
EDUCAÇÃO FÍSICA

GIULIA TORRES RODRIGUES

**EFEITO DE DIFERENTES ESTÍMULOS
SENSORIAIS NO TEMPO DE REAÇÃO DE
PRATICANTES DE TAEKWONDO E INDIVÍDUOS
FISICAMENTE INATIVOS**

GIULIA TORRES RODRIGUES

**EFEITO DE DIFERENTES ESTÍMULOS SENSORIAIS NO TEMPO DE
REAÇÃO DE PRATICANTES DE TAEKWONDO E INDIVÍDUOS
FISICAMENTE INATIVOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Instituto de Biociências – Câmpus de Rio Claro, da
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita
Filho”, para obtenção do grau de Bacharela em
Educação Física

Orientador: Prof. Dr. Diego Orcioli- Silva

Coorientador: Prof. Dr. José Angelo Barela

Rio Claro - SP
2024

R696e

Rodrigues, Giulia Torres

Efeito de diferentes estímulos sensoriais no tempo de reação de praticantes de Taekwondo e indivíduos fisicamente inativos / Giulia Torres Rodrigues. -- Rio Claro, 2024
37 p.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Educação Física) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, Rio Claro
Orientador: Diego Orcioli-Silva
Coorientador: José Angelo Barela

1. Artes marciais. 2. Tempo de reação simples. 3. Tempo de reação de escolha. 4. Sistemas sensoriais. I. Título.

GIULIA TORRES RODRIGUES

**EFEITOS DE DIFERENTES ESTÍMULOS SENSORIAIS NO TEMPO DE
REAÇÃO DE PRATICANTES DE TAEKWONDO E INDIVÍDUOS
FISICAMENTE INATIVOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de
Biociências – Câmpus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção
do grau de Bacharela em Educação Física

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. Diego Orcioli-Silva (orientador)

Prof. Dr. Victor Spiandor Beretta

Prof. Dra. Cynthia Yukiko Hiraga

Aprovado em: 19 de Novembro de 2024

Documento assinado digitalmente
 **GIULIA TORRES RODRIGUES**
Data: 28/11/2024 12:00:47-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do discente

Documento assinado digitalmente
 **DIEGO ORCIOLI DA SILVA**
Data: 28/11/2024 12:05:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do orientador

Documento assinado digitalmente
 **JOSE ANGELO BARELA**
Data: 28/11/2024 13:11:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Assinatura do coorientador

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Diego Orcioli-Silva, por sua dedicação em aceitar um trabalho tão difícil e novo de se fazer, pela amizade construída e pelas trocas acadêmicas e, principalmente, que mostrou que podemos fazer da pesquisa a nossa paixão.

Ao meu coorientador José Angelo Barela, por todas as dicas sobre o desenvolvimento do trabalho e sua ajuda em conseguir e fornecer os melhores meios para que este projeto desse certo.

Aos membros do LEPLO, por todas as trocas acadêmicas e ensinamentos ao longo desses anos.

As academias de Taekwondo: Academia Fábio Goulart, Centro de Alto Rendimento Dojan Nippon, Pro Team Taekwondo e RS Team por todo suporte e por terem permitido utilizar seus praticantes para este estudo.

Aos meus pais, Alexandre e Daniela, que desde pequena me incentivaram ao estudo e seguir o que tanto amo. Obrigada por terem me colocado no Taekwondo, essa paixão é graças a vocês.

A minha irmã, Mana, que sempre acreditou em mim e sempre disse que eu era capaz de alcançar meus sonhos. Você é um exemplo e inspiração de dedicação e amor pela pesquisa, espero ser um pouco do que você é para mim.

Aos meus amigos, Cócix, Dentinho, Nicolly e Ressaca, por estarem comigo desde o começo, por todos os momentos de alegria, risadas e até tristeza. Vocês são verdadeiros irmãos pra mim, e a vida se torna muito mais leve com vocês.

A todos os membros da queridíssima Vila Chaves, obrigada por sempre serem refúgio e porto seguro quando precisei, por terem tornado minha graduação inesquecível e onde vivi as melhores memórias da minha vida. Dividir a vida com vocês é um privilégio.

A Bruna, meu amor, por todo carinho que tem por mim, por sempre ser meu maior suporte e melhor amiga, por me ouvir e acreditar tanto em mim. Que sorte é ter você.

RESUMO

Introdução: O Tempo de Reação (TR) indica a eficiência do processamento neural em atividades esportivas, representando o intervalo entre o estímulo e o início da resposta motora voluntária de um indivíduo. O TR pode ser classificado em simples (TRS) e de escolha (TRE). A via sensorial utilizada para capturar os estímulos é crucial e varia entre as modalidades esportivas. Estudos indicam que o TR pode variar conforme a via sensorial e a especificidade da modalidade. Neste sentido, o objetivo do presente estudo foi comparar o TR, considerando diferentes vias sensoriais (visual, auditiva e tátil) entre atletas de Taekwondo e indivíduos fisicamente inativos. **Materiais e método:** Dezenove praticantes de Taekwondo (8 mulheres e 11 homens; $23,3 \pm 5,3$ anos) e vinte indivíduos fisicamente inativos (11 mulheres e 9 homens; $22,4 \pm 2,9$ anos) foram avaliados e realizaram os testes de TR. O TR foi mensurado por meio de um equipamento que emite estímulos auditivos, visuais e somatossensoriais (vibração tátil). O TRS e TRE consistiram em 20 estímulos para cada via sensorial, sendo que no TRE, os estímulos foram randomizados entre direito e esquerdo. Os testes foram apresentados em blocos randomizados, de acordo com as vias sensoriais. As médias e os desvios-padrão das tentativas para cada um dos testes de cada participante foram calculados. ANOVAs *two-way*, com fator para grupo (atletas de Taekwondo x insuficientemente ativos) e via sensorial (auditivo x visual x somatossensorial) foram utilizadas para comparar o TR entre os participantes. A análise foi realizada separadamente por teste (TRS e TRE). **Resultados:** A ANOVA identificou efeito principal de estímulo sensorial para o TRS ($F_{2,74} = 10,771$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,225$), sendo que a via auditiva apresentou menor TR em relação às vias visual ($p = 0,032$) e somatossensorial ($p < 0,001$). A ANOVA também indicou efeito principal de grupo ($F_{1,37} = 4,383$; $p = 0,043$; $\eta_p^2 = 0,106$), sendo que os praticantes de Taekwondo apresentaram menor TRS comparado aos indivíduos fisicamente inativos. Não houve interação entre via sensorial e grupo. **Conclusão:** Os praticantes de Taekwondo, independentemente da via sensorial utilizada, apresentam melhor desempenho no TR comparados aos indivíduos fisicamente inativos. Ainda, a via sensorial pelo qual o estímulo foi captado influenciou diretamente o TRS, sendo que o TR apresentou melhor desempenho quando captado pela via auditiva em comparação com as vias visual e somatossensorial.

Palavras-chave: artes marciais; tempo de reação simples; tempo de reação de escolha; sistemas sensoriais

ABSTRACT

Introduction: Reaction Time (RT) indicates the efficiency of neural processing in sports activities, representing the interval between a stimulus and the start of an individual's voluntary motor response. RT can be classified as simple (SRT) and choice (CRT). The sensory pathway used to capture the stimuli is crucial and varies between sports. Studies indicate that RT can vary depending on the sensory pathway and the specificity of the sport. The aim of this study was to compare RT across different sensory pathways (visual, auditory, and tactile) between Taekwondo athletes and physically inactive individuals. **Materials and method:** Nineteen Taekwondo practitioners (8 women and 11 men; 23.3 ± 5.3 years) and twenty physically inactive individuals (11 women and 9 men; 22.4 ± 2.9 years) were evaluated and underwent RT tests. RT was measured using equipment that emitted auditory, visual, and somatosensory (vibration) stimuli. The SRT and CRT tests consisted of 20 stimuli for each sensory pathway, and in the CRT, the stimuli were randomized between right and left. The tests were presented in randomized blocks according to the sensory pathways. The means and standard deviations of the trials for each test for each participant were calculated. Statistical analysis was carried out at a significance level of 0.05. The normality of the data was checked using the Shapiro-Wilk test. Student's t-tests were applied for parametric data, while Mann-Whitney U-tests and Pearson's Chi-square were used for non-parametric data. **Results:** ANOVA identified a main effect of the sensory stimulus for SRT ($F_{2,74} = 10.771$; $p < 0.001$; $\eta^2 = 0.225$), with the auditory pathway showing shorter RT compared to the visual ($p = 0.032$) and somatosensory pathways ($p < 0.001$). ANOVA also indicated a main effect for the group ($F_{1,37} = 4.383$; $p = 0.043$; $\eta^2 = 0.106$), with Taekwondo practitioners showing shorter SRT compared to physically inactive individuals. There was no interaction between sensory pathway and group. **Conclusion:** Taekwondo practitioners, regardless of the sensory pathway used, show better RT performance compared to physically inactive individuals. Furthermore, the sensory pathway through which the stimulus was captured directly influenced SRT, with the auditory pathway yielding better performance compared to the visual and somatosensory pathways.

