda são especulações, (visto que esse efeito foi observado em estudo *in vitro* (Kazuya *et al.*, 2014). Além disso, a capsaicina pode exercer um efeito central. Esse suplemento estimula o sistema nervoso central (SNC) por meio da ativação do TRPV1 que, tendo sua maior atividade pré ou pós-sináptica, pode liberar neurotransmissores no córtex pré-frontal podendo influenciar diretamente aspectos cognitivos e na tomada de decisão

(Edwards, 2014). Também no sistema nervoso central, pode agir liberando catecolaminas na fenda pré-sináptica potencializando a força e suas manifestações (Moura; Silva, *et al.*, 2021).

Ademais, sabe-se que a suplementação de capsaicina pode reduzir a percepção subjetiva de esforço (PSE). De Freitas *et al.*, (2018a) relatou que a PSE foi atenuada em uma corrida de 1500 metros. Isso possivelmente ocorreu devido ao aumento do limiar da dor e à redução do desconforto induzido pelo exercício fatigante, resultando em melhores tempos de corrida. Outros estudos investigaram a ação da capsaicina no aumento dos limiares de dor (Edwards, 2014; Palazzo; Rossi; Maione, 2008), e as evidências ressaltam a importância da ativação dos receptores TRPV1 pela capsaicina, que aciona determinados neurotransmissores (glutamato) importantes para a atenuação da dor. Caterina e Julius (2001), relatam que esse mecanismo é advindo da ativação periférica de neurônios aferentes sensíveis à capsaicina, que podem provocar uma resposta de dessensibilização dos nociceptores. Sendo assim, tais evidências suportam que a PSE pode ser reduzida devido aos mecanismos citados acima, associados à atenuação da dor sistêmica e local.

Frente à necessidade de investigar a eficácia da suplementação imposta aos atletas de Taekwondo, é pontual que a multiplicidade de variáveis que compõem o treinamento esportivo (variáveis mecânicas, fisiológicas e cognitivas) sejam adequadamente monitoradas, analisadas e corrigidas (Loturco; Nakamura, 2016). Assim, algumas ferramentas como registro da Percepção subjetiva do esforço da sessão (PSEsessão) (Foster, *et al.*, 2001), Escala de recuperação percebida (ERP) (Laurent, *et al.*, 2011), Salto com Contramovimento (SCM) (Claudino, *et al.*, 2017) e o teste Frequency Speed of Kick Test múltiplas séries (FSKTMult) (Silva, *et al.*, 2023), podem ser eficazes para monitorar e caracterizar o desempenho físico no treinamento (Santos, *et al.*, 2015; Santos; Franchini, 2018; Santos; Herrea-Valenzuela; Franchini, 2019), assim como no Taekwondo (Silva *et al.* 2023). Ainda, o *Stroop test* (Stroop, 1935), pode ser uma eficaz ferramenta para monitorar aspectos relacionados a cognição e ao desempenho esportivo no Taekwondo (Vrijkotte, *et al.*, 2018; Miraftabi, *et al.*, 2021; Sun, *et al.*, 2022).

Conforme as características e as exigências da modalidade, é possível presumir que os efeitos fisiológicos ergogênicos da Capsaicina podem ser determinantes para o desempenho ótimo em testes específicos da modalidade, refletindo em um possível sucesso competitivo e em treinos de Taekwondo. Entretanto, não foram encontrados estudos que investigaram a suplementação aguda de capsaicina em testes específicos que podem caracterizar o desempenho no Taekwondo, o que também indica a necessidade de estudos

específicos sobre o tema, afinal, pesquisar recursos ergogênicos no combate pode ser difícil, devido aos componentes técnicos, táticos, físicos e fisiológicas (Bridge *et al.*, 2014; Franchini, *et al.*, 2011; Santos *et al.*, 2014).

Por fim, este estudo pode ser pioneiro em entender o comportamento fisiológico, mecânico, cognitivo e biopsicológico advindo da suplementação de capsaicina em testes específicos do Taekwondo, visto que ainda não foram realizadas pesquisas investigando o referido suplemento aliado à essa modalidade esportiva de combate.

1.1. Objetivo geral

O presente estudo tem como objetivo investigar se a suplementação de capsaicina influencia o desempenho de atletas de Taekwondo.

1.1.1. Objetivos específicos:

Investigar se a suplementação de capsaicina influencia o desempenho de atletas de Taekwondo em testes específicos da modalidade.

Investigar se a suplementação de capsaicina influencia o desempenho de atletas de Taekwondo em testes físicos gerais.

Investigar se a suplementação de capsaicina influencia o desempenho de atletas de Taekwondo em aspectos fisiológicos, biopsicológicos e cognitivos.

1.2. Hipóteses

H0 – A suplementação de capsaicina não influenciará nenhum dos parâmetros experimentais propostos, em comparação a condição placebo.

H1 – A suplementação de capsaicina aumentará o desempenho de atletas de Taekwondo.

H2 - A suplementação de capsaicina aumentará o desempenho de atletas de Taekwondo em testes específicos.

H3 - A suplementação de capsaicina aumentará o desempenho de atletas de Taekwondo em testes gerais.

H4 - A suplementação de capsaicina alterará o desempenho de atletas de Taekwondo em aspectos fisiológicos, biopsicológicos e cognitivos.

3 MÉTODOS

3.1 Delineamento Experimental

Este estudo adotou um delineamento experimental cruzado, duplo-cego, contrabalanceado e controlado por placebo. Todo o processo da coleta de dados foi realizado em quatro sessões experimentais, ao longo de três semanas, sendo que a familiarização foi realizada na primeira semana, com um intervalo de quarenta e oito horas entre cada dia e, nas outras duas semanas, foram realizadas as situações experimentais com intervalo de uma semana entre eles. Os procedimentos foram realizados às segundas-feiras. Foi solicitado aos voluntários que, vinte quatro horas antes das sessões de coleta, permanecessem sem a realização de qualquer atividade física ou exercício físico extenuante, para aumentar a possibilidade de os voluntários estarem descansados no momento da coleta e para que a carga de treino semanal interferisse menos possível nos resultados dos testes.

Na primeira sessão experimental foram realizados os seguintes procedimentos: apresentação da pesquisa, assinatura do Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e Termo de assentimento livre esclarecido (TALE), caracterização da amostra e familiarização ao *Stroop test* (Macleod; Macdonald, 2000). Ainda na primeira semana, 48h após a primeira sessão de familiarização, foi repetido o protocolo de teste utilizado, de forma que a confiabilidade dos dados fosse averiguada e garantida. Para a caracterização da amostra foram realizadas as medições antropométricas (massa corporal, percentual de gordura e estatura), além de um recordatório alimentar de vinte quatro horas. Nas sessões experimentais seguintes, foram realizados os protocolos de suplementação no qual os voluntários consumiram, aleatoriamente e de forma cega, a substância capsaicina ou Placebo, antes dos protocolos de testes **figura 1**.

Foram aplicados os testes: salto com contramovimento (SCM), Multiple Frequency Speed of Kick Test (FSKTmult) (Silva *et al.*, 2023) e *Stroop test* (Miraftabi, *et al.*, 2021). Nos dias em que foram realizados os protocolos de testes, no início das sessões, foi coletada as informações advindas da escala de recuperação percebida, com o intuito de atestar o estado de recuperação dos voluntários no momento de chegada ao laboratório (Laurent, *et al.*, 2011). Também, foi registrada a frequência cardíaca de repouso e máxima (FCRep e FCmáx), variabilidade da frequência cardíaca (VFC), glicemia capilar pré-teste e pós-teste e concentração de lactato sérico pré-teste e pós-teste **figura 2**.

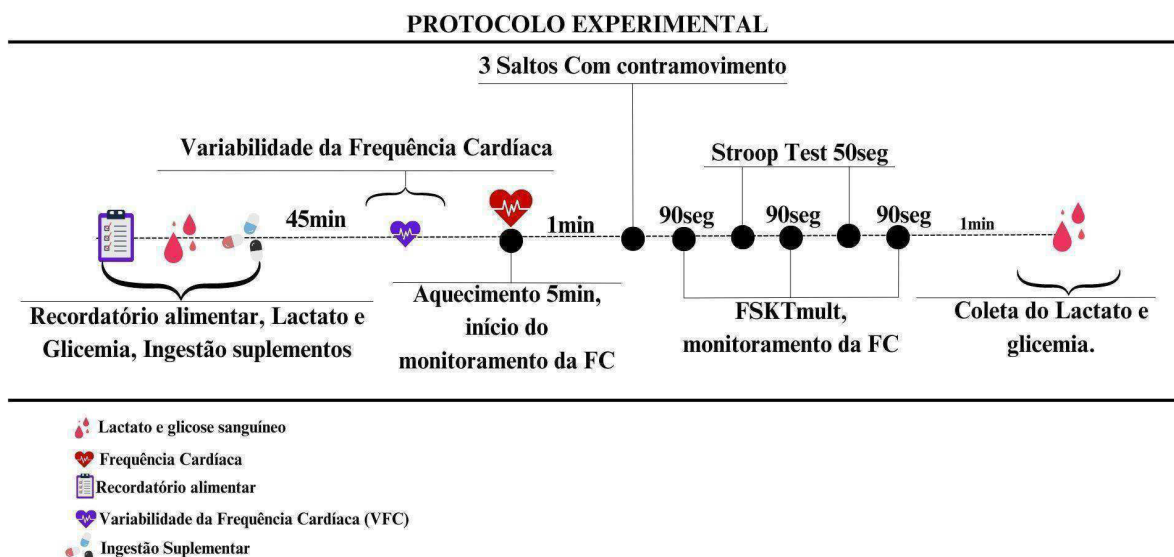
Foi solicitado aos voluntários que realizassem a mesma refeição antes das sessões de testes. Esse procedimento, junto à aplicação do recordatório alimentar, foi utilizado a fim de garantir a manutenção de um padrão alimentar pelo voluntário durante as condições experimentais, principalmente na última refeição antes de cada sessão experimental. No intuito de diferenciar as condições experimentais, serão utilizados a partir daqui as siglas CAP para a condição capsaicina e PLA para a condição Placebo.

Figura 1 - Desenho experimental



Fonte: Elaboração Própria.

Figura 2 - Protocolo experimental



Fonte: Elaboração Própria.

3.2 Amostra

Participaram do estudo treze atletas de Taekwondo, sendo dez do sexo masculino e três do sexo feminino, categoria olímpica (n=8) e paralímpica (n=5), sendo os atletas da categoria paraolímpica classificados nas seguintes categorias competitivas: K43 (Atletas com amputação bilateral do cotovelo até a articulação da mão, dismelia bilateral) e K44 (Atletas com amputação unilateral do cotovelo até a articulação da mão, dismelia unilateral, monoplegia, hemiplegia leve e diferença de tamanho nos membros inferiores) (CPB, 2023). A média de idade dos participantes foi de $24,8 \pm 10,6$ anos, com experiência média de treinamento de $7,31 \pm 5,63$ anos na modalidade, sendo todos faixas pretas. A massa corporal total média dos voluntários foi $64,5 \pm 10,9$ kg, o percentual de gordura médio foi $9,83 \pm 3,47\%$ e a estatura média foi de $171 \pm 9,16$ cm. Além disso, foi tomado um cuidado em selecionar atletas de alto nível para compor o n amostral, dado que alguns atletas eram da seleção brasileira, e ou já passaram por ela, além de já competirem também o campeonato mundial.

Como critérios de inclusão, os voluntários precisavam se encaixar nas seguintes especificações: não ser fumante, não apresentar alergia alimentar à pimenta, serem atletas-praticante de Taekwondo com idade mínima de 14 anos. Este último critério foi incluído após ser realizada uma busca no site da Federação de Taekowndo do Estado de Minas Gerais, na qual foi identificada a existência de cerca de 299 atletas de 14 a 18 anos, que possivelmente poderiam se enquadrar na amostra do estudo (Ftemg, 2022). Além disso, os atletas deveriam ser da categoria faixa preta ou ter pelo menos um ano de experiência na categoria, e ter competido em campeonatos nacionais e/ou internacionais nos últimos quatro anos. Por fim, os atletas não poderiam ter sofrido algum tipo de lesão articular e/ou muscular em membros inferiores nos últimos seis meses anteriores ao início do estudo, não poderiam estar usando recursos ergogênicos nutricionais e farmacológicos (ou deveriam ter suspenso o uso há pelo menos noventa dias), não poderiam fazer uso regular de suplementos pré-treino, assim como não apresentar potencial risco à saúde após a realização do *Physical Activity Readiness Questionnaire* (PAR-Q) (ANEXO 3).

Os critérios de exclusão foram: não apresentar dieta normocalórica, lesionar-se durante as semanas das coletas, ou apresentar quaisquer condições médicas que pudessem vir a interferir no protocolo de testes.

