

**A ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR
CORRENTE CONTÍNUA AGUDA IMPACTA O
DESEMPENHO DE JOGADORES DE FUTEBOL? UM
ESTUDO OBSERVACIONAL CONTROLADO DUPLO
CEGO**

JADER VINICIUS DA SILVA ROCHA

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS FISIOLÓGICAS

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FISIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**

**VITÓRIA
2022**

JADER VINICIUS DA SILVA ROCHA

**A ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR
CORRENTE CONTÍNUA AGUDA IMPACTA O
DESEMPENHO DE JOGADORES DE FUTEBOL? UM
ESTUDO OBSERVACIONAL CONTROLADO DUPLO
CEGO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, como requisito para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Fisiológicas.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Zanela da Silva Arêas

**VITÓRIA
2022**

JADER VINICIUS DA SILVA ROCHA

**A ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR
CORRENTE CONTÍNUA AGUDA IMPACTA O
DESEMPENHO DE JOGADORES DE FUTEBOL? UM
ESTUDO OBSERVACIONAL CONTROLADO DUPLO
CEGO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, como requisito para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Fisiológicas.

Aprovada em _____ de _____ de _____

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof Dr Fernando Zanela da Silva Áreas (Orientador- UFES)

Prof Dr Valério Garrone Barauna (Membro Examinador Interno- UFES)

Prof Dr Luciano Ramos (Membro Examinador Externo-FAVI)

“O temor do Senhor é o princípio de toda sabedoria. ” Provérbios 9:10

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao dono de toda ciência, sabedoria e poder, Deus. Que se faz e se faz presente em cada passo e cada decisão tomada ao longo da minha vida.

A minha mãe e meus irmãos em especial por sempre me apoiar e me guiar pelos caminhos certos, pelo seu zelo incansável e pelo seu amor incondicional, sempre presente. Ao meu amado pai (In Memoriam) meu exemplo, – por seus valores morais inestimáveis, que em sua capacidade de amor maior e altruísmo proveu a mim e a meus irmãos tudo aquilo que, infelizmente, a vida não lhe contemplou e que ele tanto valorizava: Educação. À minha noiva e sua família, pelo amor, paciência, cooperação e companheirismo ao longo desses 2 anos e meio.

Ao Prof. Dr. Fernando Zanela por me ensinar e orientar. Agradeço por tudo que aprendi não só como aluno de Pós-graduação, mas o que aprendi como humano. Obrigado pela amizade, confiança e apoio.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Almeida por embarcar comigo nessa pesquisa e me ajudar em todo o processo, desde a elaboração do projeto até a temida estatística. Muito obrigado meu amigo por me inspirar a fazer pesquisa científica no Brasil.

Aos Professores Dr. Valério Garrone, Dr. Luciano Ramos, Dr. Livia Melo e Dr. Richard Leite, por aceitarem o convite para avaliação deste trabalho e por ajudarem com as sugestões, correções e melhorias deste trabalho.

Ao Vitória Futebol Clube e ao Porto Vitória Esporte Clube e seus atletas por terem aceito a realização deste trabalho. A Nível A academia e ao Fernando Curbani (Proprietário) por terem cedido o espaço para a realização das coletas.

Aos amigos do Grupo de estudo e pesquisa em Neuroreabilitação e Neuromodulação (GEPENN) em especial a Bárbara por ter se dedicado junto a mim nas coletas e em todo o processo. Aos amigos do Grupo de Fisiologia do exercício (CEFD-LAFEX) por terem me ajudado durante esse processo.

A CAPES pela bolsa de estudo concedida.

A esta Universidade e ao Programa de Pós-graduação em Ciências Fisiológicas, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram a janela que hoje vislumbro um horizonte maior.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVO GERAL.....	18
3 HIPÓTESES.....	18
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
5 RESULTADOS.....	30
6 DISCUSSÃO.....	47
7 LIMITAÇÕES.....	48
8 CONCLUSÃO.....	49
REFERÊNCIAS	
APÊNDICE	
ANEXO I	
ANEXO II	
ANEXO III	
ANEXO IV	
ANEXO V	
ANEXO VI	

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Variáveis Fisiológicas

Tabela 2- Variáveis Subjetivas

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Estimulação transcraniana por corrente contínua