Keywords: martial arts; simple reaction time; choice reaction time; sensory systems

Title in english: Effect of different sensory stimuli on the reaction time of Taekwondo practitioners and physically inactive individuals

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Diagrama do dispositivo confeccionado para análise do tempo de reação. O equipamento é composto por (1) LED de alto brilho da cor verde, (2) LED de alto brilho da cor vermelha, (3), emissor de som com frequência de 1320Hz, (4) emissor de som com frequência de 330Hz, (5) joysticks direito e esquerdo com os *pushbuttons* e *vibracalls*, (6) microcontrolador ESP32, (7) computador responsável por fazer a análise e aquisição dos dados..... **15**
- Figura 2** – Fluxograma do estudo..... **17**
- Figura 3** - Médias e desvios-padrão do (A) tempo de reação simples e (B) tempo de reação de escolha de cada grupo, para cada estímulo sensorial. & indica efeito principal de grupo; # efeito principal de estímulo sensorial **19**
- Figura 4** - Análise de gráficos de Spearman entre o tempo semanal de atividade física leve (AFL) e (A) TRS visual, (B) TRS auditivo e (C) TRS somatossensorial..... **20**

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Médias, medianas e desvios-padrão dos dados de caracterização da amostra	18
--	-----------

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	11
2.	MATERIAIS E MÉTODO	13
2.1.	Participantes	13
2.2.	Caracterização	14
2.3.	Testes de tempo de reação.....	14
2.3.1.	Tempo de reação simples	15
2.3.2.	Tempo de reação de escolha	16
2.3.3.	Análise de dados de tempo de reação.....	16
2.4.	Análise estatística.....	17
3.	RESULTADOS	17
4.	DISCUSSÃO	20
5.	CONCLUSÃO.....	23
	REFERÊNCIAS	24
	APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	27
	ANEXO 1- PARECER COMITÊ DE ÉTICA	33

1. INTRODUÇÃO

O Taekwondo é uma arte marcial de origem coreana, que surgiu por volta do século VII (BRASIL ESCOLA, 2024). Após a ocupação japonesa no território coreano, que durou 36 anos, a cultura coreana, como fala, vestimentas, estudo da língua e artes marciais, foram banidas. Neste período, o caratê ganhou notoriedade e começou a ser difundido e introduzido na Coreia, como forma de estender o domínio japonês (KIM, 2006). No entanto, as práticas do Taekwondo eram feitas de modo clandestino, restrito na relação de mestre e discípulo, sendo uma forma de resistência à ocupação do Japão, persistindo parte de sua cultura por meio da arte marcial (MARTA, 2008).

A consolidação do Taekwondo como esporte competitivo ocorreu em 1973, com a criação da *World Taekwondo Federation* (WTF), organização que controla e processa as certificações do Taekwondo no mundo (MARTA, 2008). Em 1988, o Taekwondo foi incluído nos Jogos Olímpicos de Seul como esporte de demonstração e, nos anos 2000, foi oficialmente filiado como modalidade nos Jogos Olímpicos de Sidney (COMITÊ OLÍMPICO DO BRASIL, 2024). De acordo com Kim (2006), a competição de Taekwondo mais disseminada, atualmente, é o *Kyorugui* (combate). O Taekwondo é um esporte de combate com constante interação e objetivos opostos entre os competidores (BRIDGE *et al.*, 2014; GARCÍA; OLIVA, 2016). Os combates são divididos em três rounds de 2 minutos cada, com intervalo de 1 minuto entre eles (FEDERAÇÃO MUNDIAL DE TAEKWONDO, 2023). O objetivo da luta é superar o adversário obtendo uma maior quantidade de pontos pela execução de técnicas de socos e chutes nas áreas de pontuação permitidas (região do tórax e cabeça) ou conseguindo um nocaute técnico. O desempenho do Taekwondo pode ser determinado pelas características técnicas, táticas, psicológicas, físicas e fisiológicas dos participantes. Portanto, o treinamento de Taekwondo é projetado para atingir esses fatores específicos que modificam o desempenho (PIETER; HEIJMANS, 2007). Segundo Zong (2022), o Taekwondo é um esporte que incorpora força explosiva e tempo de reação.

O tempo de reação (TR) é definido como sendo o tempo entre o estímulo e a resposta motora voluntária de um indivíduo (MAGILL, 2000). Simplificando, os eventos do TR podem ser divididos em: (1) TR pré-motor, que seria o intervalo decorrido do estímulo até o surgimento das atividades elétricas produzidas pelos músculos e (2) TR motor, que é o tempo após o surgimento das atividades elétricas até a conclusão da tarefa (JAKUBIAK, 2020). O TR também pode ser classificado, com base no número de estímulos: (1) TR simples (TRS), quando se tem apenas um estímulo e apenas uma resposta possível, e (2) TR de

escolha (TRE), que é caracterizado por possuir diversos estímulos e uma resposta específica para cada um (NG; CHAN, 2012). De maneira geral, quanto menor o TR, maior é a eficiência do processamento neural de um indivíduo (SCHMIDT *et al.*, 2005), sendo assim, o TR avalia a velocidade e eficácia da tomada de decisão do indivíduo e tem influência direta sobre o resultado da competição. Portanto, estudos nessa área se mostram muito importantes, pois contribuem para o desenvolvimento e aprimoramento do desempenho nos esportes de diferentes modalidades.

Um fator importante para os estudos sobre TR em modalidades esportivas é a via sensorial utilizada para capturar o estímulo, ou seja, via visual, auditiva e/ou tátil. Cada modalidade esportiva apresenta uma via sensorial predominante. Por exemplo, nas lutas de percussão, como o Taekwondo, os atletas devem se defender ou se esquivar de um golpe, utilizando principalmente a via visual (RUSCHEL *et al.*, 2011; MONTEIRO *et al.*, 2015), já no judô e jiu-jitsu, a principal via sensorial utilizada é a somatossensorial e na natação e no atletismo, especificamente nas provas de velocidade, a principal via utilizada é a via auditiva, visto que as saídas (início da prova) ocorrem com um tiro de largada (PAPIC *et al.*, 2019; TØNNESSEN; HAUGEN; SHALFAWI, 2013).

O TR varia de acordo com as vias sensoriais que captam os estímulos. O TR de atletas é de aproximadamente 200 ms para os estímulos visuais, 150ms para o auditivo e de 110ms para o tátil (BRUZI *et al.*, 2013; C. RUSCHEL *et al.*, 2011; DA SILVA *et al.*, 2020; MAGILL, 2000; SENEL; EROGLU, 2006; VAGHETTI; ROESLER; ANDRADE, 2007). Estudos prévios têm apresentado resultados diferentes com base em diferentes estímulos sensoriais, modalidades esportivas e até mesmo a posição do atleta no jogo (BRUZI *et al.*, 2013; RUSCHEL *et al.*, 2011; MORI; OHTANI; IMANAKA, 2002). No estudo conduzido por Bruzie colaboradores (2013), no qual comparou o TRS e TRE visual e sonoro de atletas de basquete, ginástica e indivíduos sedentários, identificou que os ginastas têm um melhor TRS, enquanto os jogadores de basquete apresentam um melhor TRE. Os autores justificam os achados baseado na especificidade das modalidades, ou seja, a ginástica é uma modalidade fechada, apresentando um padrão pré-definido de movimentação e, portanto, o estímulo sempre é o mesmo e existe apenas uma resposta possível dentro da rotina coreográfica. Por sua vez, o basquete é uma modalidade aberta, ao qual o atleta fica imerso a uma grande quantidade de estímulos, com diferentes possibilidades de respostas, sendo que a resposta certa para cada estímulo pode alterar o rumo da partida.

Além disso, Atan e Akyol (2014) compararam o TR auditivo e visual de atletas de diferentes modalidades (futebol, basquete, judô, atletismo, taekwondo) e não atletas e

identificaram que os atletas tiveram melhor TR comparado aos não atletas, independente da via sensorial. Os judocas apresentaram pior TRS em relação aos demais atletas, especialmente quando fornecido estímulos auditivos. Os atletas de Taekwondo não apresentaram diferença significativa entre o TR auditivo e visual. Neste contexto, a prática esportiva contribui que indivíduos tenham para um rápido TR e a especificidade do esporte pode gerar ganhos no TR, de acordo com a origem sensorial do estímulo. Porém mais estudos são necessários para investigar os TR de acordo com as vias sensoriais em atletas de Taekwondo, visto que estudos nesta área são escassos. No contexto das artes marciais, o desenvolvimento do TR entre os praticantes é essencial. Esse foco torna-se ainda mais relevante quando a modalidade envolve uma parte significativa de suas técnicas de competição e defesa pessoal utilizando os movimentos dos membros inferiores (ANDRADE; BELMONTE; VIANA, 2006).

Estudos sobre o TR, de acordo com as vias sensoriais, são importantes para avaliar o desempenho dos atletas. Entretanto, o foco dos estudos tem sido em estímulos visuais e sonoros (ATAN; AKYOL, 2014; FERREIRA, 2017; MORI; OHTANI; IMANAKA, 2002), contendo uma grande lacuna na literatura em relação a estudos focados na via somatossensorial, que também é uma importante via sensorial utilizada em alguns esportes. Para compreender as lacunas apresentadas anteriormente, o objetivo presente estudo foi comparar o TR (simples e de escolha), utilizando diferentes vias sensoriais (visual, auditiva e tátil), entre atletas de Taekwondo e indivíduos fisicamente inativos. Espera-se que praticantes de Taekwondo apresentem melhor desempenho no TR comparado aos indivíduos fisicamente inativos, independente da via sensorial estimulada. Ainda, espera-se que a margem de diferença seja maior na via sensorial visual, pois o Taekwondo é uma luta de percussão que necessita dessa via para melhor desempenho da modalidade.