3.2.1 Cuidados éticos

Antes da realização do projeto, todos os procedimentos a serem adotados e o propósito da pesquisa foram explicados aos voluntários, assim como os possíveis riscos e benefícios. Os voluntários leram e assinaram o TCLE ou o TALE. Esse projeto respeitou todas as normas estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde (Res 466/2012). A pesquisa em questão foi submetida e aprovada pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (CAAE: 61920222.4.0000.5149; parecer número: 5.683.532).

3.2.2 Cálculo amostral

Com base no estudo de Freitas *et al.* (2018a), adotou-se o effect size do efeito positivo da suplementação de capsaicina para desempenho na variável massa total levantada, no qual foi identificado um effect size grande, de 0,84. Logo foi utilizado esse effect size, visto a similaridade nos resultados entregues pelos testes utilizados por Freitas *et al.*, (2018) e o presente estudo, onde se avaliou o número de ações executadas. Através do software Gpower (versão 3.1), foi fornecido um n amostral de 13 voluntários. Foi estipulado um poder de 0,8 e alfa de 0,05.

Os participantes foram recrutados a partir de divulgação da pesquisa em centros de treinamento, universidades, academias de artes marciais (Taekwondo), centros de pesquisa e via rede social, por meio da divulgação das informações relevantes relacionadas à pesquisa (objetivo do estudo, e critérios de inclusão e exclusão). Todos os interessados em serem voluntários que atendiam aos critérios de inclusão foram recrutados, até se alcançar o número definido de voluntários. Não ocorreram perdas na amostra ou exclusão de participantes por critérios de exclusão. Portanto, não foi necessário recrutamento adicional de voluntários.

3.3 Procedimentos e Materiais

3.3.1 Familiarização e confiabilidade

Os atletas já eram habituados com o salto com-contramovimento e com o teste de chutes FSKTmult, ambos realizados no presente estudo, pois são testes usados rotineiramente para monitoramento em suas rotinas de treinamento, logo os voluntários estavam aptos a realizá-los. Sendo assim, foi realizada apenas a familiarização do *Stroop Test*. As sessões de

familiarização foram intercaladas por um intervalo de quarenta e oito horas e, em cada sessão, os voluntários realizavam seis vezes o teste computadorizado, com intuito de minimizar o efeito da aprendizagem. Após a realização das sessões de familiarização, foram comparados os resultados obtidos na primeira e na segunda sessão de cada teste. Caso houvesse diferença significativa, seria realizada uma terceira sessão com um intervalo de 48h, o que não foi necessário. O desempenho nos testes das duas sessões foi utilizado para determinar o coeficiente de correlação intraclasse (CCI) e o Erro Padrão da Medida (EPM) (Claudino, *et al.*, 2012).

3.3.2 Suplementação nutricional

Os voluntários consumiram as substâncias em uma ordem aleatória cega e garantiu-se que o número de pessoas nas duas situações fosse o mesmo, esse processo ocorreu da seguinte forma: O primeiro voluntário foi inserido na condição CAP ou PLA de forma aleatória, e em seguida para se garantir que os demais voluntários realizassem as sessões em diferentes condições foi realizado a padronização a partir do primeiro voluntário. O processo de cegamento ocorreu da seguinte forma: as substâncias foram entregues em cápsulas idênticas, dentro de sacos plásticos que foram identificados com os números 1 e 2, para se diferenciar as substâncias, foram entregues exatos duas capsulas de cada suplemento para os voluntários. Além disso uma pessoa de fora das coletas selecionou e separou as substâncias nos respectivos sacos plásticos e inseriu a numeração. Visto isso, a pessoa que entregava as suplementação não sabia o conteúdo das capsulas e nem o suplemento que cada número representava. A cápsula de Placebo continha 50 mg de amido, enquanto a cápsula de capsaicina continha 12 mg. Esta dosagem de capsaicina foi adotada visto sua efetividade em melhorar o desempenho físico (Freitas, *et al.*, 2018b; Costa, *et al.*, 2020; Freitas *et al.*, 2018a; Freitas, *et al.*, 2019), sem ocorrências de efeitos colaterais (Simões, *et al.*, 2022).

A capsaicina tem seu pico de concentração sanguíneo aproximadamente 45 minutos após a ingestão (Moura: Silva *et al.*, 2021; Freitas, *et al.*, 2019). Visto isso, a ingestão das cápsulas ocorreu 45 minutos antes dos testes. No momento imediatamente após a ingestão das cápsulas, foram coletados lactato sérico e glicemia capilar para análise.

3.3.3 Protocolos de testes

3.3.3.1 Multiple Frequency Speed of Kick Test (FSKTMult)

O FSKTMult foi o teste físico específico para o Taekwondo adotado no presente estudo e seguiu as mesmas características utilizadas no estudo de Silva *et al.* (2023). Visto a necessidade de tornar o teste fidedigno ao combate, foram realizadas 3 rodadas do FSKTMult, com um intervalo de 1 minuto entre cada rodada, em um tatame. Este protocolo foi utilizado recentemente por outros estudos (Silva, *et al.*, 2023; Silva, *et al.*, 2020; Naderi, *et al.*, 2021). Este teste é simples e de baixo custo, e apresenta critérios de reprodutibilidade e sensibilidade aceitáveis para um teste de campo (Santos Silva; Franchini, 2017). Além disso, é um teste que pode diferenciar atletas de diferentes níveis competitivos e é utilizado rotineiramente por atletas de Taekwondo (Santos Silva; Franchini, 2016).

O teste FSKTMult consiste em executar chutes (Bandal tchagi), alternando as pernas direita e esquerda, sendo que um sinal sonoro determina o momento de início e de fim do teste. Cada atleta realizou cinco séries de 10 segundos de estímulo alternados com 10 segundos de intervalo, em cada rodada do FSKTMult. Os atletas responderam a PSE (PSEteste) ao final de cada uma das 5 séries de cada rodada, a cada intervalo entre as rodadas (Silva, *et al.*, 2023) e também 30 minutos após o final do teste, para cálculo da PSEsessão (Silva, *et al.*, 2023). As variáveis agudas analisadas foram: número de chutes aplicados em cada série, número total de chutes e índice de fadiga. Para calcular o índice de fadiga, foi considerado o número de chutes aplicados durante o FSKTMult e usou-se a seguinte equação:

$$\text{Índice de fadiga (\%)} = 1 - [(\text{FSKT1} + \text{FSKT2} + \text{FSKT3} + \text{FSKT4} + \text{FSKT5}) / \text{melhor FSKT} \times \text{número de séries}] \times 100.$$

(Santos Silva; Franchini, 2016)

Os testes de FSKTMult foram filmados e gravados. Por meio do software de análise de vídeos Kinovea (Kinovea® versão 0.8.15) foi feita a contagem do número de chutes. A contagem começou quando o atleta moveu o pé de ataque e terminou ao tocar o boneco Boomboxe® (Santos Silva; Franchini, 2016). Foram considerados válidos somente os chutes que atingiram o alvo no intervalo de 10 segundos (os chutes que começarem dentro dos 10

segundos, mas tocaram o Boombaxe® após os 10 segundos não foram contabilizados) (Santos Silva; Franchini, 2016).

3.3.3.2 Salto com Contramovimento (SCM)

O SCM foi adotado como teste de desempenho físico geral (Silva, *et al.*, 2023). Os dados analisados advindos do teste SCM foram as variáveis de altura de salto em centímetros, a potência máxima e a potência média relativa à massa corporal (w/kg) (Gathercole, *et al.*, 2015). Variáveis as quais podem distinguir diferentes níveis de competidores, nacionais e internacionais (Bridge, *et al.*, 2014; Santos, *et al.*, 2020) e que apresentam correlação forte e positiva com a velocidade de chute do bandal tchagui (Goulart, *et al.*, 2016).

A técnica adotada no presente estudo para execução do SCM foi a mesma adotada por Silva *et al.* (2023). O SCM é iniciado em posição ortostática, com os joelhos estendidos e as mãos apoiadas no quadril. O indivíduo executa uma ação excêntrica de flexão de joelhos até alcançar angulação próxima a 90 graus, seguida por uma ação concêntrica de extensão de joelhos. Os joelhos permaneceram estendidos durante a fase de voo do salto e aterrissaram em flexão plantar (Figura 5). Foi solicitado aos atletas que saltassem o mais alto possível, realizando esse movimento por tres vezes. Os SCM foram realizados em uma plataforma de força modelo PLA3-1D-7KN/JBA Zb (Staniak; Warsaw, Poland, precisão de 1N) (Goulart, *et al.*, 2016; Silva, *et al.*, 2023).

Figura 3: Salto com contramovimento



Fonte: Elaboração própria

3.3.3.3 Stroop Color Test

O *Stroop Test* foi adotado no presente estudo como um teste geral cognitivo para observar o efeito da função executiva e sua utilidade foi mensurar o tempo de resposta a um estímulo visual (tempo de reação) (MACLEOD; MACDONALD, 2000). O *Stroop test* mede a

resposta inibitória e a capacidade de suprimir uma resposta automática, tempo necessário para ler as palavras coloridas ao invés do tempo que leva para nomear a cor das letras (Stroop, 1935). O teste apresenta uma série não sequencial de nomes de cores (impressas em diferentes cores: amarelo, branco, vermelho e laranja, em um fundo preto), e avalia o nível de interferência da cor, uma vez que o voluntário deve nomear a cor da fonte ao invés de ler o nome da cor escrita, que sempre será incongruente. Tal teste compreende 25 estímulos. Este teste foi apresentado para os atletas em um notebook, programado em formato HTML (Penner *et al.*, 2012), e foi realizado entre as séries do FSKTmult, sendo classificados como *Stroop test 1* o teste realizado entre a primeira e a segunda série do FSKTmult, e *Stroop test 2* entre a segunda e a terceira série do FSKTmult, sendo que cada bateria do *Stroop Test* teve a duração de 50 segundos. Nesse teste foi calculado apenas o tempo gasto para reagir ao estímulo visual (Miraftab *et al.*, 2021; Sun, *et al.* 2022).

3.3.3.4 Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) e Percepção Subjetiva de Esforço da Sessão (PSEsessão).

A PSE foi adotada como medida geral psicobiológica, realizada através da Escala de Borg (1982) modificada por Foster *et al.* (1996), que apresenta valores de percepção do esforço de 0 a 10 (**Tabela 1**). Conforme descrito anteriormente, a PSE foi registrada imediatamente após o final de cada rodada do FSKTmult (Green, *et al.*, 2007).

A PSEsessão dos voluntários foi registrada 30 minutos após a finalização das três rodadas do FSKTmult, e os valores do tempo em minutos (min) de coleta para as duas situações foram CAP (22.7 ± 3.01 min) PLA (22.2 ± 2.03 min). Cada atleta informou um valor na devida escala, relacionado ao esforço percebido na sessão de treinamento, sendo que esse valor foi enviado via mensagem por aplicativo (SMS ou semelhante) (Simões, *et al.*, 2022). Tal medida permitiu registrar a percepção geral do esforço relativo à sessão de teste em sua totalidade, sendo determinada em repouso, como forma de recordação. Isto pode minimizar vieses da identificação do nível de esforço logo após o término da tarefa, o que pode ter influência do desconforto e da fadiga momentânea. A PSEsessão foi calculada a partir da equação abaixo (Foster, *et al.*, 1996).

$$\text{PSEsessão} = \text{PSE (CR-10)} \times \text{duração de treino (minutos)}$$

Tabela 1: Tabela PSE adaptada de Foster

Nota	Descritor
0	Repouso
1	Muito, muito fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um pouco difícil
5	Difícil
6	-
7	Muito difícil
8	-
9	-
10	Máximo

Fonte: Borg, 1983, modificada por Foster *et al.*, 1996.

3.3.4 Concentrações de glicose e de lactato sanguíneos

Devido às possíveis alterações metabólicas ocorridas pela ingestão da capsaicina (Grgic, *et al.*, 2022; Freitas, *et al.*, 2018a), foi realizada uma comparação entre a concentração sanguínea de lactato e de glicemia, pré e pós teste. Este procedimento foi o mesmo utilizado por Silva *et al.* (2020) e Gonzalez *et al.* (2020). Nos dias referentes às coletas principais, os voluntários permaneceram em repouso por 10 minutos para que fossem coletadas a glicemia capilar e a concentração de lactato sérico pré-teste. Ao final do FSKTmult (após o 3º round) foi aguardado um intervalo de aproximadamente um minuto para a aferição da glicemia e da concentração de lactato sérico pós-teste. A medição foi realizada através de uma gota de

sangue coletada do dedo indicador e o sangue foi coletado na fita reagente para a leitura glicêmica e do lactato pós-test. Para realização destes procedimentos foram utilizados um glicosímetro da marca FreeStyle Optium Neo (Abbott Laboratórios do Brasil Ltda) e um lactímetro Accutrend Plus (Roche Diagnostics Ltda, Brasil). Após a coleta de sangue, as agulhas e fitas reagentes foram descartadas adequadamente em local específico.

3.3.5 Escala de Recuperação Percebida

A Escala de Recuperação Percebida (ERP), assim como a Percepção Subjetiva do Esforço, é uma variável psicofísica que possui onze graduações (0 a 10), foi proposta com a finalidade de se monitorar o estado de recuperação de atletas (Laurent, *et al.*, 2011).