2. MATERIAIS E MÉTODO

2.1. Participantes

Vinte e três praticantes de Taekwondo e vinte e um indivíduos fisicamente inativos foram recrutados. Os critérios de inclusão foram: ter idade entre 18 e 30 anos e, especificamente para os atletas, ter pelo menos 4 anos de experiência na modalidade esportiva. Indivíduos fisicamente inativos foram classificados como aqueles que não praticam atividade física ou praticam atividade física moderada por menos de 150 minutos por semana, ou menos de 75 minutos de atividades físicas vigorosas por semana, conforme as diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS) (2020). Foram excluídos do estudo

indivíduos que apresentassem sensibilidade na palma da mão alterada, problemas visuais não corrigidos, auditivos corrigidos ou não, diabetes, declínio cognitivo, histórico de alcoolismo e fumante. O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em pesquisa do Instituto de Biociências, da UNESP Câmpus de Rio Claro (Anexo 1). Os indivíduos selecionados foram informados sobre os procedimentos experimentais pelos quais foram submetidos e, caso estivessem de acordo, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento (Apêndice 1).

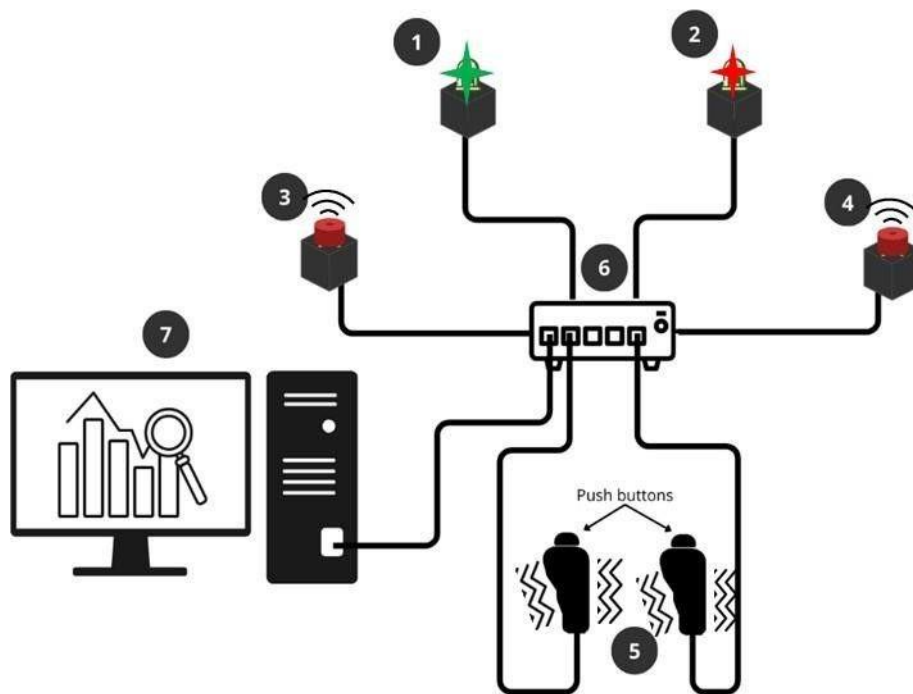
2.2. Caracterização

Para caracterização dos participantes, foi aplicado uma anamnese a fim de coletar informações relevantes para o estudo, incluindo critérios de exclusão e informações sobre a prática esportiva. O Miniexame do Estado Mental (MEEM) foi aplicado para avaliar as funções cognitivas globais (BRUCKI *et al*, 2003). O Questionário Internacional de Atividade Física (IPAq), versão curta (PARDINI *et al*, 2001), foi empregado para verificar o nível de atividade física dos participantes. A força muscular foi avaliada por meio do teste de força de preensão palmar. Os participantes foram instruídos a aplicar a máxima de força possível de preensão em um dinamômetro digital (DM-90, Instrutherm), por 3 a 5 segundos. O teste foi repetido uma vez para cada mão, com intervalos de descanso entre as tentativas de 30 segundos. O dinamômetro armazena e exibe o valor máximo atingido em cada tentativa. Além disso, foi mensurado o peso e a estatura de todos os participantes.

2.3. Testes de tempo de reação

Um dispositivo foi desenvolvido para avaliar o TRS e o TRE, utilizando diferentes vias sensoriais para captar os estímulos. A Figura 1 ilustra o equipamento de TR. Basicamente, o equipamento foi projetado com duas vias em formato de *joystick*, no qual, está localizado um *push button*, no topo de cada uma dessas vias. A base do dispositivo foi um microcontrolador *ESP32 Ide Dual Core - Dev Kit V1*, que enviou os sinais aleatoriamente tanto no intervalo entre os estímulos, que se dará entre 3000ms e 7000ms, quanto entre as vias, direita e esquerda (para o caso do TRE). Toda a lógica foi implementada em linguagem *Python 3.11*, fazendo uso da biblioteca *MicroPython 1.20*, que substituiu o *firmware* do microcontrolador.

Figura 1. Diagrama do dispositivo confeccionado para análise do tempo de reação. O equipamento é composto por (1) LED de alto brilho da cor verde, (2) LED de alto brilho da cor vermelha, (3), emissor de som com frequência de 1320Hz, (4) emissor de som com frequência de 330Hz, (5) joysticks direito e esquerdo com os *pushbuttons* e *vibracalls*, (6) microcontrolador ESP32, (7) computador responsável por fazer a análise e aquisição dos dados.



2.3.1. Tempo de reação simples

A primeira parte do teste consistiu na obtenção do TRS. O equipamento forneceu um estímulo (visual, sonoro ou tátil) para o participante que, segurando um dos *joysticks* do equipamento com a mão dominante, deveria pressionar o botão, localizado no topo do controle, o mais rápido possível. O teste foi composto por 20 estímulos para cada via sensorial e o intervalo entre eles sendo aleatoriamente determinado (podendo ocorrer em qualquer momento entre 3000 e 7000ms), para eliminar o efeito de aprendizagem do participante. Os testes foram apresentados em blocos randomizados, de acordo com as vias sensoriais (visual, sonoro ou tátil). Importante destacar que antes do início de cada teste, houve uma fase de familiarização, em que foram apresentados 3 estímulos, para cada via sensorial, sem a aquisição de dados.

As especificidades de cada estímulo sensorial foram: (i) estímulo visual, o microcontrolador acendeu o LED verde; (ii) estímulo sonoro, o equipamento forneceu um estímulo sonoro agudo, com frequência de 1320Hz; (iii) estímulo tátil, um vibracall,

localizado dentro do controle que estava na mão do atleta, vibrou em uma frequência de 9000 rpm.

2.3.2. Tempo de reação de escolha

A segunda parte do teste envolveu a obtenção do TRE. Nesta etapa, o participante foi orientado a segurar um *joystick* do equipamento com cada mão. Assim que o aparelho forneceu o estímulo, o participante deveria apertar o botão do *joystick* designado o mais rápido possível. Esta parte do protocolo também foi intervalada, com o tipo (via sensorial) e o bloco de estímulos randomizados. Além disso, os estímulos também foram randomizados entre os lados direito e esquerdo, com um total de 20 estímulos realizados. Para esta etapa, a familiarização consistiu em uma versão reduzida do teste de TRE, com 4 estímulos, e sem a aquisição de dados. Para o estímulo auditivo, antes da familiarização, foram apresentados ambos os estímulos separadamente para reconhecimento do padrão sonoro e especificação sobre qual via (*joystick*) ele deveria utilizar para a resposta correta (direito e esquerdo), para que assim conseguisse fazer a distinção dos estímulos. Em seguida, a familiarização foi iniciada.

Os estímulos foram apresentados desta forma: (i) estímulo visual, poderia ser aceso um LED vermelho, no qual a resposta esperada será o botão referente a mão direita, ou um LED verde, que a resposta correta deveria ser o controle esquerdo; (ii) foi fornecido um estímulo sonoro agudo de 1320Hz, cuja resposta esperada deveria ser com a mão esquerda, ou um estímulo sonoro grave, o qual o participante, utilizando um fone de ouvido, deveria apertar o botão do controle direito; (iii) estímulo tátil, a vibração do *joystick* aconteceu diretamente na mão direita ou esquerda do participante, que deveria apertar o botão do *joystick* correspondente ao estímulo, o mais rápido possível.

Após isso, foi computado o acerto ou erro do participante, seja por omissão ou mesmo por erro na resposta esperada para o estímulo fornecido.

2.3.3. Análise de dados do tempo de reação

Após a conclusão da avaliação, o microcontrolador armazenou todas as tentativas para cada um dos testes em arquivos de extensão *.dat*, onde esses arquivos conteram o número da tentativa, a resposta (TR) do participante, em *ms*, antecipações (acionamento do botão antes do estímulo) e, no TRE, acerto ou erro. Em seguida, foram utilizados softwares para calcular a média e o desvio padrão das tentativas de cada teste de cada participante.

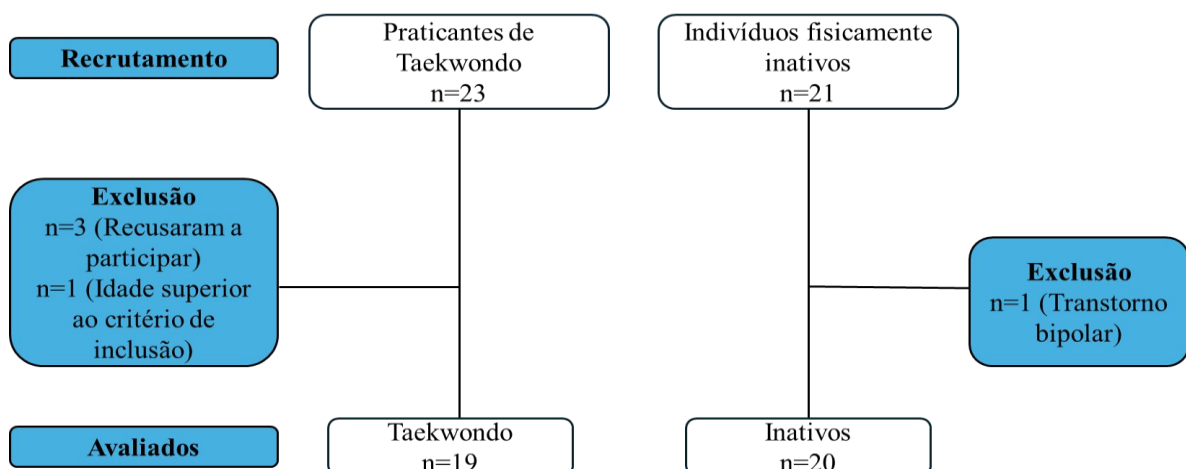
2.4. Análise estatística

A análise estatística foi realizada no software SPSS 22.0 for Windows (IBM Corporation, Armonk, New York, USA). O nível de significância foi mantido em 0,05. O teste de Shapiro Wilk foi empregado para verificação da normalidade na distribuição dos dados. Testes paramétricos (testes t de Student) e não paramétricos (testes U de Mann-Whitney ou Qui- quadrado de Pearson) foram utilizados para comparar os dados de caracterização da amostra, de acordo com a normalidade dos dados ou a característica dos dados (variável discreta ou contínua). Os valores de TR foram transformados utilizando a transformação logarítmica, uma vez que os dados não apresentaram distribuição normal. ANOVAs *two-way*, com fator para grupo (atletas de Taekwondo x insuficientemente ativos) e via sensorial (auditivo x visual x somatossensorial) foram utilizadas para comparar o TR entre os participantes. Testes post hoc de Bonferroni foram utilizados para localizar as diferenças quando o efeito de interação foi indicado na análise. O coeficiente de correlação de Spearman foi utilizado para analisar a associação entre as variáveis de caracterização e os testes de TR. O *partial eta- squared* (η_p^2 : 0,01 = pequeno, 0,06 = moderado, 0,14 = grande) forneceu estimativas dos tamanhos de efeito para a ANOVA (COHEN, 1988).

3. RESULTADOS

A Figura 2 apresenta o fluxograma do estudo. Vinte e três praticantes de Taekwondo e vinte e um indivíduos fisicamente inativos foram recrutados, no entanto, 4 participantes do grupo Taekwondo e 1 do grupo inativo foram excluídos. Os motivos foram por não atenderem os critérios de inclusão estabelecidos ou se recusaram a participar da pesquisa.

Figura 2. Fluxograma do estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os dados de caracterização dos participantes, incluindo avaliações antropométricas, cognitivas, clínicas, nível de atividade física e força muscular, estão apresentados na Tabela 1. O grupo de praticantes de Taekwondo apresentou maior nível de atividade física leve, moderada e vigorosa comparado ao grupo de indivíduos fisicamente inativos.

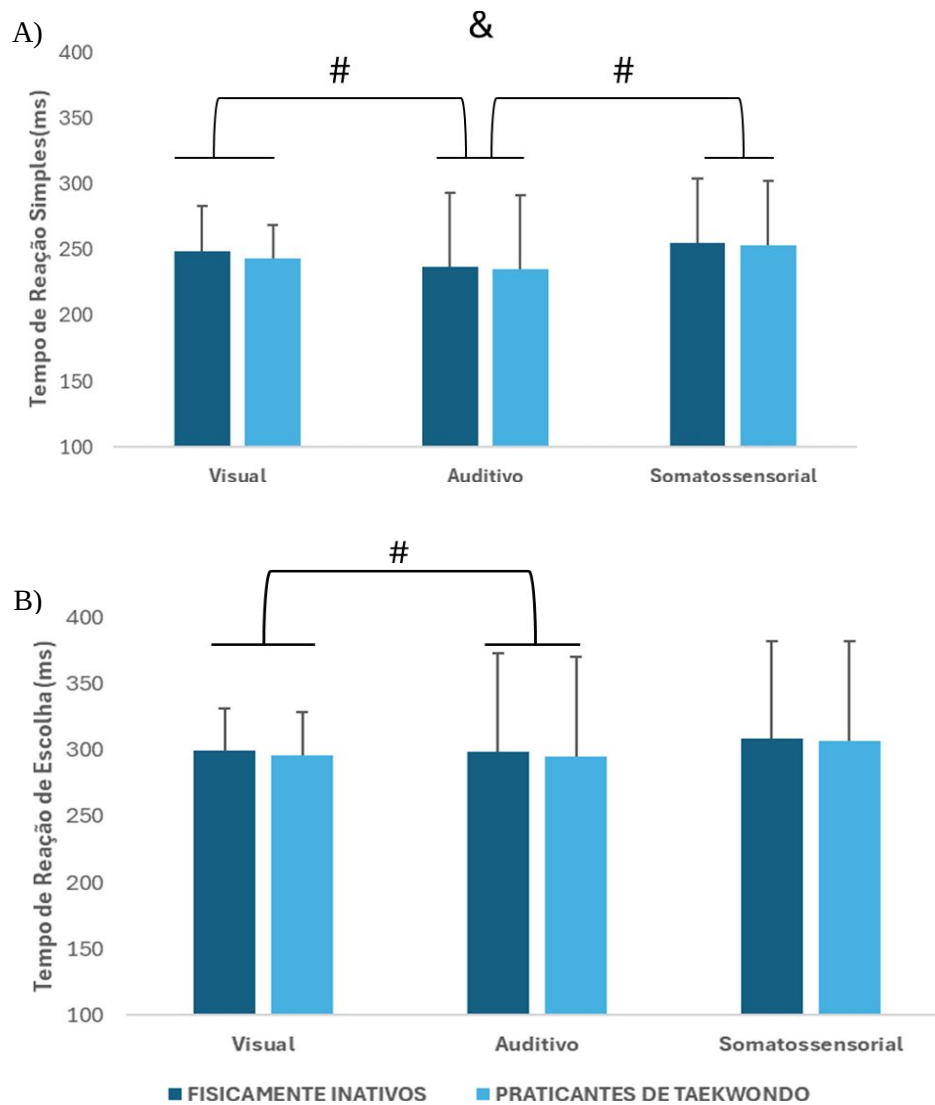
Tabela 1. Dados de caracterização da amostra. Os dados paramétricos estão apresentados em médias e desvios-padrão e os dados não-paramétricos em medianas e 1º e 3º quartis. indica diferença significativa ($p < 0,05$) entre os grupos.

	Praticantes de Taekwondo	Fisicamente inativos	p
Sexo (masc/fem)	11/8	9/11	0,752
Idade (anos)	23,3 (18-30)	22,5 (20-23)	0,879
Estatura (cm)	170,0±9,39	170,1±7,55	0,971
Massa (kg)	66 (62-74)	70 (60-80)	0,728
MEEM (0-30 pts)	30 (29-30)	29 (28-30)	0,245
AF leve (min/semana)	150 (100-300)	60 (15-100)	<0,001*
AF moderada (min/semana)	90 (36-300)	0	<0,001*
AF vigorosa (min/semana)	300 (180-540)	0	<0,001*
Força de preensão D (kg)	38,08±11,15	32,0±10,4	0,640
Força de preensão E (kg)	36,1±8,5	29,94±10,72	0,895

MEEM: Mini-Exame de Estado Mental; AF: Atividade física; D: direita; E: esquerda; * indica diferença significativa ($p < 0,05$) entre os grupos.