Para que a ferramenta seja usada basta que o atleta indique, numa tabela específica, qual é o seu estado de recuperação em relação à sessão de treinamento anterior. O avaliador deve instruir o avaliado a escolher um descritor e depois um número de 0 a 10. O valor máximo (10) deve ser comparado a totalmente recuperado e o valor mínimo (0) é a condição em nada recuperada. A Tabela a seguir mostra o ERP e seus valores e descritores.

Tabela 2: Escala de Recuperação Percebida (ERP)

Nota	Descritor
0	Nenhuma recuperação
1	Muito pouca recuperação
2	Pouca recuperação
3	Recuperação moderada
4	Boa recuperação
5	Muito boa recuperação
6	-
7	Muito, muito boa recuperação
8	-
9	-
10	Totalmente Recuperado

Fonte: LAURENT *et al.*, 2011.

3.3.6 Frequência cardíaca (FC) e Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)

A aferição da FC e da VFC foram realizadas por meio da sincronização, via Bluetooth®, de um sensor cardiofrequencímetro Polar H10 (Polar H10, Polar Electro Brasil, Ltda) à um aplicativo para smartphone (ELITE HRV®, Estados Unidos da América) validado para tal (Perrotta, *et al.*, 2017). Para identificar se esses voluntários estavam descansados nas duas sessões experimentais, foi aferido a Frequência Cardíaca de repouso, visto sua relação direta com o sistema nervoso autônomo, responsável pela modulação da resposta simpática e parassimpática, que podem alterar a FC em situações de repouso (Athanasίου; Bogdanis;

Mastorakos, 2023). A Frequência Cardíaca máxima (FC_{máx}) foi mensurada durante a execução das 3 séries de FSKT_{mult}. Com isso, foi possível analisar se houve diferenças advindas da suplementação de capsaicina (Cappelletti, *et al.*, 2015; Schwarz, *et al.*, 2013). Os indivíduos foram instruídos a não fazer uso de tabaco, álcool, alimentos que contenham pimenta ou apresentem um sabor picante e cafeína nas vinte e quatro horas que antecedem o procedimento.

A VFC, realizada através de dispositivos portáteis, já foi testada e apresentou boa precisão para análise de marcadores fisiológicos, os quais são utilizados comumente como parâmetros de saúde e desempenho (Intervalos RR, RMSSD) (Catai, *et al.*, 2020). Esta medida, quando comparada a outros procedimentos considerados padrão ouro como, por exemplo, o eletrocardiograma, que analisa as mesmas variáveis citadas anteriormente (Plews, *et al.*, 2017), apresenta boa acurácia e validade para a mensuração das variáveis. Entretanto, tais resultados podem variar de acordo com alguns parâmetros, como métrica, posição e sexo biológico (Dobbs, *et al.*, 2019). A coleta foi realizada no local do experimento, os voluntários se mantiveram cinco minutos em decúbito dorsal e foram orientados a permanecer em silêncio e tentar manter o nível respiratório o mais baixo possível (Morales, *et al.*, 2014; Catai, *et al.*, 2020) (Figura 7).

Figura 4: Cinta transmissora de FC (Polar: modelo T-31 Coded)



3.3.7 Recordatório Alimentar

Os atletas foram orientados a manter a alimentação habitual na ceia e no desjejum, visto que esse procedimento deveria ser mantido nas sessões experimentais seguintes (Soares, 2016; Coso, *et al.*, 2012). Os voluntários foram instruídos a manterem a refeição pré-treino e, caso a dieta fosse alterada, não permanecesse normocalórica, o voluntário seria excluído do estudo. Esse processo foi realizado por um pesquisador nutricionista experiente.

A aplicação desta ferramenta de investigação nutricional foi necessária visto as possíveis alterações no perfil dietético da alimentação dos voluntários, em relação ao consumo médio de energia (kcal) e de macronutrientes (carboidratos, lipídeos e proteínas) diários, que poderiam interferir nos resultados do estudo (Simões, *et al.*, 2022). Foi utilizado o software DietBox[®] (versão 6.8.3, Brasil) para os cálculos nutricionais e definição dos perfis dietéticos (Simões, *et al.*, 2022).

3.4 Análise Estatística

A normalidade dos dados foi verificada utilizando o teste de Shapiro-Wilk. Para verificar a estabilização do desempenho do *Stroop test*, nas sessões de familiarização, foi utilizado o teste t de student pareado. Para verificar a confiabilidade relativa do *Stroop test*, foi utilizado o coeficiente de correlação intraclass (ICC) misto de duas vias. Foi utilizado o teste t de student pareado para verificar a significância das variáveis número de chutes totais, SCM, potência média relativa, potência máxima relativa, ERP, FCRep, FCmáx, VFC (Intervalo RR, RMSSD) e, quando necessário, o teste de Wilcoxon foi utilizado. A ANOVA two-way para medidas repetidas analisando os fatores fixos (Tratamento e Tempo) foi utilizada para analisar os resultados acerca do número de chutes por rodada, índice de fadiga, *Stroop test*, PSEteste, glicemia e lactato, nas condições experimentais propostas. O Post-hoc de Bonferroni foi utilizado para identificar onde ocorreram as diferenças, quando necessário. Para comparar as médias do perfil dietético no início e final da intervenção experimental, foi utilizado o teste t de student pareado. Para todas as análises estatísticas foi adotado $p < 0,05$. Para todas as variáveis foram avaliados o tamanho do efeito a partir do d de cohen, o qual apresenta as classificações pequeno (0,2 - 0,3), médio (0,5 - 0,8) e grande (maior que 0,8) (Cohen, 1988). Foi utilizado o software JAMOVI (versão 2.3.26) para as análises estatísticas e o software GraphPad Prism (versão 9.5.1.) para produção dos gráficos. Foi realizada uma análise descritiva dos dados.

4 RESULTADOS

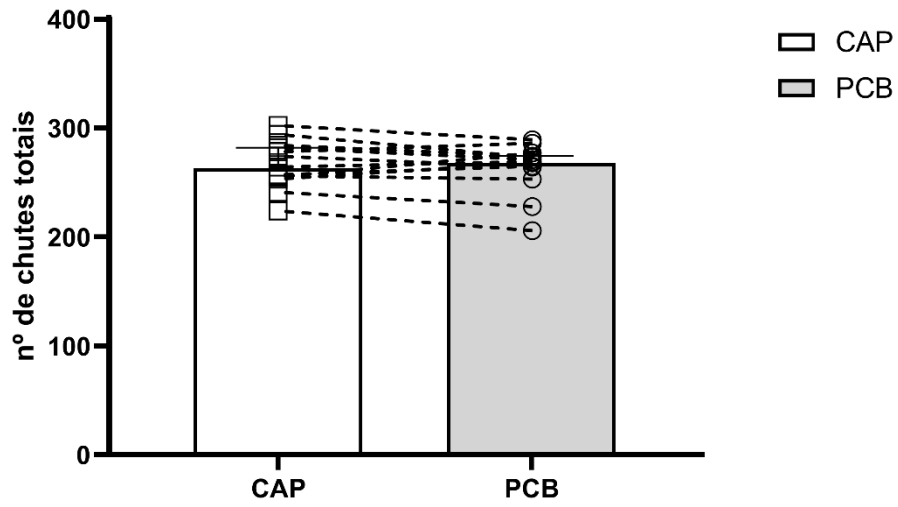
As variáveis RMSSD, Intervalo de médias RR, FCRep, FCmáx, Lactato, média da altura do salto, média potência máxima, média da potência média, índice de fadiga do FSKTmult adaptado e *Stroop Test* e PSEsessão apresentaram distribuição normal dos dados. Apenas a EPR a Glicemia, número total de chutes, índice de fadiga apresentaram distribuição não normal.

4.1 Variáveis de desempenho

4.1.1 Multiple Frequency Speed of Kick Test (FSKTmult)

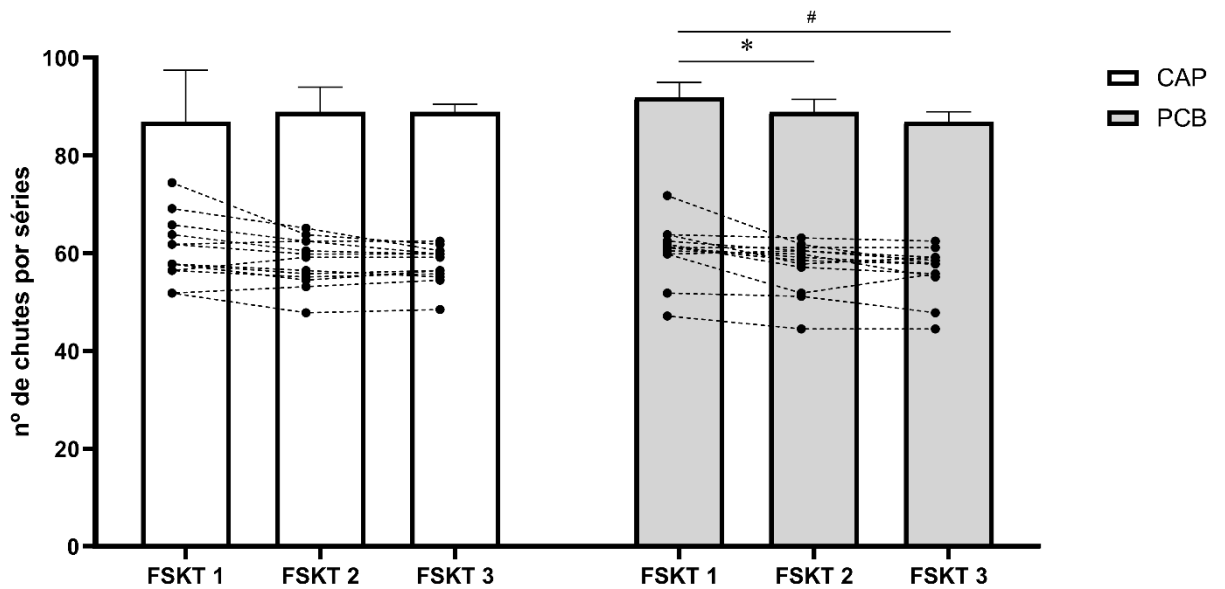
Não houve diferença quando comparadas as condições experimentais para a variável número de chutes totais (IC 95% = -11.27 a 4.964; EPM: 3,725; $p = 0,1833$; $d = 0.14$), conforme apresentado na Gráfico 8. Também, não foi identificada diferença significativa no número de chutes aplicados em cada série, quando comparadas as condições CAP e PLA (IC 95% = -4,996 a 7,099; EPM: 2.930; $p = 0,99$, $d = 0,129$) . Entretanto, quando comparada as condições separadamente, houve diferença para a condição PLA (FSKTmult 1 - FSKTmult 2 $p = 0,017$ e FSKTmult 1 - FSKTmult 3 $p = 0,0032$ (Gráfico 9). Não houve diferença significativa entre os valores de Índice de fadiga para as condições CAP e PLA (PLA: $7,704 \pm 3,969\%$; CAP: $7,623 \pm 4,015\%$; IC 95% = -2,457 a 2,295; EPM = 1,151; $p = 0,99$ $d = 0,02$).

Gráfico 1 - Médias e desvio padrão das variáveis individuais número de chutes totais para as condições CAP e PLA



Fonte - Elaboração própria
 Legenda – CAP: capsaicina; PLA: placebo.

Gráfico 2 - Mediana e amplitude interquartílica das variáveis individuais número de chutes aplicados em cada série para as condições CAP e PLA

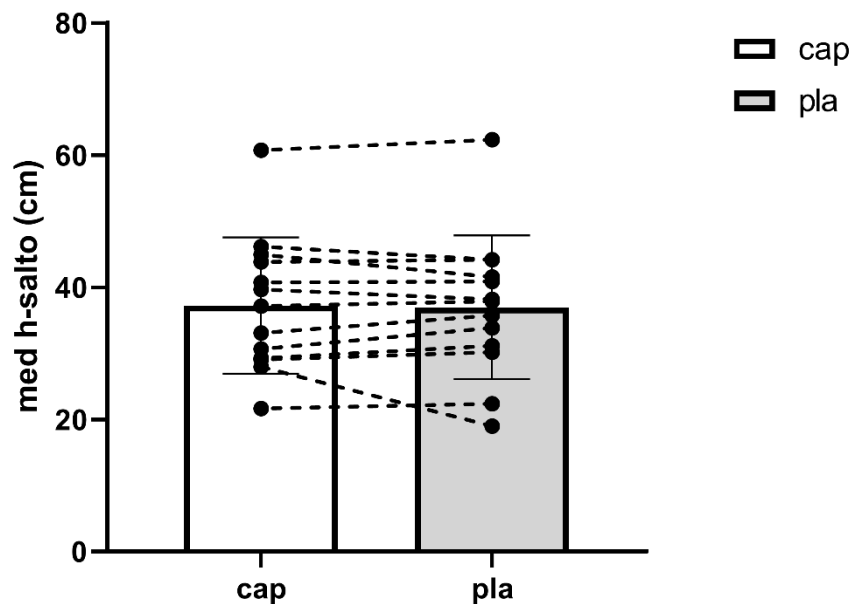


Fonte: Elaboração Própria.
 Legenda – CAP: condição capsaicina ; PLA: condição Placebo; FSKTmul: Frequency speed of kick test séries múltiplas; *: diferença significativa; #: diferença significativa.