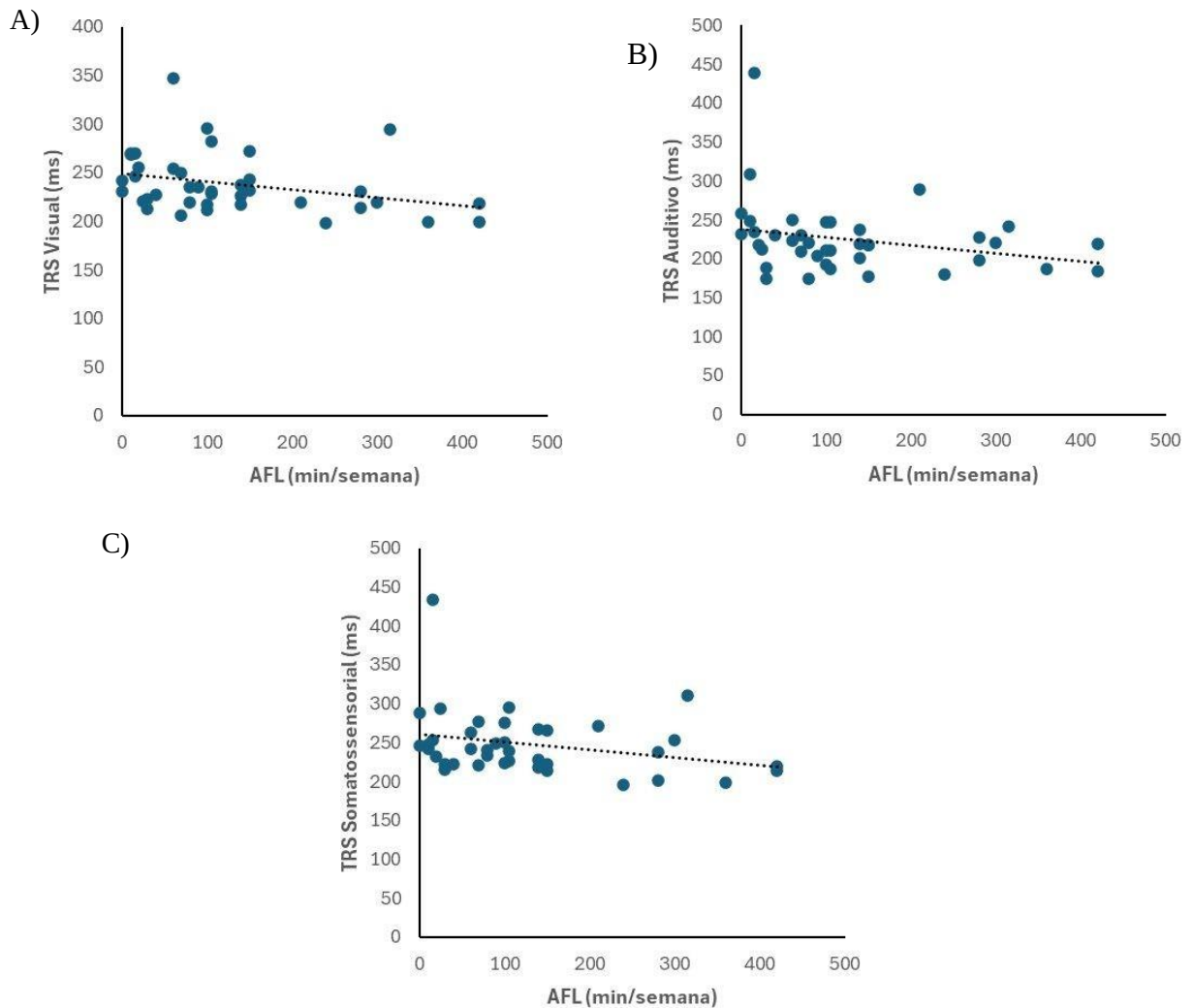
A Figura 3 apresenta os resultados do tempo de reação simples e tempo de reação de escolha. A ANOVA revelou efeito principal de estímulo sensorial para o TRS ($F_{2,74} = 10,771$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,225$), sendo que a via auditiva apresentou menor TR em relação as vias visual ($p = 0,032$) e somatossensorial ($p < 0,001$). A ANOVA também indicou efeito principal de grupo ($F_{1,37} = 4,383$; $p = 0,043$; $\eta_p^2 = 0,106$), sendo que os praticantes de Taekwondo apresentaram menor TRS comparado aos indivíduos fisicamente inativos. Não houve interação entre via sensorial e grupo. Além disso, a análise estatística não revelou efeito principal de grupo, via sensorial ou interação para o TRE.

Figura 3. Médias e desvios-padrão do (A) tempo de reação simples e (B) tempo de reação de escolha de cada grupo e estímulo sensorial. & indica efeito principal de grupo; # efeito principal de estímulo sensorial.



A análise estatística indicou correlação negativa entre o tempo semanal de atividade física leve e os testes de TRS visual ($\rho = -0,371$; $p = 0,020$), auditivo ($\rho = -0,343$; $p = 0,033$) e somatossensorial ($\rho = -0,335$; $p = 0,037$), sendo que quanto maior é o nível de atividade física leve, menor é o TR (Figura 4).

Figura 4. Testes de correlação de Spearman entre o tempo semanal de atividade física leve (AFL) e (A) tempo de reação simples (TRS) visual, (B) TRS auditivo e (C) TRS somatossensorial.



4. DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo comparar os efeitos de diferentes estímulos sensoriais no TR em praticantes de Taekwondo e indivíduos fisicamente inativos. Os achados principais mostraram que os praticantes de Taekwondo apresentaram melhor desempenho no teste de TRS, independente da via sensorial estimulada. Ainda, o TR foi menor quando a informação foi captada pela via auditiva em comparação com as vias visual e somatossensorial.

A prática regular de atividade física, como de Taekwondo, resulta em melhor TR. A capacidade de reagir rapidamente a estímulos sensoriais, como estímulos visuais, auditivos e

somatossensorial é essencial para o sucesso em competições de Taekwondo. Durante o combate, os atletas de Taekwondo devem responder rapidamente a movimentos do adversário (POLAT; AKMAN; ORHAN, 2018). Desta forma, seja no treinamento ou em competições, os atletas são constantemente expostos a situações onde eles devem reagir para se defender ou atacar o adversário. Neste sentido, os atletas desenvolvem um processamento neural mais rápido, especialmente uma integração sensório-motora mais eficiente em relação a indivíduos fisicamente inativos (CHUNG; NG, 2012). O Taekwondo, além de melhorar o TR, também aumenta a capacidade de reação dos músculos a estímulos (CHUNG; NG, 2012). Isso resulta em atletas com melhor desempenho, especialmente em situações de combate que exigem reações rápidas e precisas.

Estudos sugerem que treinos focados em melhorar a velocidade de resposta a estímulos sensoriais pode reduzir o TR. Polat *et al.* (2018) compararam atletas de Taekwondo e Kickboxing e observaram que, embora os grupos apresentassem tempos de reação auditiva e visual semelhantes, as médias variavam de acordo com as exigências específicas de cada modalidade. No Taekwondo, devido à natureza tática e a necessidade de defesas rápidas, os atletas tendem a responder melhor a estímulos visuais. O estímulo auditivo também é importante, especialmente no contexto de competição, onde comandos e sinais sonoros são frequentes (POLAT *et al.*, 2018). Portanto, a prática do Taekwondo resulta em melhor TR.

O estudo de Jain *et al.* (2015) destacou que o TR a estímulos visuais e auditivos são mais rápidos em pessoas com maior nível de atividade física. Nosso estudo confirmou essa relação, mostrando que quanto maior o nível de atividade física (leve), melhor o desempenho no teste de TR. Para além disso, nosso estudo avançou no sentido de mostrar que o TR a estímulos somatossensoriais (vibração tátil) também está associado ao nível de atividade física. Isso reforça a correlação entre a prática física e a capacidade neural de processar informações ambientais e reagir de maneira adequada.

A via sensorial pela qual o estímulo é capturado influencia diretamente o TR. Nossos resultados mostraram que o TR após estímulo auditivo foi mais rápido comparado a estímulos visuais e somatossensorial. Uma possível explicação pode ser a velocidade de processamento neural do sistema auditivo, que é mais rápida que a de outros sistemas sensoriais (KANDEL *et al.*, 2013). Um estímulo auditivo leva apenas 8–10 ms para chegar ao cérebro, enquanto um estímulo visual leva entre 20-40 ms (CARREIRO; HADDAD; BALDO, 2012) e o somatossensorial por volta de 20 ms (CRIVELLI; BALCONI, 2017). Portanto, o estímulo

auditivo atinge o córtex mais rapidamente do que o estímulo visual e somatossensorial, que explica a diferença no TR entre os três tipos de estímulos.

O sistema auditivo pode transmitir o estímulo sonoro relativamente diretamente desde as células ciliadas da cóclea até o córtex auditivo (KANDEL *et al.*, 2013). Essa transmissão direta envolve áreas subcorticais como o núcleo coclear, o colículo inferior e o tálamo, o que significa que não há necessidade de processamento adicional antes que o som atinja as áreas corticais superiores (KANDEL *et al.*, 2013). Isso o diferencia de outros sistemas sensoriais, como o visual, que requerem processos de processamento mais complexos (SUGGATE, 2024). Por exemplo, o sistema visual envolve processos mais complexos de integração, como a detecção de formas, movimento e cor, que passam por múltiplas camadas no córtex visual primário e áreas associativas do córtex occipital e parietal (KANDEL *et al.*, 2013). Portanto, o estímulo visual deve passar por várias camadas de processamento cortical, o que aumenta o tempo para responder/reagir a estímulos externos comparado a estímulos sonoros.

A via somatossensorial é projetada para responder rapidamente a estímulos táteis e proprioceptivos, permitindo reações quase imediatas. (KANDEL; JESSEL, 2000). A via somatossensorial também segue uma trajetória relativamente direta, com sinais sendo enviados ao córtex somatossensorial por meio do tálamo (KANDEL *et al.*, 2013). Porém, embora o processamento de informações somatossensoriais seja menos complexo que o sistema visual (o que sugeriria um TR mais rápido), o caminho até a informação chegar ao cérebro (ou seja, das palmas das mãos até o córtex sensorial) é mais longo (KANDEL *et al.*, 2013; JAIN *et al.*, 2015), o que aumenta o tempo de detecção e processamento da informação, resultando em um TR similar ao sistema visual, porém mais lento que o auditivo. Portanto, a complexidade do processamento das informações e a distância que a informação leva para chegar no local de processamento (córtex visual, auditivo e sensorial) altera o tempo (latência) que o sistema leva para responder a um estímulo.

Limitações do estudo

As limitações deste estudo incluem a análise do TR total, que difere de estudos como o de Chung & Ng (2012), que utilizaram eletromiografia para avaliar componentes adicionais do TR, como o tempo de reação pré-motor, o que pode oferecer uma avaliação mais detalhada do processamento neural. Além disso, o tamanho limitado da amostra neste estudo pode ter influenciado os resultados. Embora tenhamos observado diferenças entre os grupos e os

estímulos sensoriais, uma amostra maior poderia proporcionar uma análise estatística mais robusta. Finalmente, a falta de pesquisas prévias específicas sobre Taekwondo e diferentes vias sensoriais também limita a comparação, visto que a maioria dos estudos foca apenas em uma via sensorial ou em outras modalidades esportivas.