4.1.2 Salto com Contramovimento (SCM)

Não houve diferença entre as médias de altura do salto (cm) (IC 95% = -0,436 a 0,655; EPM = 8,884; $p= 0,347$, $d= 0,11$) (Gráfico 3), potência máxima relativa (W/kg) (IC 95% = -0,396 a 0,698; EPM = 0,550; $p = 0,295$, $d = 0,15$) (Gráfico 4) e potência média relativa (W/kg) (IC 95% = -0,497 a 0,590; EPM = 0,330; $p = 0,433$, $d = 0,04$) (Gráfico 5).

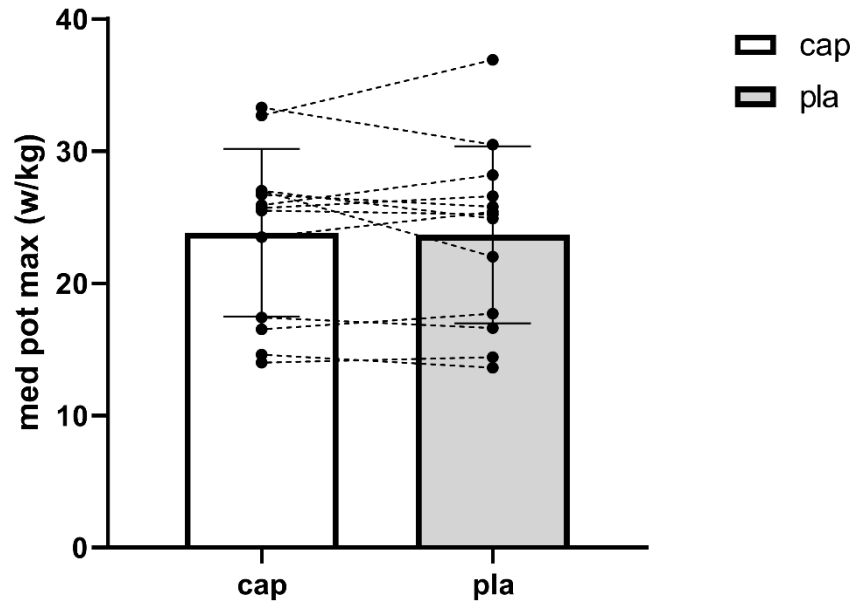
Gráfico 3 - Médias e desvio padrão das variáveis individuais altura do salto (SCM) para as condições CAP e PLA.



Fonte: Elaboração Própria.

Legenda – CAP: condição capsaicina; PLA: condição Placebo; med h-salto: média da altura do salto.

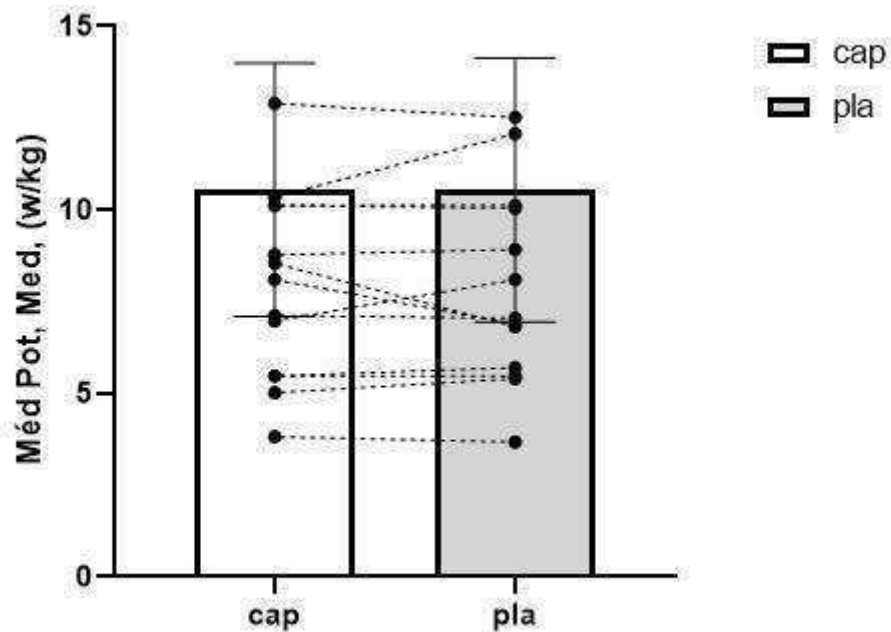
Gráfico 4 - Médias e desvio padrão das variáveis individuais potência máxima relativa para as condições CAP e PLA.



Fonte: Elaboração Própria.

Legenda – CAP: condição capsaicina; PLA: condição Placebo; med pot máx: média da potência máxima.

Gráfico 5 - Médias e desvio padrão das variáveis individuais potência média relativa para as condições CAP e PLA.



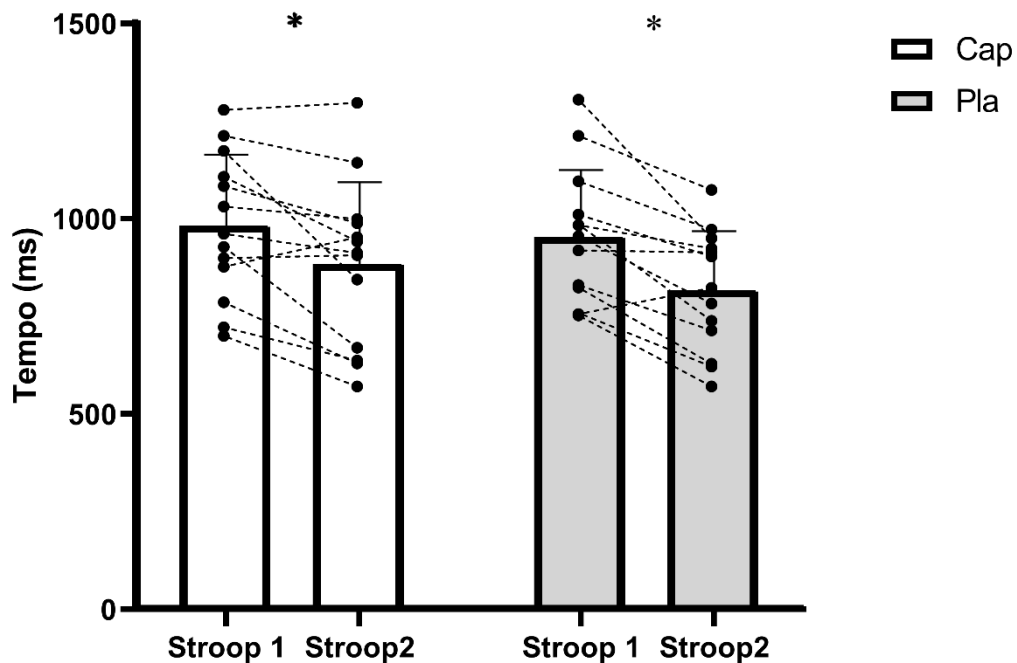
Fonte: Elaboração Própria.

Legenda – CAP: condição capsaicina; PLA: condição Placebo; med pot med: média da potência média.

4.1.3 Tempo de reação no teste *Stroop Test*

Analisando os dados de familiarização para o referido teste, não foi encontrada diferença significativa entre as médias das sessões ($p=0.459$) e foi identificado um ICC = 0.654 (moderado). Não foram encontradas diferenças significativas, quando comparadas as condições experimentais CAP e PLA, para as variáveis tempo de reação, expressos em milissegundos (ms) (IC 95% = -93.56 a 189.7; EPM = 68,62; $p = 0.4904$, $d = 0,3$). Os resultados individuais, em relação à média, estão apresentados no gráfico 6. Entretanto, quando analisado o *Strop test 1* em comparação com o *Stroop Test 2*, houve diferença significativa para ambas as condições experimentais (*Stroop test 1*: 929.9 ± 201.7 ms e *Stroop test 2*: 881.9 ± 176.2 ms; EPM: 21.33; IC 95%: 72.90 a 160.9; $p = 0,0001$; $d = 0,25$).

Gráfico 6 - Médias das variáveis de tempo de reação entre as condições CAP e PLA e no *Stroop test 1* e *Stroop test 2*.



Fonte: Elaboração própria.

Legenda – Colunas Brancas capsaicina CAP e colunas cinzas Placebo PLA e linhas pontilhadas resultado individual na condições CAP e PLA, *: representa a diferença estatística entre os dois *Stroop tests*.

4.2 Variáveis Psicobiológicas

4.2.1 Escala de percepção de recuperação (EPR)

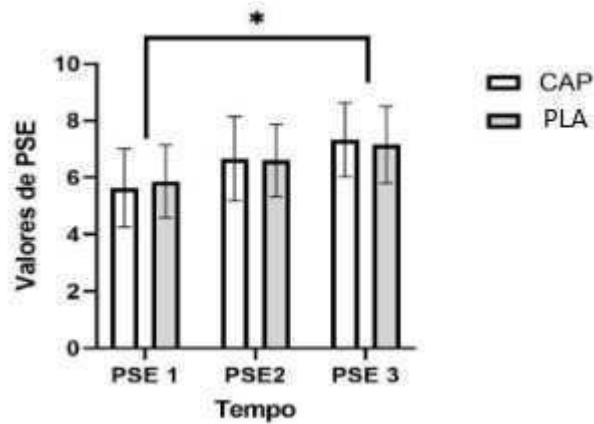
Para essa variável foi identificado um ICC = 0,709; IC 95% = -3,00 a 5,80⁻⁵; EPM = 0,417. Não houve diferença significativa para a variável analisada entre as condições experimentais (CAP: 7.38 ± 2.26 e PLA 8.00 ± 1.78, p = 0152, d = -0,556).

4.2.2 Percepção subjetiva de esforço do teste FSKTmult adaptado (PSEteste) e da sessão (PSEsessão)

Não houve diferença significativa quando analisadas a PSEsessão (PLA: 154 ± 62.6 e CAP: 155 ± 52.4; IC 95% = -21,4 a 24,8; EPM = 10.6; p = 0.876; d = 0.04) e a PSEteste

entre as condições experimentais ($p= 0,9999$, $d= 0$). Os resultados em relação à PSE teste identificando as médias e desvios padrões individuais estão apresentados no gráfico 7.

Gráfico 7 - Médias e desvios padrões (DP) PSE teste nas condições PLA e CAP



Fonte: Elaboração própria.

Legenda – * diferença significativa dos valores de PSE ao longo do tempo em ambas as condições experimentais capsaicina (CAP) e Placebo (PLA) ($p<0.05$).

4.3 Variáveis Fisiológicas

4.3.1 Variabilidade da frequência cardíaca (RMSSD e RR)

Para as variáveis RMSSD e intervalo RR não foram evidenciadas diferenças significativas quando comparadas as médias em milissegundos (ms). Quando analisadas as médias dos intervalos RR também não foram evidenciadas diferenças estatísticas significativas entre as variáveis analisadas. Tais variáveis estão apresentadas na **tabela 3**.

Tabela 3 - Médias e desvios padrões (DP) variáveis fisiológicas (VFC) nas condições PLA e CAP

	RMSSD		Intervalo RR	
	CAP	PLA	CAP	PLA
N	13	13	13	13
Média	79.7ms	80,9ms	998ms	1054ms
Desvio padrão	48.3ms	39,2ms	170ms	158ms
d de Cohen	0,0461		0,3836	
IC 95%	-17,31 ms	14.9 ms	-144.9 ms	32.38 ms
EPM	7,38		40,69	
p	0,871		0,192	

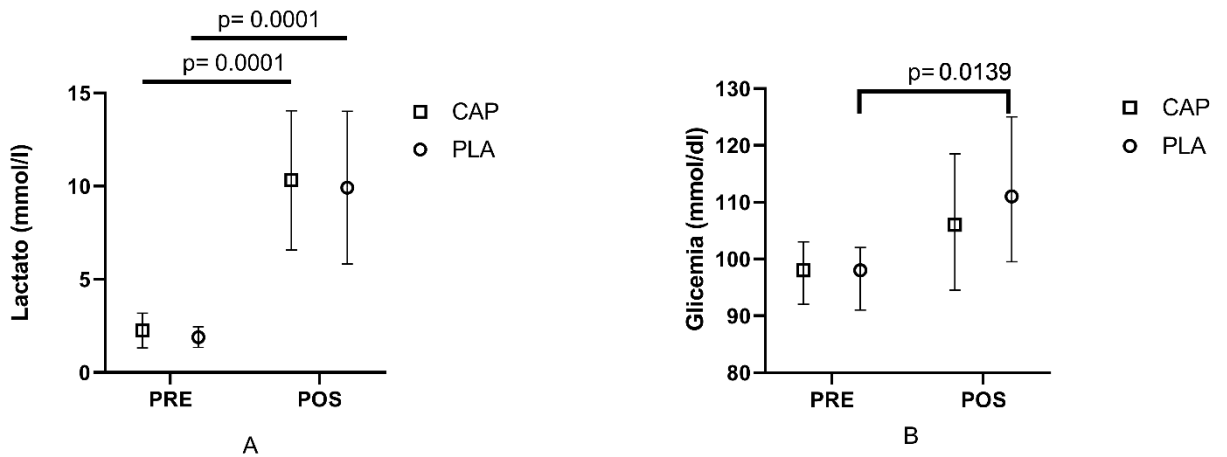
Fonte: Elaboração própria.