5. CONCLUSÃO

Os praticantes de Taekwondo, independentemente da via sensorial utilizada, apresentam melhor desempenho no TRS comparados aos indivíduos fisicamente inativos, podendo ser um indicativo de melhor processamento neural. Além disso, a via sensorial pela qual o estímulo foi captado influenciou diretamente o TRS, sendo que a via auditiva apresentou um melhor desempenho no TR em comparação com as outras vias sensoriais.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Alexandro; BELMONTE, Alexandre Pereira; VIANA, M. D. S. Tempo de reação, flexibilidade e velocidade acíclica de membros inferiores de atletas de tae kwon do. **Revista Digital. Buenos Aires. Ano**, v. 11, 2006.
- ATAN, T.; AKYOL, P. Reaction Times of Different Branch Athletes and Correlation between Reaction Time Parameters. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 116, p. 2886–2889, fev. 2014.
- BRASIL ESCOLA. Taekwondo. Brasil Escola, 2024. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/educacao-fisica/taekwondo.htm>. Acesso em: 23 set. 2024.
- BRIDGE, Craig A. et al. Physical and physiological profiles of taekwondo athletes. **Sports Medicine**, v. 44, p. 713-733, 2014.
- BRUCKI, Sonia et al. Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. **Arquivos de Neuro-psiquiatria**, v. 61, p. 777-781, 2003.
- BRUZI, A. T. et al. Comparação do tempo de reação entre atletas de basquetebol, ginástica artística e não atletas. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 35, p. 469–480, 2013.
- CARREIRO, L. R. R.; HADDAD, H.; BALDO, M. V. C.. Componentes sensoriais e atencionais do tempo de reação: efeitos do tamanho, excentricidade e previsibilidade de estímulos visuais. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v. 28, n. 2, p. 133–140, abr. 2012.
- CHUNG, Polly; NG, Gabriel. Taekwondo training improves the neuromotor excitability and reaction of large and small muscles. **Physical therapy in sport**, v. 13, n. 3, p. 163-169, 2012.
- COHEN J. Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences. 2nd Editio. New York: **Routledge**; 1988.
- COMITÊ OLÍMPICO DO BRASIL. Taekwondo. Disponível em: <https://www.cob.org.br/time-brasil/esportes/1-taekwondo>. Acesso em: 24 set. 2024
- CRIVELLI, D.; BALCONI, M. Event-Related Electromagnetic Response. In: **Reference Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology**. Elsevier Inc., 2017. p. 1-27.
- DA SILVA, S. L. et al. The anticipatory and reaction time behaviors of the futsal goalkeeper. **Journal of Physical Education**, v. 32, n. 1, 16 nov. 2020.
- DE LA FUENTE GARCÍA, Ana; OLIVA, Francisco Javier Castejón. Análisis del combate en taekwondo. Categorías para la evaluación de las acciones tácticas.: Estudio preliminar. **Cultura, ciencia y deporte**, v. 11, n. 32, p. 157-170, 2016.
- FEDERAÇÃO MUNDIAL DE TAEKWONDO. **Regras e Interpretação da Competição**, 27jan. 2023.
- JAIN, Aditya et al. A comparative study of visual and auditory reaction times on the basis of gender and physical activity levels of medical first year students. **International journal of applied**

and basic medical research, v.5, n.2, p. 124-127, 2015

JAKUBIAK, N. **Haptic Choice Reaction Time in Elite Judo Competitors**. [s.l.] university of Stirling, 2020.

KANDEL, E. R., SCHWARTZ, J. H., JESSELL, T. M., SIEGELBAUM, S. A., & HUDSPETH, A. J. (2013). **Principles of Neural Science** (5th ed.). McGraw-Hill Education.

KANDEL, E. R. , JESSEL, T. M. **Essentials of Neural Science and Behavior**. 4th ed. McGraw-Hill; 2000.

KIM, Un-yong. *Livro de texto de Taekwondo* . Editora OH Seoung, 2004.

MAGILL, R. A. **Aprendizagem motora : conceitos e aplicações**. São Paulo: E. Blucher, 2000.

MARTA, Felipe Eduardo Ferreira. TAEKWON "DO": OS CAMINHOS DE SUA HISTÓRIA NO ESTADO DE SÃO PAULO. **Conexões**, Campinas, SP, n. 4, p. 151–162, 2008.

MONTEIRO, A. D. et al. Tempo de reação de escolha de capoeiristas iniciantes e experientes. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 37, n. 4, p. 395–399, out. 2015.

MORI, S.; OHTANI, Y.; IMANAKA, K. Reaction times and anticipatory skills of karate athletes. **Human Movement Science**, v. 21, n. 2, p. 213–230, jul. 2002.

NG, A. W. Y.; CHAN, A. H. S. **Finger response times to visual, auditory and tactile modality stimuli**. Proceedings of the international multiconference of engineers and computerscientists. **Anais...**2012.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE. **Physical activity**. 2020. Disponível em: <https://www.who.int/initiatives/behealthy/physical-activity>. Acesso em: 23 set. 2024.

PAPIC, C. et al. The effect of auditory stimulus training on swimming start reaction time. **Sports Biomechanics**, v. 18, n. 4, p. 378–389, 4 jul. 2019.

PARDINI, Renato et al. Validação do questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ-versão 6): estudo piloto em adultos jovens brasileiros. **Revista brasileira de ciência e movimento**, v. 9, n. 3, p. 45-52, 2001.

PIETER, Willy; HEIJMANS, John. TAEKWONDO STUDENTS'MOTOR SKILLS. **Journal of Asian Martial Arts**, v. 16, n. 2, 2007.

POLAT, S. Ç.; AKMAN, O.; ORHAN, Ö. A comparison of the reaction times of elite male Taekwondo and Kickboxing athletes. **Online Journal of Recreation and Sports**, 2018.

RUSCHEL et al. Tempo de reação simples de jogadores de futebol de diferentes categorias e posições. **Motricidade** , v. 7, n. 4, p. 73–82, 2011.

SCHMIDT, Richard Allen. **Aprendizagem e performance motora: dos princípios à prática**. Movimento, 1992.

SCHMIDT, R. A. et al. **Motor control and learning: A behavioral emphasis**. [s.l.] Human

kinetics, 2005.

SENEL, Ö.; EROGLU, H. Correlation Between Reaction Time And Speed in Elite SoccerPlayers. **Journal of Exercise Science & Fitness**, p. 126–130, 2006.

SUGGATE, Sebastian Paul. Beyond self-report: Measuring visual, auditory, and tactile mental imagery using a mental comparison task. **Behavior Research Methods**, p. 1-19, 2024.

VAGHETTI, C. A. O.; ROESLER, H.; ANDRADE, A. Tempo de reação simples auditivo e visual em surfistas com diferentes níveis de habilidade: comparação entre atletas profissionais, amadores e praticantes. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 13, n. 2, p. 81–85, abr.2007.

ZONG, Wei. Analysis of training method of taekwondo athletes with reaction ball. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 28, p. 14-16, 2022

APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E
ESCLARECIDO****IB/UNESP/Rio Claro****(Conselho Nacional de Saúde, Resolução 466/12)**

Prezado(a) participante,

Eu, Prof. Dr. José Angelo Barela, RG: 13.911.851; CPF: 076.269.41-10 , pesquisador responsável pelo estudo, convido você a participar, como voluntário(a), da pesquisa intitulada “Tempo de reação de atletas: efeito de diferentes estímulos sensoriais, modalidades esportivas e da estimulação transcraniana por corrente contínua”, que tem como membro participante da equipe o Prof. Dr. Diego Orcioli-Silva e os graduandos Bruno Furlanetto e Giulia Torres Rodrigues do curso de Educação Física, da UNESP Câmpus de Rio Claro. O projeto será realizado no Laboratório de Estudos da Postura e Locomoção (LEPLO), Instituto de Biociências, Departamento de Educação Física, UNESP de Rio Claro, endereço: Av. 24-A, 1515, Bela Vista, CEP: 13506-900, Rio Claro/SP, Fone: (19) 3526-4321.

Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), visa assegurar seus direitos e deveres como participante. Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, você pode levar para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Se você não quiser participar ou retirar sua autorização, a qualquer momento, não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo.

Justificativas e objetivos do projeto

O presente estudo tem como objetivo comparar o Tempo de Reação Simples (TRS) e o Tempo de Reação de Escolha (TRE), utilizando diferentes vias sensoriais (visual, auditiva e tátil), entre atletas de diversas modalidades esportivas e indivíduos não-atletas. Ainda, este estudo tem como objetivo analisar o efeito imediato de 20 minutos de Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) anódica, aplicada no córtex motor primário e no Córtex Pré-Frontal, no tempo de reação em atletas de diferentes modalidades esportivas. O tempo de reação avalia a velocidade e eficácia da tomada de decisão do indivíduo.

Estudos nessa área se mostram muito importantes, pois contribuem para o desenvolvimento e aprimoramento do desempenho nos esportes, visto que uma rápida resposta a estímulos externos pode ser crucial para definir o sucesso de uma ação, como uma rápida saída na natação ou nas provas de velocidade do atletismo, defesa de uma bola ou esquivar de um golpe, entre outros. Estudos desta natureza também podem auxiliar no entendimento do efeito da prática esportiva no tempo de reação de atletas, especialmente se a especificidade do esporte pode gerar ganhos no tempo de reação, de acordo com a origem sensorial do estímulo (visual, auditiva e tátil). Além disso, a investigação de métodos para melhorar o tempo de reação, como a ETCC, é fundamental para melhorar o desempenho esportivo de atletas. A ETCC é um método não-invasivo e seguro de estimulação cerebral. Por ser uma técnica relativamente nova, principalmente quanto a aplicabilidade nos esportes, os resultados ainda são inconclusivos, o que ressalta a importância de novos estudos que utilizam ETCC para melhorar o tempo de reação e tem como foco diferentes modalidades esportivas.

Caso você participe da pesquisa, você será convidado(a) a comparecer no Laboratório de Estudos da Postura e Locomoção (LEPLO) em 3 dias, com intervalo de uma semana entre eles, sendo necessário realizar os seguintes procedimentos:

- **Avaliação da composição corporal (1º dia)** – Serão efetuadas medidas de massa corporal e estatura.
- **Preenchimento de questionários/testes (1º dia)** – Você responderá um questionário com o intuito de investigar o nível de aptidão em modalidades esportivas (por exemplo, é atleta ou não, se sim - frequência semanal de treino e quantidade de competições por ano), além de questões sobre doenças, lesões, medicamentos em uso, entre outras informações relevantes para a pesquisa. Em seguida, o Miniexame do Estado Mental (MEEM) será aplicado para avaliar as funções cognitivas globais. O Questionário Internacional de Atividade Física (IPAq), versão curta, será utilizado para verificar o nível de atividade física.
- **Familiarização com os equipamentos que serão utilizados (1º dia)** – Anteriormente à realização dos testes, você irá conhecer os testes de tempo de reação, que será aplicado por meio do uso de um equipamento confeccionado para a pesquisa, e o equipamento que realiza a estimulação cerebral (ETCC).
- **Testes de tempo de reação (1º, 2º e 3º dia)** – Para realização do tempo de reação simples, você permanecerá sentado, confortavelmente, em uma cadeira e o aparelho estará posicionado na sua frente. No teste, o equipamento irá fornecer um estímulo (visual, sonoro ou tátil) para que você, segurando um dos *joysticks* do equipamento com

a mão dominante, deverá pressionar o botão, localizado no topo do controle, o mais rápido possível. Serão apresentados 20 estímulos para cada via sensorial e o intervalo entre eles será de forma aleatória. Para o tempo de reação de escolha, você será instruído a segurar um *joystick* do equipamento em cada mão. Assim que o aparelho fornecer o estímulo (visual, sonoro ou tátil), você deverá apertar o botão do *joystick* referente ao lado (direito ou esquerdo), o mais rápido possível. Este bloco também terá intervalo e bloco de estímulos randomizados.

Aplicação da ETCC (1º, 2º e 3º dia) – Para a aplicação da estimulação serão posicionados três eletrodos de esponja com solução salina nas regiões alvo do couro cabeludo. Estes eletrodos estarão conectados ao estimulador Microestim GENIUS (NKL Produtos Eletrônicos LTDA – EPP, Santa Catarina/Brasil). A estimulação ocorrerá com uma frequência de baixa intensidade e será realizada por um período de 20 minutos. Vale ressaltar que este é um método de estimulação não-invasiva.

Sua permanência no LEPLO não deverá exceder 1 hora de duração em cada dia.

Desconfortos e riscos dos testes

Apesar das atividades possuírem um alto grau de segurança e efeitos colaterais mínimos, você poderá sentir um ligeiro desconforto durante a estimulação, tais como sensação de formigamento, queimação ou irritabilidade na região estimulada. Estes efeitos colaterais podem aparecer no início da estimulação, desaparecendo após alguns segundos. Durante as sessões de estimulação, será solicitado ao participante que informe qualquer sensação de desconforto de forma duradoura para que medidas sejam tomadas.

Acompanhamento e assistência

Para minimizar os riscos, todos os procedimentos serão conduzidos por avaliadores treinados e capacitados nos protocolos utilizados. Em todo o momento da pesquisa os avaliados serão monitorados e acompanhados pela equipe de pesquisadores. Durante o protocolo haverá sempre um membro da equipe ao lado do participante para auxiliar em qualquer evento inesperado. Medidas serão realizadas instantaneamente para minimizar qualquer desconforto, como por exemplo, a remoção dos equipamentos. Todo o suporte necessário a qualquer intercorrência que possa acontecer a você durante a pesquisa, como assistência de primeiros socorros e assistência médica hospitalar, será fornecida. Você poderá obter quaisquer esclarecimentos antes, durante ou após a realização da pesquisa. Ainda, você poderá não participar da pesquisa ou retirar seu consentimento a qualquer

momento, sem justificarsua decisão. Isso não acarretará prejuízos pessoais ou financeiros.

Benefícios

A participação no estudo não garante benefício imediato para sua saúde, porém os resultados deste estudo poderão contribuir no meio científico, melhorando o entendimento do efeito da prática esportiva no tempo de reação, de acordo com o estímulo sensorial, e também compreender o efeito de uma técnica de estimulação não-invasiva no tempo de reação de atletas de diferentes modalidades esportivas. Ainda, estes resultados podem subsidiar o desenvolvimento de novos métodos de treinamento que contribuam para o desempenho dos atletas.

Sigilo e privacidade

Seu nome não aparecerá em qualquer momento do estudo, pois você será identificado com um número, garantindo o sigilo de sua identidade. Todos os resultados dos estudos serão usados, única e exclusivamente, para fins de ensino e pesquisa e todas as informações pessoais serão mantidas em sigilo.

Ressarcimento e Indenização

A coleta de dados será realizada durante sua rotina, sendo a mesma não alterada e, dessa maneira, não deverá gerar custos. Porém, caso você tenha gastos para participar da pesquisa fora da sua rotina, você será ressarcido integralmente de suas despesas. Caso você solicite transporte em horário fora da sua rotina, esse será garantido e realizado por veículo particular do pesquisador. O tempo de permanência na coleta será em torno de 1 hora, não sendo necessário e nem recomendado o oferecimento de alimentação durante as avaliações, devido ao esforço proposto, podendo causar desconforto ao participante. Com relação as indenizações, ao assinar esse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, você não perderá nenhum direito legal, de acordo com as leis e regulamentações brasileiras, incluindo o direito de obter indenização por danos decorrentes da pesquisa por parte das instituições envolvidas. O seu direito é assegurado pelo código civil brasileiro caso venha sofrer qualquer dano, previsto ou não, nesse Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você poderá entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” das 08:00hs às 11:00hs na Avenida 24 A, 1515, Bela Vista

- Rio Claro/SP - CEP 13506-900; telefone (19) 3526-9678. O papel do CEP é avaliar e acompanhar os aspectos éticos de todas as pesquisas envolvendo seres humanos.

Consentimento livre e esclarecido

Se você se sentir esclarecido sobre a pesquisa, seus objetivos, eventuais riscos e benefícios, convido-o(a) a assinar este Termo, elaborado em duas vias, sendo que uma ficará com você e a outra com o pesquisador responsável.

_____ de _____ de _____.

Assinatura do participante

Assinatura do pesquisador

Dados sobre a Pesquisa:

Título do projeto: Tempo de reação de atletas: efeito de diferentes estímulos sensoriais, modalidades esportivas e da estimulação transcraniana por corrente contínua

Pesquisador responsável: Prof. Dr. José Angelo Barela

Cargo/Função: Pesquisador responsável

Instituição: Departamento de Educação Física, Instituto de Biociências – UNESP Rio Claro

Endereço: Av. 24-A, 1515, Bela Vista, Rio Claro/SP, CEP 13.506-900

Dados para Contato: (19) 3526-4340 **e-mail:** jose.barela@unesp.br

Membro participante da equipe: Prof. Dr. Diego Orcioli-Silva

Instituição: Departamento de Educação Física, Instituto de Biociências – UNESP Rio Claro

Endereço: Av. 24-A, 1515, Bela Vista, Rio Claro/SP, CEP 13.506-900

Dados para Contato: (19) 9 8819-9163 **e-mail:** diego_orcioli@hotmail.com

Membro participante da equipe: Bruno Furlanetto

Instituição: Departamento de Educação Física, Instituto de Biociências – UNESP Rio Claro

Endereço: Av. 24-A, 1515, Bela Vista, Rio Claro/SP, CEP 13.506-900

Dados para Contato: (14) 9 9734-8793 **e-mail:** bruno.furlanetto@unesp.br

Membro participante da equipe: Giulia Torres Rodrigues

Instituição: Departamento de Educação Física, Instituto de Biociências – UNESP Rio Claro

Endereço: Av. 24-A, 1515, Bela Vista, Rio Claro/SP, CEP 13.506-900

Dados para Contato: fone (13) 9 9758-8982

e-mail: giulia.torres@unesp.br

Dados do participante da Pesquisa:

Nome: _____

Documento de Identidade: _____ **Sexo:** F () M ()

Data de Nascimento: ____ / ____ / ____

Endereço: _____

Telefone para contato: _____

CEP-IB/UNESP-CRC

Av. 24A, nº 1515 – Bela Vista – 13506-900 – Rio

Claro/SP Telefone: (19) 3526-9678

Número do parecer: 6.752.376

ANEXO 1- PARECER COMITÊ DE ÉTICA



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
INSTITUTO DE BIOCIÊNCIAS - RIO
CLARO



Rio Claro, 11 de abril de 2024.

Seção Técnica de Graduação

Instituto de Biociências

UNESP – Câmpus de Rio Claro

Informo que os procedimentos referentes ao projeto de Trabalho de Conclusão de Curso da aluna Giulia Torres Rodrigues, RA: 211161721, "Efeitos de diferentes estímulos sensoriais no tempo de reação de praticantes de Taekwondo e indivíduos fisicamente inativos", sob minha orientação, utilizará dados do projeto de pesquisa intitulado “Tempo de reação de atletas: efeito de diferentes estímulos sensoriais, modalidades esportivas e da estimulação transcraniana por corrente contínua”, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, do Instituto de Biociências, da Universidade Estadual Paulista (UNESP) Câmpus de Rio Claro, parecer 6.752.376 de 09 de abril de 2024, sob responsabilidade do Prof. Dr. José Angelo Barela (CAAE: 78166624.5.0000.5465; em anexo).

Sem mais para o momento, me coloco a disposição para outros esclarecimentos.