Legenda – ms (milissegundos), capsaicina (CAP) e Placebo (PLA).

4.3.2 Lactato e Glicemia capilar

Entre as condições experimentais, não foram identificadas diferenças significativas entre as concentrações médias de lactato pré-testes e pós-testes (IC 95% = -1,308 a 2.054 ; EPM = 0,81 ; p = 0,979; d = 0.065). Para os dados da glicemia, na glicemia média, os momentos pré-teste e pós-teste também não apresentaram diferença significativa entre as condições experimentais (IC 95% = -10.15 a 7,92; p = 0,995; d= -0.108). Entretanto, quando analisado o fator tempo, houve diferença significativa, sendo maiores valores de Glicemia reportados para a condição PLA quando comparados os momentos pré-teste e pós-teste. (p= 0,013). Os resultados em relação às variáveis mencionadas foram apresentados em média e desvio na **figura 13 A e B**.

Gráfico 8 - Médias e desvios padrões (DP) Lactato e Mediana e amplitude interquartílica para Glicemia capilar nas condições PLA e CAP



Fonte: Elaboração própria.

Legenda – PRÉ (Condição antes dos testes) PÓS (Condição após os testes), capsaicina (CAP) e Placebo (PLA) ($p < 0.05$).

4.3.3 Frequência Cardíaca Máxima e de Repouso

Para a variável FCRep não foram encontradas diferenças significativas expressas em batimentos por minuto (bpm) quando comparadas as condições experimentais. Entretanto, para a variável FCmáx, foram reportadas diferenças significativas. Tais variáveis estão apresentadas na **tabela 2**.

Tabela 4 - Médias e desvios padrões (DP) variável fisiológica FCmáx nas condições PLA e CAP

	FCRep		FCmáx	
	CAP	PLA	CAP	PLA
N	13	13	13	13
Média	57.5 bpm	59.7 bpm	180 bpm	175 bpm
Desvio padrão	7.71 bpm	7.58 bpm	12.3bpm	14.4bpm
d de Cohen		-0,402		0,678
IC 95%	-5,39 bpm	1.08 bpm	0,517 bpm	9.02 bpm
EPM		1.48		1,95
P		0,172		*0,031

Fonte: Elaboração própria.

Legenda – bpm (batimento por minuto); capsaicina (CAP); Placebo (PLA); * diferença significativa para a condição CAP.

4.4 Recordatório Alimentar

Não houveram diferenças quando comparadas as condições CAP e PLA (IC 95% = -646,2 a 722,3 kcal; p = 0,9; d = 0,03) entre as médias referentes à ingestão média de energia (kcal) na condição CAP (2454 ± 635 kcal) e na condição PLA (2416 ± 1108 kcal) do estudo. Os dados em relação a proteína, carboidrato e gordura são apresentados na **tabela 5**.

Tabela 5 - Médias e desvios padrões (DP) perfil dietético nas condições CAP e PLA

Recordatório Alimentar						
	Proteína		Carboidrato		Gordura	
	CAP	PLA	CAP	PLA	CAP	PLA
N	13	13	13	13	13	13
Média	124g	117g	308g	305g	86,6g	86,3g
Desvio padrão	44,1g	37,0 g	77,5 g	156 g	36,7g	46,3g
d de Cohen	0,24		0,015		0,005	
IC 95%	-10,7 g	25,1 g	-99,6g	105,0 g	-30,7g	31,3g
EPM	8,23		46,96		14,23	
p	0,4		0,95		0,98	

Fonte: Elaboração própria.
 Legenda – capsaicina (CAP); Placebo (PLA).

5 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo investigar os possíveis efeitos agudos da suplementação de capsaicina no desempenho de atletas de Taekwondo. Os resultados alcançados apontam que não houve diferença significativa entre as condições experimentais, quando comparadas às variáveis de desempenho (número total de chutes, chutes por série, índice de fadiga, altura do salto contramovimento, potência relativa máxima, potência relativa média), variável cognitiva (e tempo de reação no *Stroop test.*), variáveis biopsicológicas (ERP, PSEteste e PSEsessão) e variáveis fisiológicas (VFC, FCRep, Lactato e Glicemia). Ocorreu diferença significativa entre os grupos experimentais somente para variável FCmáx, sendo maior para a CAP. Sendo assim, os resultados desse estudo refutam a hipótese de que a capsaicina poderia aumentar, de forma aguda, o desempenho de atletas de Taekwondo.

A hipótese esperada era de que a capsaicina aumentaria o desempenho no teste FSKTmult. Entretanto essa hipótese foi refutada visto que as variáveis analisadas no teste específico FSKTmult (número de chutes totais, número de chutes por bloco e índice de fadiga), não apresentaram diferença, com um tamanho de efeito trivial em todas elas. Esses achados corroboram com outros estudos que também não encontraram aumento do desempenho com a suplementação aguda de capsaicina (Oliveira, *et al.*, 2023; Simões, *et al.*, 2022; Silva, *et al.*, 2022; Ah Morano, *et al.*, 2021; Piconi, *et al.*, 2019). Os diferentes resultados para o desempenho, encontrado neste estudo, podem ser justificados pelo mecanismo de proteção de redução da disponibilidade de Ca^{2+} , que implica na alta depleção de ATP celular, impedindo o aumento significativo nas concentrações de Ca^{2+} sarcoplasmático, advindo da suplementação de capsaicina (Hill, *et al.*, 2001; Leppik, *et al.*, 1985). Também, Simões *et al.* (2022) sugerem que, para indivíduos treinados, uma maior dosagem do suplemento seja necessária para que haja possível efeito ergogênico. Além disso, outros estudos com animais indicaram que o efeito da capsaicina pode ser dose dependente (Hsu, *et al.*, 2001; Oh; Ohta, 2003; Kim, *et al.*, 1997).

Contudo, outros trabalhos concluíram que a suplementação aguda de capsaicina foi eficaz para melhorar o desempenho em corridas de 400m, 1500m e 3000m (Costa, *et al.*, 2020, Freitas, *et al.*, 2018b). Freitas *et al.* (2018b) investigaram o efeito agudo da suplementação de 12mg de capsaicina em uma corrida de 1500m contrarrelógio, para 10 homens fisicamente ativos. Os autores verificaram o resultado de diminuição do tempo no teste contrarrelógio e redução da PSE. Os autores desse estudo hipotetizaram que a melhora do desempenho se justifica pela maior disponibilidade de Ca^{2+} liberado pelo retículo sarcoplasmático no sarcoplasma das células musculares, aumentando a interação entre actina e miosina, gerando maior resistência de força, principalmente para os momentos de fadiga, como nas corridas contrarrelógio. Também relacionaram a melhora do desempenho com a ação analgésica da capsaicina, que é ocasionada devido à grande liberação de Ca^{2+} nos terminais nervosos aferentes primários, ocorrendo uma dessensibilização temporária dos nervos sensoriais (Anand; Bley, 2011; Moura;), podendo resultar em maiores limiares de dor.

O estudo de Costa *et al.* (2020) reporta resultados similares ao estudo de Freitas *et al.*, (2018b), no qual é relatado melhora dos tempos para realização dos *sprints* de 400m e 3000m, não sendo evidenciado redução dos parâmetros da PSE. Nesse sentido, é evidenciado que o desempenho na condição CAP, quando analisado o número de chutes em cada série, se manteve, enquanto na condição PLA observou-se uma queda significativa, podendo esse efeito ser explicado pela alteração na via energética (Kim; Park; Lim, 2016). Porém, apesar dos achados similares, a CAP não foi suficiente para se diferenciar da condição PLA, talvez pela baixa utilização dos estoques de glicogênio durante o teste proposto. Sendo esperado que em longas sessões de treino, esse efeito possa ser evidenciado. Visto isso, esse achado conversa com Costa *et al.* (2020) e Freitas *et al.*, (2018b), entretanto outras variáveis devem ser levadas em consideração, como os diferentes protocolos experimentais.

Ainda, Freitas *et al.* (2019) investigaram o efeito da suplementação de capsaicina em exercícios intermitentes de alta intensidade. Os autores investigaram se o suplemento promoveria aumento no tempo até a exaustão, mudança no metabolismo energético, mudança nos níveis de lactato e alterações no gasto energético. Apesar de os autores não encontrarem alterações para o lactato sanguíneo, que poderia também justificar a mobilização de ácidos graxos, foi reportado um aumento para o tempo até a exaustão em 13%, o que contrapõe os achados da presente pesquisa. Os autores justificaram esse resultado hipotetizando que a suplementação favoreceu uma economia de corrida e maior liberação de Ca^{2+} , aumentando a interação entre actina e miosina, gerando maiores níveis de força (Freitas, *et al.*, 2018b; Kim,

et al., 1997; Haramizu, *et al.*, 2006; Hsu, *et al.*, 2001). Entretanto, não foi evidenciado esse efeito no presente estudo, visto que não foram encontradas diferenças entre as condições quando analisado o SCM. Visto isso, pode-se concluir que uma maior interação entre actina e miosina não foi suficiente para promover maiores valores no teste geral proposto no presente estudo.

Apesar de não terem sido encontradas diferenças significativas para as variáveis analisadas no SCM, a literatura nos mostra evidências contrárias ao presente estudo. Silva *et al.* (2022), investigaram em seu estudo lutadores de Jiu-jitsu na realização do exercício supino reto, utilizando uma dosagem de 12mg de capsaicina e uma amostra composta por 12 homens. Apesar de a tarefa não ser a mesma realizada no presente estudo, esses autores investigaram o efeito da capsaicina na potência média (POT_m), uma das variáveis analisadas através do SCM. Os autores relatam que a efetividade da substância em aumentar a potência ocorreu devido a possível modulação simpática que acarreta a liberação de acetilcolina na fenda pré-sináptica (Moura; Silva, *et al.*, 2021). No presente estudo, os voluntários realizaram o SCM, um exercício que avalia também a potência e utiliza os sistemas ATP e fosfocreatina (PCr) prioritariamente, e não foram encontradas evidências que corroboram com o estudo de Silva *et al.* (2022). Uma possível explicação para isso seria uma variação individual, acerca do TRPV1, receptor da capsaicina no organismo (Binder, *et al.*, 2011; O'Neill, *et al.*, 2012). Além disso, a dosagem utilizada pode não ter sido suficiente para ocasionar a ativação do sistema nervoso simpático, portanto não foi evidenciada melhora no desempenho.

Entretanto, resultados semelhantes aos do presente estudo foram encontrados por Opheim e Rankin (2012), em um protocolo de exercício intermitente de alta intensidade, em que não foi evidenciado melhora do desempenho através da suplementação de capsaicina. Os autores objetivaram avaliar se a suplementação crônica de capsaicina melhoraria o desempenho de sprints repetidos para uma amostra de pessoas saudáveis, com uma dosagem de 25.8 mg/d e um protocolo de sprints de 15x30m com intervalo de 35s. Contudo, não foram encontradas melhorias no desempenho, sendo hipotetizado pelos autores a não efetividade do suplemento em acionar o sistema nervoso central dos voluntários. Por fim, o conflito de resultados acerca da eficácia da capsaicina em melhorar o desempenho físico em exercícios intermitentes aponta para a necessidade de mais estudos sobre esse tema. Além disso, evidências adicionais que avaliem o polimorfismo genético relacionado ao TRPV1 e a capacidade dessa variação influenciar na resposta à suplementação de capsaicina para treinos de potência são necessários.

Foi realizado o *Stroop Test* para avaliar a melhora da função executiva após a suplementação com capsaicina, porém não foi encontrada diferença para o tempo de reação no teste. Tais divergências sugerem que a dosagem de suplementação com 12 mg de capsaicina pode não ter sido suficiente para acionar o sistema nervoso simpático e promover uma melhora da função executiva no *Stroop test*. Entretanto, outros estudos obtiveram respostas positivas na função executiva através da suplementação aguda de Cafeína (Sun *et al.*, 2022) e nitrato (NO_3^-) (Miraftabi *et al.*, 2021) no *Stroop Test*. Segundo os autores, os efeitos positivos ocorreram devido à estimulação do SNC (Sun *et al.*, 2022) e maior oxigenação cerebral advindo da suplementação (Miraftabi *et al.*, 2021). Apesar de a literatura relatar respostas positivas na função executiva após a suplementação com outras substâncias, não foram encontrados estudos evidenciando a melhora da função executiva após o uso da capsaicina para uma população saudável. Thornton; Mills; Bliss, (2023) em sua revisão de literatura relataram que os efeitos da capsaicina na cognição estão relacionados a diminuição de citocinas pró inflamatórias, fator de necrose tumoral alfa e interleucina-6 (TNF- α e IL-6), reduz também a ação da ciclo-oxigenase (COX-2) que previne a formação de placas ateroscleróticas. Esses fatores podem ocasionar o aumento do fluxo sanguíneo cerebral, melhora da função endotelial, levando a melhora da cognição. Entretanto, essa revisão investigou esse efeito na obesidade e no envelhecimento, sendo difícil extrapolar tais resultados para a presente pesquisa. Visto isso, o baixo número de evidências acerca da relação entre a função cognitiva e a suplementação de capsaicina no esporte dificulta a discussão dessa temática. Logo, estudos sobre a capsaicina na função executiva são necessários para que se entenda seus efeitos e mecanismos durante o exercício.

Além disso, foi identificado uma diferença quando comparado o *Stroop test 1* com o *Stroop test 2*. Tal diferença pode ser justificada pela teoria do U invertido. Uma vez entendida a capacidade do exercício em estimular a cognição e aumentar o foco de atenção (Barbanti, 2011), essa atenção pode ter sido elevada a um estado ótimo de ativação permitindo o aumento do desempenho quando comparados os dois testes. Miraftabi *et al.* (2021) na tentativa de atenuar este efeito, realizou sessões do *Stroop test* durante o tempo de espera da suplementação de NO_3^- . Os autores realizaram 2 sessões do *Stroop test* no protocolo experimental e não foram evidenciados melhora significativa entre os testes, sendo justificado pela execução do teste durante a espera do pico de concentração da substância. Entretanto, o presente estudo apresenta uma limitação quando avaliada a função cognitiva, visto que somente o tempo de reação é pouco para definir a cognição na modalidade. Logo, mais estudo

que envolvam outras variáveis que compõem a cognição devem ser pesquisadas juntamente a capsaicina para que possamos entender todo o mecanismo.

Em relação aos parâmetros biopsicológicos, quando analisada a ERP proposta por Laurent *et al.* (2011), foi identificado que os voluntários estavam entre as classificações bem recuperado / um pouco enérgico e moderadamente recuperado. Entretanto, quando analisada a PSEessão e a PSEteste, não foram encontradas diferenças significativas para as variáveis analisadas, refutando a hipótese esperada. Tal resultado foi reportado também por Piconi *et al.* (2019); Freitas *et al.* (2019); Padilha *et al.* (2020); Costa *et al.* (2020); Ah Morano *et al.* (2021); Simões *et al.* (2022) e Oliveira *et al.* (2023), corroborando com os achados da presente pesquisa. Tais estudos não reportaram a redução da PSE e especula-se que esses achados possam estar ligados aos diferentes protocolos experimentais utilizados. Nesse contexto, Piconi *et al.* (2019) e Oliveira *et al.* (2023) pesquisaram na modalidade CrossFit®, porém com populações diferentes (Homens e Mulheres). Além disso, a grande diversidade de *WODs* presente na modalidade (GLASSMAN, 2005) pode ser um fator impactante na resposta ao efeito da suplementação de capsaicina.

Em contrapartida, alguns autores relataram efeito positivo na redução da PSE com a suplementação de capsaicina (Freitas, *et al.*, 2018a; Freitas, *et al.*, 2018b; Freitas, *et al.*, 2022), refutando o resultado da presente pesquisa. A justificativa apresentada por esses estudos para os resultados positivos encontrados em relação à PSE está atrelada à dessensibilização dos terminais nervosos aferentes, devido à sobrecarga Ca^{2+} liberada pelo retículo sarcoplasmático. Logo, uma possível explicação para esta divergência entre a literatura e o presente estudo pode ser o nível de treinamento da amostra, uma vez que o presente estudo utilizou atletas de alto rendimento, enquanto os estudos citados anteriormente utilizaram homens treinados ou recreacionalmente treinados em treinamento de força. Sendo assim, mais estudos são necessários para que seja investigada a resposta da PSE, e em diferentes níveis de treinamento.

Com o intuito de identificar pequenas mudanças fisiológicas, foi hipotetizado que a VFC, uma variável sensível a pequenas mudanças no organismo, identificaria possíveis alterações advindas da suplementação de capsaicina. Entretanto essa hipótese também foi refutada pelo presente estudo, no qual não foram identificadas diferenças significativas nos parâmetros analisados (Intervalo RR e RMSSD), quando comparadas as situações experimentais. Esse resultado pode ser explicado pelos achados de Castrejón-Téllez *et al.* (2022), no qual identificou que a ingestão de cápsulas de capsaicina disponibilizaria uma

quantidade baixa da substância na corrente sanguínea e, conseqüentemente, para as células cardíacas, não levando, portanto, à alterações significativas na VFC. Ainda, foram encontradas na literatura outras evidências que podem dialogar com os achados da presente pesquisa. Rossi *et al.* (2022) evidencia que, após a ingestão de 12mg de capsaicina, não foram identificadas mudanças significativas na VFC (RMSSD) após uma atividade moderada a 70% do vo_{2max} . Também, em um estudo com ratos, utilizando uma dosagem de 200mg de capsaicina, após uma atividade moderada a 50% do $Vo_{2m\acute{a}x}$, verificou-se que esses animais atingiram um estado de recuperação mais rapidamente do que o grupo que suplementou placebo (Shin; Yeo; Kang, 2010). O resultado dos dois estudos citados pode ser justificado pela somatória da atividade física com o componente capsaicina, que melhoraram o efeito de relaxamento e a resposta vagal. Diante disso, pode-se especular que a capsaicina não apresenta modulação simpática pré exercício em atletas, mantendo valores de carga interna baixos e apresentando efeitos apenas durante o exercício (Freitas, *et al.*, 2018a; Costa, *et al.*, 2020).

Contudo, Kono *et al.* (2018) não corroboraram com os achados do presente estudo em relação à VFC. Nessa pesquisa foram avaliados a α -amilase salivar e a VFC como índices de atividades nervosas autônomas, em uma população de adultos saudáveis, homens e mulheres, com a média de 26 anos. Foi utilizada a capsaicina via oral (líquida) e avaliada a atividade nervosa autonômica por meio do eletrocardiograma. Os autores evidenciaram um aumento da resposta autonômica (VFC e aumento da atividade da α -amilase salivar) para essa população e justificaram o referido resultado hipotetizando que as células das glândulas salivares expressam receptores adrenérgicos e, juntamente à ativação simpática pela capsaicina, resultou no aumento das respostas centrais. Uma possível explicação para a divergência do resultado encontrado e o presente estudo seria a aplicação de diferentes protocolos experimentais, nos quais a ingestão de suplementos (bebida líquida) e as amostras eram diferentes (homens e mulheres adultos com média de 26 anos). Além disso, em tal estudo não foi realizado nenhum protocolo de exercício. Diante das evidências encontradas na literatura e a divergência de resultados, mais estudos acerca da VFC antes, durante e após atividades máximas e moderadas são necessários para que seja possível entender os mecanismos que cercam essa variável.

Além disso, hipotetizou-se identificar as mudanças nos parâmetros fisiológicos através das alterações no Lactato sanguíneo e na Glicemia capilar. Porém, em relação ao Lactato, essa hipótese foi refutada, visto que apenas foi identificado o aumento dessa

substância no sangue ao longo do tempo para ambas as condições, sem diferença significativa entre as condições experimentais. O mesmo efeito foi reportado por Freitas *et al.* (2018a), Freitas *et al.* (2018b), Freitas *et al.* (2019) e Ah Morano *et al.* (2021), que investigaram o efeito da suplementação aguda de capsaicina 12mg em diferentes protocolos de exercícios. As evidências citadas acima analisaram o Lactato sanguíneo visto que a capsaicina pode mobilizar ácidos graxos para a sua utilização no exercício e dessa forma poupar glicogênio muscular (Kim, *et al.*, 1997). Entretanto, não foram evidenciadas tais alterações nesse parâmetro, indicando que a capsaicina pode não ser eficaz para diminuir a mobilização anaeróbica láctica de substratos energéticos. Logo, a mensuração do Lactato sanguíneo pode ser desnecessária, visto que não é a única variável a atribuir aumento do desempenho através da suplementação de capsaicina.

Em relação a Glicemia capilar foram identificadas diferenças entre as situações experimentais. Alguns autores (Kim, *et al.*, 1997 ; Oh, Ohta, 2003; Giuriato, *et al.* 2022) relatam que a capsaicina pode agir no metabolismo através da economia de glicogênio circulante induzida pelo elevado nível de ácidos graxos como resultado da secreção e/ou atividade de catecolaminas. Esse efeito pode ter sido o responsável pelo resultado do presente estudo no qual a condição PLA demonstrou elevados níveis de glicose circulante no organismo quando comparada com a condição CAP. Entretanto, esse efeito não foi reportado por Freitas *et al.* (2019) que investigaram o efeito da capsaicina em parâmetros energéticos. Logo, a diferença entre o presente estudo e a literatura podem estar relacionados ao nível da amostra e a não mensuração da glicemia capilar pelos autores dos estudos citados.

Também especulou-se avaliar as diferenças fisiológicas advindas das suplementações, através da FC. Essa hipótese foi confirmada parcialmente, visto que apenas ocorreram alterações significativas na FC_{máx} quando comparadas as condições experimentais. Contrapondo este achado da presente pesquisa, alguns estudos não encontraram respostas na modulação da FC_{máx} (Langan; Grosicki, 2020; Ah Morano, *et al.*, 2021; Freitas, *et al.*, 2022; Costa, *et al.*, 2020; Oliveira, *et al.*, 2023). Esses achados podem ter seus resultados justificados pelos diferentes protocolos experimentais, onde a dosagem suplementada (1.2 mg a 24 mg de capsaicina) e os diferentes exercícios utilizados contribuíram para a não efetividade do suplemento em alterar a FC_{máx} dos voluntários. Além disso, hipotetiza-se que as diferenças antropométricas de grupo e individuais das amostras citadas possam ter contribuído para estes resultados.

Entretanto, sabe-se que o exercício intermitente de alta intensidade pode estimular o sistema nervoso simpático através de uma resposta estressora e, assim, acionar o sistema de luta ou fuga, fazendo com que alterações fisiológicas aumentem parâmetros internos individuais, como aumento da frequência cardíaca, aumento das concentrações de epinefrinas, aumento de resposta de acetilcolina, mudança de fluxo sanguíneo e mudança de débito cardíaco. (Athanasiou; Bogdanis; Mastorakos, 2023). Mas, apesar da suplementação de capsaicina ter aumentado a FC_{máx}, não houve diferença significativa para o aumento do desempenho para o FSKT_{mult}. Tal fato contradiz os achados de Freitas *et al.* (2019) e Freitas *et al.* (2022), que reportaram aumento de desempenho em uma tarefa intermitente de alta intensidade. O resultado encontrado na presente pesquisa pode ser justificado por uma resposta atenuada da estimulação simpática. Afinal, sabe-se que o treinamento intervalado de alta intensidade, realizado de forma crônica, o que se assemelha a demanda dos treinos técnicos táticos no Taekwondo (Santos *et al.*, 2014), pode atenuar tais respostas (Athanasiou; Bogdanis; Mastorakos, 2023). Além disso, sabendo que a capsaicina pode também apresentar um efeito no sistema simpático (Reinbach, 2008), o resultado encontrado pode ser o reflexo de um efeito somatório entre a atividade e a suplementação, aumentando a resposta fisiológica da FC_{máx} na CAP em comparação com a PLA. Apesar de a capsaicina promover a estimulação da resposta adrenérgica e, conseqüentemente, acionar o sistema nervoso simpático aumentando a FC (Reinbach, 2008), o presente estudo não avaliou a liberação de catecolaminas na corrente sanguínea. Logo, são necessários mais estudos que avaliem os diferentes protocolos experimentais, dosagem, e as diferenças individuais e de grupo, a fim de cercar as possibilidades sobre a capsaicina.

Em relação ao recordatório alimentar, não houve diferenças significativas quando comparados os macronutrientes nos momentos pré-teste e 24h pré-teste. A avaliação do perfil dietético dos participantes foi realizada com o intuito de minimizar as possíveis influências da alimentação nos resultados do presente estudo (Simões, *et al.*, 2022). Assim, o resultado descrito acima evidencia que o perfil dietético possivelmente não tenha sido uma variável que influenciou no desempenho dos participantes e nos resultados da pesquisa.