Atenciosamente,

Documento assinado digitalmente
 **DIEGO ORCIOLI DA SILVA**
Data: 11/04/2024 23:12:18-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Diego Orcioli da Silva
Pesquisador no Departamento de Educação Física
Universidade Estadual Paulista – Câmpus de Rio Claro

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Tempo de reação de atletas: efeito de diferentes estímulos sensoriais, modalidades esportivas e da estimulação transcraniana por corrente contínua

Pesquisador: José Angelo Barela **Área**

Temática:

Versão: 1

CAAE: 78166624.5.0000.5465

Instituição Proponente: Instituto de Biociências de Rio Claro/ Universidade Estadual Paulista -

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.752.376

Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto de pesquisa do Prof Dr. José Angelo Barela, que envolve uma equipe composta por um pesquisador de pós-doutorado e dois alunos do curso de graduação em Educação Física, intitulada: "Tempo de reação de atletas: efeito de diferentes estímulos sensoriais, modalidades esportivas e da estimulação transcraniana por corrente contínua".

Resumo da pesquisa:

"O Tempo de Reação (TR) indica a eficiência do processamento neural em atividades esportivas, representando o intervalo entre o estímulo e a resposta motora voluntária de um indivíduo. O TR poder ser classificado em simples (TRS) e de escolha (TRE). A via sensorial utilizada para capturar os estímulos é crucial e varia entre as modalidades esportivas. Na saída no Atletismo (provas de velocidade) e na Natação, a via sensorial principal é a auditiva, devido aos estímulos característicos de disparos de partida. No Judô e Jiu-Jitsu, a via somatossensorial é predominante, devido ao contato físico constante. Esportes de quadra e lutas de percussão dependem prioritariamente da via visual. Estudos indicam que o TR pode variar conforme a via sensorial e a especificidade da modalidade. Além disso, a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC), aplicada no córtex motor primário (M1) ou no córtex pré-frontal (PFC), tem se mostrado promissora na redução do TR, sugerindo que a ETCC pode facilitar o desempenho atlético. Porém, os resultados na literatura ainda são controversos e, também, os estudos existentes apresentam um foco maior para testes de TR visuais e sonoros, contendo uma lacuna para a via somatossensorial. Sendo assim, os objetivos do presente estudo são (i) comparar o TR, considerando diferentes vias sensoriais (visual, auditiva e tátil) entre atletas de diversas modalidades esportivas e nãoatletas; e (ii) analisar o efeito imediato de 20 minutos de ETCC, aplicada no M1 e PFC, no TR de atletas. Cento e vinte atletas de diferentes modalidades esportivas (atletismo (provas de velocidade), natação, esportes de raquete, esportes de quadra, judô/jiu-jitsu e lutas de percussão) e 20 indivíduos não-atletas serão recrutados e realizarão os testes de TR. O TR será mensurado por meio de um equipamento que possui estímulos auditivos, visuais e somatossensoriais (vibração). O TRS e TRE consistirão em 20 estímulos para cada via sensorial, sendo que no TRE os estímulos serão randomizados entre direito e esquerdo. Os testes serão apresentados em blocos randomizados, de acordo com as vias sensoriais. As médias e os desvios-padrão das tentativas para cada um dos testes de cada participante serão calculados. Para realizar o objetivo #2, os atletas serão convidados a comparecer 3 dias no laboratório (intervalo de no mínimo uma semana), sendo que em um dos dias o atleta receberá a estimulação ativa no PFC, em outro dia, estimulação ativa no M1 e, no outro, estimulação placebo (estimulação sham). A ordem da estimulação será randomizada. Na estimulação ativa, os participantes, sentados confortavelmente em uma cadeira, receberão a estimulação na área-alvo com intensidade de 2mA, durante 20 minutos. Na estimulação sham, a estimulação será aplicada por 30 segundos e permanecerá desligada no tempo restante. O TR será avaliado antes e depois da sessão de ETCC. A análise estatística será realizada no software SPSS e as análises serão executadas conforme o desenho experimental de cada objetivo."

Objetivo da Pesquisa:

Segundo consta nas IBP:

"Objetivo Primário:

O presente estudo tem como objetivo comparar o TRS e o TRE, utilizando diferentes vias sensoriais (visual, auditiva e tátil), entre atletas de diversas modalidades esportivas e indivíduos não-atletas.

Objetivo Secundário: Este estudo também tem como objetivo analisar o efeito imediato de 20 minutos de ETCC anódica, aplicada no M1 e no PFC, no tempo de reação em atletas de diferentes modalidades esportivas".

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Segundo consta nas IBP:

"Riscos:

Apesar das atividades possuírem um alto grau de segurança e efeitos colaterais mínimos, o participante poderá sentir um ligeiro desconforto durante a estimulação, tais como sensação de formigamento, queimação ou irritabilidade na região estimulada. Estes efeitos colaterais podem aparecer no início da estimulação, desaparecendo após alguns segundos. Durante as sessões de estimulação, será solicitado ao participante que informe qualquer sensação de desconforto de forma duradoura para que medidas sejam tomadas.

Benefícios:

A participação no estudo não garante benefício imediato para sua saúde, porém os resultados deste estudo poderão contribuir no meio científico, melhorando o entendimento do efeito da prática esportiva no tempo de reação, de acordo com o estímulo sensorial, e também compreender o efeito de uma técnica de estimulação não-invasiva no tempo de reação de atletas de diferentes modalidades esportivas. Ainda, estes resultados podem subsidiar o desenvolvimento de novos métodos de treinamento que contribuam para o desempenho dos atletas".

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Sobre o método da pesquisa:

- Participantes: 120 atletas de modalidades esportivas diversas e 20 indivíduos não-atletas, com idades entre 18 e 30 anos
- Teste a ser realizado: "O tempo de reação (TR) será mensurado por meio de um equipamento que possui estímulos auditivos, visuais e somatossensoriais (vibração). O TRS e TRE consistirão em 20 estímulos para cada via sensorial, sendo que no TRE os estímulos serão randomizados entre direito e esquerdo. Os testes serão apresentados em blocos randomizados, de acordo com as vias sensoriais (...). Os atletas serão convidados a comparecer 3 dias no laboratório (intervalo de no mínimo uma semana), sendo que em um dos dias o atleta receberá a estimulação ativa no PFC, em outro dia, estimulação ativa no M1 e, no outro, estimulação placebo (estimulação sham). A ordem da estimulação será randomizada. Na estimulação ativa, os participantes, sentados confortavelmente em uma cadeira, receberão a estimulação na área-alvo com intensidade de 2mA, durante 20 minutos. Na estimulação sham, a estimulação será aplicada por 30 segundos e permanecerá desligada no tempo restante. O TR será avaliado antes e depois da sessão de ETCC.

- Data da coleta: 01/08/2024 a 31/05/2026.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Sobre o TCLE:

- a) Foi elaborado em linguagem clara e na forma de convite.
- b) Foi iniciado na forma de convite, apresentando o pesquisador, seu documento de Identidade e sua instituição, assim como os três membros participantes da pesquisa.
- c) Apresenta o objetivo, justificativa e Metodologia/Procedimentos que serão utilizados na pesquisa.
- d) Apresenta os riscos possíveis e procedimentos para minimização dos riscos.
- e) Apresenta os benefícios da pesquisa.
- f) Garante esclarecimentos, antes e durante o curso da Pesquisa.
- g) Ao final do TCLE constam as informações completas sobre o pesquisador responsável e assistentes da pesquisa (RG, filiação institucional e o telefone de contato).
- h) Informa os dados do CEP no final do documento.
- i) Informa ao participante sobre a garantia de privacidade, sua liberdade de desistência de participação a qualquer momento, sem qualquer prejuízo, bem como de que ele (ela) pode solicitar maiores esclarecimentos em qualquer instante por meio dos contatos fornecidos no final do termo.
- j) Informa aos participantes da pesquisa que não terão nenhuma despesa, bem como, não serão remunerados para participar da mesma.
- k) Os TCLE é finalizado de forma correta, contém os campos de assinatura e informações sobre a pesquisa e participantes para serem preenchidos.

Recomendações:

Não há

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

"O CEP referenda o parecer preliminar emitido pelo parecerista:
Sugiro aprovação pelo CEP".

Considerações Finais a critério do CEP:

O projeto encontra-se APROVADO para execução. Pedimos atenção aos seguintes itens:

- 1) De acordo com as Resoluções CNS nº 466/12 e 510/16, o pesquisador deverá apresentar relatório final ao término da pesquisa.

- 2) Os protocolos de pesquisa aprovados que têm 18 meses de duração ou mais, deverão entregar obrigatoriamente RELATÓRIO PARCIAL no meio do percurso da pesquisa, além do relatório final já habitualmente solicitado.
- 3) Eventuais emendas (modificações) ao protocolo devem ser apresentadas, com justificativa, ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada.
- 4) Sobre o TCLE: caso o termo tenha DUAS páginas ou mais, lembramos que no momento da sua assinatura, tanto o participante da pesquisa (ou seu representante legal) quanto o pesquisador responsável deverão RUBRICAR todas as folhas , colocando as assinaturas na última página.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2295950.pdf	07/03/2024 21:01:51		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_final.docx	07/03/2024 18:07:19	Diego Orcioli Silva	Aceito

Página 05 de

Folha de Rosto	folhaDeRosto_assinada_diretor.pdf	07/03/2024 16:57:33	Diego Orcioli Silva	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Pesquisa_CEP_final.docx	05/03/2024 17:41:25	Diego Orcioli Silva	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RIO CLARO, 09 de Abril de 2024

**Assinado por:
Eduardo Kokubun
(Coordenador)**