O presente estudo apresenta algumas limitações. Os horários das coletas, por motivos de disponibilidade das amostras, ocorreram em dias e horários diferentes para determinados grupos de voluntários. Além disso, não foram realizadas sessões do *Stroop test* durante as condições experimentais no momento de espera da suplementação (enquanto se espera atingir o pico de concentração sanguínea). Além disso, não foi possível realizar o estudo em

ambiente totalmente isolado, para que não houvesse interferência de alguma variável externa, visto que os testes foram realizados em um centro de treinamento e em horário de treinos de outras modalidades. Vale ressaltar que tais limitações não reduzem a aplicabilidade e fidedignidade do estudo.

Frente aos resultados, pode-se inferir que a suplementação aguda de capsaicina não traria benefícios físicos, cognitivos, biopsicológicos, mas pode ser promissora para os aspectos fisiológicos na prática do Taekwondo. Portanto, deve ser considerado, com certa cautela, por nutricionistas e comissões técnicas no treinamento do Taekwondo, visto que esse é o primeiro estudo sobre essa suplementação no Taekwondo.

Visto isso, o presente trabalho avançou na ciência, uma vez que foi o primeiro estudo a investigar o efeito agudo de 12 mg de capsaicina no Taekwondo. Para as perspectivas futuras, sugere-se que novos estudos possam aprimorar protocolos da suplementação de capsaicina em diferentes dosagens, categorias de luta e no combate propriamente dito, com o intuito de avaliar os efeitos dessa estratégia em situações semelhantes.

6 CONCLUSÃO

A suplementação aguda de capsaicina pode não resultar na melhora do desempenho físico geral e específico no Taekwondo. Além disso, a suplementação pode não ser capaz de melhorar a função executiva e reduzir a PSE de atletas de Taekwondo em tarefas físicas gerais e específicas. Por fim, a suplementação de capsaicina não altera as respostas de parâmetros da VFC (RMSSD e Intervalo RR) e não altera a concentração de lactato sanguíneo, mas pode aumentar a resposta de elevação da FC_{máx} e poupar glicogênio para produção de energia.

REFERÊNCIAS

- MORANO, A.E.V. A. *et al.* Capsaicin Analogue Supplementation Does Not Improve 10 km Running Time-Trial Performance in Male Amateur Athletes: A Randomized, Crossover, Double-Blind and Placebo-Controlled Study. **Nutrients**, v.13, n.1, p.34, 2021.
- ANAND, P., BLEY, K. Topical capsaicin for pain management: therapeutic potential and mechanisms of action of the new high-concentration capsaicin 8% patch. **British journal of anaesthesia.**, v.107, p.490–502, 2011.
- ATHANASIOU, N.; BOGDANIS, G. C.; MASTORAKOS, G. Endocrine responses of the stress system to different types of exercise. **Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders**, v. 24, n. 2, p. 251-266, 2023.
- BARBANTI, E. J. Considerations about anxiety during physical exercise and sport. **Educação Física em Revista**, v. 5, n. 2, 2011.
- BARCLAY, C. J.; WOLEDGE, R. C.; CURTIN, N. A. Energy turnover for Ca²⁺ cycling in skeletal muscle. **Journal of muscle research and cell motility**, v. 28, p. 259-274, 2007.
- BORG, G.A.V. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.14, n.5, p.377-381, 1982.
- BORG, G. **Escalas de Borg para a dor e o esforço percebido**. Ed. Manole, 2000. p.45.
- BRIDGE, C.A. *et al.* Perfis Físicos e Fisiológicos de Atletas de Taekwondo. **Medicina do Esporte**, v. 44, n. 6, p. 713-733, 2014.
- BURDUKIEWICZ A. *et al.* Anthropometric profile of combat athletes through multivariate analysis. **The Journal of sports medicine and physical fitness**. v. 58, n. 11, p. 1657-1665, 2018.
- CALVERLEY, T. A. *et al.* HIITing the brain with exercise: mechanisms, consequences and practical recommendations. **The Journal of physiology**, v. 598, n. 13, p. 2513-2530, 2020.
- CAMPOS, F. A. D. *et al.* Demandas energéticas em atletas de taekwondo durante simulação de combate. **Revista Europeia de Fisiologia Aplicada** , v. 112, n. 4, pág. 1221-1228, 2012.
- CAPPELLETTI, S. *et al.* Caffeine: Cognitive and Physical Performance Enhancer or Psychoactive Drug? **Neurofarmacologia atual**. v. 13, n.1, p. 71-88, 2015.
- CASOLINO, E. *et al.* “Technical and tactical analysis of youth taekwondo performance.” **Journal of strength and conditioning research** vol. 26, n. 6 p. 1489-95. 2012a.
- CASOLINO, E. *et al.* Physiological versus psychological evaluation in Taekwondo athletes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. v. 7, p. 322-331, 2012b.

- CASTREJÓN-TÉLLEZ, V. *et al.* TRPV1 contributes to modulate the nitric oxide pathway and oxidative stress in the isolated and perfused rat heart during ischemia and reperfusion. **Molecules**, v. 27, n. 3, p. 1031, 2022.
- CATAI, A.M. *et al.* Heart rate variability: are you using properly? Standardisation checklist of procedures. **Brazilian Journal of Physical Therapy**. v. 24, n. 2, p. 91-102, 2020.
- CATERINA M.J, JULIUS D. The vanilloid receptor: a molecular gateway to the pain pathway. **Annual review of neuroscience**. v. 24, p. 487–517. 2001.
- CE Scientific Committee on Food, 2002, http://ec.europa.eu/food/fs/sc/scf/out120_en.pdf).
- CLAUDINO, J.G. *et al.* Pre Vertical Jump Performance to Regulate the Training Volume. **International Journal of Sports Medicine**. v. 33, p. 101-107, 2012.
- CLAUDINO, J.G *et al.* The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. **Journal of Science and Medicine in Sport**. v. 20, p. 397-402, 2017.
- COMITÊ PARALÍMPICO BRASILEIRO. Disponível em: <https://cpb.org.br/modalidades/taekwondo/#:~:text=As%20classes%20esportivas%20do%20taekwondo,classe%20KP60%20%C3%A9%20para%20surdos>. Acesso em 12 abril 2023.
- COSTA L.A., *et al.* Acute capsaicin analog supplementation improves 400 m and 3000 m running time-trial performance. **International journal of exercise science**. v. 13, n. 2, p. 755–765, 2020.
- CHAABENE H, N. Y., BOUGUEZZI R. *et al.* Tests for the assessment of sport-specific performance in Olympic combat sports: a systematic review with practical recommendations. **Frontiers in physiology**. v. 9, p. 386. 2018.
- COHEN, J. Statistics Power Analysis for the Behavioral Sciences, **Academic press** .p. 567. 1988.
- COSO, J. D. *et al.* Dose response effects of a caffeine-containing energy drink on muscle performance: a repeated measures design. **Journal of The International Society of Sports Nutrition**. v. 9, n. 1, p.9-21, 2012.
- CROSS B.L. *et al.* Effect of a commercially available low-dose capsaicin supplement on knee extensor contractile function. **International Journal of Exercise Science**. v. 13, n. 2, p. 312–318, 2020.
- DOBBS, W. C. *et al.* The accuracy of acquiring heart rate variability from portable devices: a systematic review and meta-anlysis. **Sports Medicine**. v. 49, p. 417-435, 2019.
- DOYLE, T. P. *et al.* The effects of caffeine on arousal, response time, accuracy, and performance in division I collegiate fencers. **Journal of strength and conditioning research**, v. 30, n. 11, p. 3228-3235, 2016.
- EDWARDS, J. G. TRPV1 in the central nervous system: synaptic plasticity, function, and pharmacological implications. **Capsaicin as a therapeutic molecule**. p. 77-104, 2014.

FEDERAÇÃO DE TAEKWONDO DO ESTADO DE MINAS GERAIS (FTEMG). Disponível em: <https://federacao.cbtkd.com.br/mg/academias-alunos>. Acesso em 20 Nov, 2022.

FOSTER, C, *et al.* A new approach to monitoring exercise training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**. v. 15, n. 109–115, 2001.

FOSTER, C.; DAINES, E.; HECTOR, L.; SNYDER, A.C.; WELSH, R. Athletic performance in relation to training load. **Wisconsin Medical Journal, Madison**. v. 95, n. 6, p. 370-374, 1996.

FOSTER C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. **Med Sci Medicine and science in sports and exercise**. v. 30, n. 8, p. 1164, 1998.

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

FREITAS, M. C. de *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 and Conditioning Research**. n. 16, p. 572–577, 2018b.

FREITAS, M. C. de *et al.* Acute capsaicin supplementation improves resistance training performance in trained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 32, n. 8, p. 2227–2232, 2018a.

FREITAS, M. C. de *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**. v. 119, n. 4, p. 971–979. 2019.

FREITAS, M. C. de *et al.* Acute capsaicin supplementation improved resistance exercise performance performed after a high-intensity intermittent running in resistance-trained men. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 36, n. 1, p. 130-134, 2022.

GATHERCOLE, R. *et al.* Alternative countermovement jump analysis to quantify acute neuromuscular fatigue. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. v. 10, p. 84-92, 2015.

GIURIATO, G. *et al.* Capsaicin and its effect on exercise performance, fatigue and inflammation after exercise. **Nutrients**. v. 14, n. 2, p. 232, 2022.

GLASSMAN, G. O que é crossfit. Banco de dados on-line. Disponível em <<https://www.crossfit.com/workout>> citado em agosto, v.1, 2005. Acesso: 20 ago. 2023.

GOLDEN, C.J. Identificação de distúrbios cerebrais pelo Stroop Color and Word Test. **Journal of Clinical Psychology**. v. 32, n. 3, p. 654–658, 1976.

GOLDEN, C. J. (1994). Stroop: Test de colores y palabras. Madrid, Spain: **TEA Ediciones**.

GOMES, M. S. P. *et al.* Ensino das lutas: dos princípios condicionais aos grupos situacionais. **Movimento (ESEFID/UFRGS)**. v. 16, n. 2, p. 207-227, 2010.

GONZALEZ, A.M.; PINZONE, A.G.; BRAM, J.; SALISBURY, J.L.; LEE, S.; MANGINE, G. T. Effect of Multi-Ingredient Preworkout Supplementation on Repeated Sprint Performance in Recreationally Active Men and Women. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.34, n. 4, p. 918-923, 2020.

GOULART K.N.D.O, *et al.* Correlation between roundhouse kick and countermovement jump performance. **Arch Budo**. v. 12, p. 125-131, 2016.

GREEN, J.M. *et al.* Effects of caffeine on repetitions to failure and ratings of perceived exertion during resistance training. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. v.2, n.3, p.250-259, 2007.

GRGIC, J. *et al.* Effects of capsaicin and Capsiate on endurance performance. A meta-analysis. **Nutrients**. v. 14, n. 21, p. 4531, 2022.

GUTIÉRREZ-SANTIAGO A, PEREIRA R. R, PRIETO L. I. Detection of the technical and tactical motion of the scorable movements in taekwondo. **Physiology & behavior**. v. 1, n. 217, p. 112813, 2020.

HALSON, S. L. Monitoring training load to understand fatigue in athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, p. 2-10, 2014.

HARAMIZU, S. *et al.* Capsiate, a nonpungent capsaicin analog, increases endurance swimming capacity of mice by stimulation of vanilloid receptors. **Bioscience, biotechnology, and biochemistry**, v. 70, n. 4, p. 774-781, 2006.

HSU, Y. J. *et al.* Capsaicin supplementation reduces physical fatigue and improves exercise performance in mice. **Nutrients**, v. 8, n. 10, p. 1–15, 2016.

JAKUBIAK, N e SAUNDERS, D. H. The feasibility and efficacy of elastic resistance training for improving the velocity of the Olympic Taekwondo turning kick. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, n. 4, p. 1194-1197, 2008.

KAWADA T, *et al.* Some pungent principles of spices cause the adrenal medulla to secrete catecholamine in anesthetized rats. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**. 188:229–233. 1988.

KAWADA T, WATANABE T, *et al.* Capsaicin induced beta-adrenergic action on energy metabolism in rats: influence of capsaicin on oxygen consumption, the respiratory quotient, and substrate utilization. **Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine**. 183:250–256. 1986.

KAZUYA, Yashiro *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**, v. 306, n. 10, p. E1110-E1119, 2014.

KIM, J.; PARK, J.; LIM, K. Nutrition supplements to stimulate lipolysis: a review in relation to endurance exercise capacity. **Journal of nutritional science and vitaminology**, v. 62, n. 3, p. 141-161, 2016.

KIM, K.M. *et al.* Increased swimming endurance capacity of mice by capsaicin-induced adrenal catecholamine secretion. **Biociência, biotecnologia e bioquímica**, v. 61, n. 10, pág. 1718-1723, 1997.

- KONO, Y. *et al.* Effects of oral stimulation with capsaicin on salivary secretion and neural activities in the autonomic system and brain. **Revista de Ciências Odontológicas**, v. 13, n. 2, p. 116-123, 2018.
- KREIDER R. B. *et al.* ISSN exercise & sport nutrition review: research & recommendations. **Journal of the international society of sports nutrition**.v.7, n.7, 2010.
- KWOK, H. H. M. Discrepancies in fighting strategies between Taekwondo medalists e non-medalists. **Journal of Human Sport and Exercise**. v. 7, n. 4, p. 806-814, 2012
- LANGAN, S.P.; GROSICKI, G.J. Commercially available capsaicin supplement fails to enhance time-to- exhaustion during cycling. **International Journal of Exercise Science**. v.12, n.2, p.225-233, 2020.
- LAURENT, C. M. *et al.* A practical approach to monitoring recovery: development of perceived recovery status scale. **Journal Strength and Conditioning Research**. v. 25, n. 3, p. 620-628, 2011.
- LÓPEZ-GONZÁLEZ *et al.* Acute caffeine supplementation in combat sports: a systematic review. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**. v. 15, n. 60, 2018.
- LOTURCO, I., NAKAMURA, F.Y. Training Periodisation: an Obsolete Methodology? **Sports Medicine Journal**, v. 2, p. 110-115, 2016.
- LUDY, M.J.; MOORE, G. E.; MATTES, R. D. Os efeitos da capsaicina e capsiato no balanço energético: revisão crítica e meta-análises de estudos em humanos. **Sentidos químicos**. v. 37, n. 2, pág. 103-121, 2012.
- MACLEOD, C. M.; MACDONALD, P. A. Interdimensional interference in the Stroop effect: Uncovering the cognitive and neural anatomy of attention. **Trends in Cognitive Sciences**, v. 4, n. 10, p. 383–391, 2000.
- MIRAFETABI, H. *et al.* Effects of beetroot juice supplementation on cognitive function, aerobic and anaerobic performances of trained male taekwondo athletes: A Pilot Study. **International journal of environmental research and public health**, v. 18, n. 19, p. 10202, 2021.
- MORALES, J. *et al.* Use of heart rate variability in monitoring stress and recovery in judo athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 28, n. 7, p. 1896- 1905, 2014.
- OH, T.W.; OHTA, F. Capsaicin increases endurance capacity and spares tissue glycogen through lipolytic function in swimming rats. **Journal of nutritional science and vitaminology**, v. 49, n. 2, p. 107-111, 2003.
- OLIVEIRA, M. S. M. *et al.* Dose-response of acute capsiate supplementation on muscle endurance performance during CrossFit® in trained men: A randomized, crossover and double-blind study. **Human Nutrition & Metabolism**, p. 200215, 2023.
- OPHEIM, M.N.; RANKIN, J.W. Effect of capsaicin supplementation on repeated sprinting performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.26, n.2, p.319-326, 2012.
- PADILHA, C.S.; BILLAUT, F.; FIGUEIREDO, C.; PANISSA, V.L.G.; ROSSI, F.R.; LIRA, F.S. Capsaicin supplementation during high-intensity continuous exercise: A double-blind study. **International Journal of Sports Medicine**, v.41, n.14, p.1061- 1066, 2020.

- PENNER, I. K. *et al.*, A Tarefa Stroop: Comparação entre o Paradigma Original e as Versões Computadorizadas em Crianças e Adultos. **The Clinical Neuropsychologist**, 26(7), 1142–1153, 2012.
- PERROTTA, A.S., JEKLIN, A.T., HIVES, B.A., MEANWELL, L.E., WARBURTON, D.E.R. Validity of the elite HRV smartphone application for examining heart rate variability in field-based setting. **Journal Strength and Conditioning Research**. v. 31, n. 8, p. 2296-2302, 2017.
- PLEWS, D.J., SCOTT, B., ALTINI, M., WOOD, M., KILDING, A.E., LAURSEN, P. B. Comparison of heart rate variability recording with smart phone photoplethysmographic, polar H7 chest strap, and electrocardiogram methods. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. v. 12, n. 10, p. 1324- 1328. 2017.
- PICONI, B.S. *et al.* Suplementação de capsaicina e o desempenho de mulheres no Crossfit®. **Coleção Pesquisa em Educação Física, Várzea Paulista**, v.18, n.04, p.117-126, 2019. ISSN; 1981-4313.
- POLITO, M.D.; GRANDOLFI, K.; SOUZA, D.B. Caffeine and resistance exercise: the effects of two caffeine doses and the influence of individual perception of caffeine. **European Journal of Sport Science**, v.19, p.1342-1348, 2019.
- REILLY C.A. *et al.* Metabolism of capsaicin by cytochrome P450 produces novel dehydrogenated metabolites and decreases cytotoxicity to lung and liver cells. **Chemical research in toxicology**. v. 16, p. 336–349, 2003.
- REILLY C.A.; YOST G.S. Metabolism of capsaicinoids by P450 enzymes: a review of recent findings on reaction mechanisms, bio-activation, and detoxification processes. **Drug metabolism reviews**. v. 38, p. 685–706, 2006.
- REINBACH H.C. Hot spices: effects on appetite, energy intake and sensory properties of a meal. Copenhagen (Denmark): Department of Food Science, Faculty of Life Sciences, **University of Copenhagen**. p. 140. 2008.
- ROSSI, P. A. Q, *et al.* Acute response to capsiate supplementation at rest and during exercise on energy intake, appetite, metabolism, and autonomic function: a randomized trial. **Journal of the American Nutrition Association**, v. 41, n. 6, p. 541-550, 2022.
- SANTOS, J.F.S., FRANCHINI, E. e LIMA-SILVA, A.E. Relationship between attack and skipping contests. **Journal of Strangth and Conditioning Research**. v. 25, n. 6, p. 1743-1751, 2011.
- SANTOS, V.G.F. *et al.* Relationship between attack and pause in world taekwondo championship contests: effects of gender and weight category. **MLTJ Muscles, Ligaments and Tendons Journal**, v. 4, p. 127-131, 2014.
- SANTOS, J.F.S., HERRERA-VALENZUELA, T., FRANCHINI, E. Can Different Conditioning Activities and Rest Intervals Affect the Accute Performance of Taekwondo Turning Kick? **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 6, p. 1640–1647, 2015.

SANTOS, J.F.S e FRANCHINI, E. Frequency speed of kick test performance comparison between female Taekwondo athletes of different competitive levels. **Journal of Strangth and Conditioning Research**. v. 32, n. 10, p. 2934-2938, 2018.

SANTOS, J.F.S., HERRERA-VALENZUELA, T. e FRANCHINI, E. Establishing frequency speed of kick test classifactory tables in male and female taekwondo athletes. **Kinesiology**. v.52, n.2, p. 213-218, 2019.

SANTOS, J.F.S., WILSON, V.D., HERRERA-VALENZUELA, T. e MACHADO, F.S.M. Time-motion analysis and physiological responses to Taekwondo combat on juvenile and adult athletes: a systematic review. **Strength and Conditioning Journal**. v. 42, n. 2, p.103-121, 2020.

SANTOS SILVA. J.F; FRANCHINI. E. Is frequency speed of kick test responsive to training? A study with taekwondo athletes. **Sport Sciences for Health**.

SHIN, K. O.; YEO, N. H.; KANG, S. Autonomic nervous activity and lipid oxidation postexercise with capsaicin in the humans. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 9, n. 2, p. 253, 2010.

SILVA, B. V. C. da *et al.* Acute Supplementation with Capsaicin Enhances Upper-Limb Performance in Male Jiu-Jitsu Athletes. **Sports**. v. 10, n. 8, p. 120, 2022.

SILVA, R. A. D. et al. Intermittent Fasting Promotes Weight Loss without Decreasing Performance in Taekwondo. **Nutrients**, v. 15, n. 14, p. 3131, 2023.

SILVA V. E. L. de Moura , *et al.* Capsaicinoid and Capsinoids as an Ergogenic Aid: A Systematic Review and the Potential Mechanisms Involved. **International Journal of Sports Physiology and Performance**. v. 16, n. 4, p. 464-473, 2021.

SCHWARZ, N.A. *et al.* Capsaicin and evodiamine ingestion does not augment energy expenditure and fat oxidation at rest or after moderately-intense exercise. **Nutrition Research**, v.33, n.12, p.1034-1042, 2013.

SHARMA, S. K.; VIJ, A. S.; SHARMA, M. Mecanismos e usos clínicos da capsaicina. **Revista Europeia de Farmacologia** , v. 720, n. 1-3, pág. 55-62, 2013.

SILVA R.A.D. *et al.*, Effect of 12 hour-fasting promoted by breakfast omission on acute weight loss and physical performance of taekwondo athletes. **Archives of budo science of martial arts and extreme sports**. v. 16, p. 29-35, 2020.

SIMÕES, C.B.; GOMES, P.L.C.; SILVA, R.A.D.; FONSECA. I.C.S.; FONSECA, M.; CRUZ, V.M.; DRUMMOND, M.D.M. Acute caffeine and capsaicin supplementation and performance in resistance training. **Motriz**, v.28, 2022.

SLIMANI, M. *et al.* Classification of perceived exertion for quantifying training and combat loads during specific combat sport activities: a brief review, **Journal of Strength and Conditioning Research**. v. 31, n. 10, p. 2889-2902, 2017.

STROOP J.R. The Stroop test. **Journal of Exp Psychological**. v. 18, p. 643–62, 1935.

SUN, F. *et al.* Effects of Caffeine on Performances of Simulated Match, Wingate Anaerobic Test, and Cognitive Function Test of Elite Taekwondo Athletes in Hong Kong. **Nutrients**, v. 14, n. 16, p. 3398, 2022.

SZALLASI, A., BLUMBERG, P.M. Vanilloid (capsaicin) receptors and mechanisms. **Pharmacological reviews**. 51, 159–212. 1999.

SZMUCHROWSKI, L. A.; CLAUDINO, J. G. O; NETO, S. L. A; MENZEL, H. K; COUTO, B. P. Determinação do número mínimo de saltos verticais para monitorar as respostas ao treinamento pliométrico. **Motricidade**, v. 8, n. 2, p. 383-392, 2012.

SURH Y.J.; LEE S.S. Capsaicin in hot chili pepper: carcinogen, co-carcinogen, or anticarcinogen? **Food and chemical toxicology**. v. 34, p. 313–316, 1996.

SURH Y.J.; LEE S.S. Capsaicin, a double-edged sword: toxicity, metabolism, and chemopreventive potential. **Life sciences**. v. 56, p. 1845–1855, 1995.

THOMAS D.T., ERDMAN K.A., BURKE L.M. Posição da Academia de Nutrição e Dietética, Nutricionistas do Canadá e do American College of Sports Medicine: **Nutrition and Athletic Performance** [correção publicada aparece em J Acad Nutr Diet. 2017 Jan;117(1):146]. **J Acad Nutr Diet**.v. 116, n. 3, p. 501-528, 2016.

THORNTON, T.; MILLS, D.; BLISS, E. Capsaicin: A Potential Treatment to Improve Cerebrovascular Function and Cognition in Obesity and Ageing. **Nutrients**, v. 15, n. 6, p. 1537, 2023.

VRIJKOTTE, S. *et al.* Mental fatigue and physical and cognitive performance during a 2-bout exercise test. **International Journal of Sports Physiological Performance**, v. 13, n. 4, p. 510-516, 2018.

WASIK, J. The structure and influence of different flying high front kick techniques on the achieved height on the example of Taekwondo athletes. **Archives of Budo**. v. 8, n. 1, p. 45-50, 2012.

WASIK, J., PIETER, W., BORYSIUK, Z. The effect of offensive and defensive actions on Taekwondo sparring. **Journal of Combat Sports and Martial Arts**, v. 1, n. 2, p. 27-30, 2014.

WHEELER, D.D. Locus de Interferência no Teste de Stroop. **Perceptual and Motor Skills**, 45(1), 263–266, (1977).

WHITING, S.; DERBYSHIRE, EJ; TIWARI, B. Os capsaicinoides podem ajudar no controle de peso? Uma revisão sistemática e meta-análise de dados de ingestão de energia. **Appetite** , v. 73, p. 183-188, 2014.

WORLD TAEKWONDO. Competition Rules. Available in www.worldtaekwondo.org/rules-wt/rules.html?sc=01. Acesso 05 Fev 2022.

APÊNDICE 1 Questionário de avaliação ANAMNESE

Data: ____/____/____

Horário: ____/____/____

Informações gerais sobre o participante

Nome: _____

Idade:

Endereço:

Telefone de contato:

Email:

Tempo de Prática de Taekwondo:

Graduação:

Medidas Antropométricas:

Massa corporal: _____

Estatura: _____

APÊNDICE 2 Histórico do atleta

	Sim	Não
Lesão articular e/ou ósseo nos inferiores		
Doenças gastrointestinais		
Doenças cardiovasculares		
Alergia alimentar		
Condições médicas que podem interferir nos protocolos de testes e de treinamentos		
Fumante		

APÊNDICE 3 Padronização da refeição pré-teste

Descrição do alimento	Quantidade

OBS: orientar o voluntário a manter essa refeição nas próximas coletas.