Figura 2- Procedimentos da avaliação

Figura 3- Procedimentos da sessão experimental

Figura 4- Fluxograma do estudo

Figura 5- Montagem da ETCC

Figura 6- Plataforma de contato salto vertical

Gráfico 1- Salto contra movimento basal

Gráfico 2- Dia 1 grupo intervenção

Gráfico 3- Dia 1 grupo intervenção

Gráfico 4- Dia 2 grupo intervenção

Gráfico 5- Dia 2 grupo intervenção

Gráfico 6- Dia 3 grupo intervenção

Gráfico 7- Dia 3 grupo intervenção

Gráfico 8- Dia 1 grupo sham

Gráfico 9- Dia 1 grupo sham

Gráfico 10- Dia 2 grupo sham

Gráfico 11- Dia 2 grupo sham

Gráfico 12- Dia 3 grupo sham

Gráfico 13- Dia 3 grupo sham

Gráfico 14- Resultados tempo de contato (TC)

Gráfico 15- Resultados tempo de voo (TV)

Gráfico 16- Resultados da altura (ALT)

Gráfico 17- Resultados da potência (POT)

Gráfico 18- Resultados do índice de eficiência (IF)

Gráfico 19- Resultados do trabalho total (TT)

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ALT- Altura

ANOVA- Análise de Variância

EPR- Percepção Subjetiva de Recuperação

ETCC- Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua

EVA- Escala Visual Analógica

FC- Frequência Cardíaca

IF- Índice de Eficiência

IMC- Índice de Massa Corporal

M1- Córtex Motor Primário

mA – Miliampères

PAD- Pressão Arterial Diastólica

PAS- Pressão Arterial Sistólica

POT- Potência

PSE- Percepção Subjetiva de Esforço

TC- Tempo de Contato

TCLE- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TT- Trabalho Total

TV- Tempo de Voo

RESUMO

A busca pelo aumento da performance e desempenho físico estão atrelados ao uso de recursos ergogênicos. O salto vertical é uma das medidas comumente utilizado para avaliar o desempenho de membros inferiores em atletas. A Estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) é uma técnica não invasiva, segura, economicamente viável que pode modular a excitabilidade cortical, que pode influenciar no aumento da performance de atletas em geral. O objetivo desse estudo foi investigar se o uso de ETCC sobre o córtex motor (M1) resulta em melhoria no desempenho de jogadores de futebol. Trata-se de um estudo de corte transversal onde 27 jogadores foram randomizados em três grupos: Grupo ETCC ativa (n=9); Grupo sham (n=9) e Grupo controle (n=9). A estimulação foi aplicada com intensidade de 2 mA por 15 minutos utilizando uma montagem bi-hemisférica cefálica. Os atletas executaram o salto vertical antes e após a ETCC. A frequência cardíaca (FC) dos indivíduos foi monitorada antes e após o salto vertical. Após o salto a percepção subjetiva de esforço (PSE) foi registrada. A escala visual de dor (EVA) e a escala subjetiva de recuperação (EPR) foram monitoradas antes e após a ETCC. Não foram encontradas diferenças em nenhuma das variáveis analisadas de desempenho ($p > 0,05$) nem nas respostas da FC ($p > 0,05$), da PSE ($p > 0,05$), EVA ($p > 0,05$) e EPR ($p > 0,05$) entre os grupos.

A ETCC no M1 não alterou o desempenho do salto vertical e não houve melhoria nas escalas subjetivas. Adicionalmente, novos estudos devem ser desenvolvidos com intensidades de estímulos em diferentes áreas corticais e diferentes modalidades esportivas.

Palavras Chave: Neuromodulação, Neurofisiologia, Estimulação elétrica; Performance; Jogadores de futebol.

ABSTRACT

The search for increased performance and physical performance are linked to the use of ergogenic resources. The vertical jump is one of the measures commonly used to evaluate the performance of lower limbs in athletes. Transcranial direct current stimulation (tDCS) is a non-invasive, safe, economically viable technique that can modulate cortical excitability, which can influence the increase in the performance of athletes in general. The aim of this study was to investigate whether the use of tDCS on the motor cortex (M1) results in an improvement in the performance of soccer players. This is a cross-sectional study where 27 players were randomized into three groups: Active tDCS group (n=9); Sham group (n=9) and control group (n=9). Stimulation was applied at an intensity of 2 mA for 15 minutes using a bi-hemispheric cephalic mount. Athletes performed the vertical jump before and after tDCS. The subjects' heart rate (HR) was monitored before and after the vertical jump. After the jump, the subjective perception of effort (RPE) was recorded. Visual pain scale (VAS) and subjective recovery scale (RPE) were monitored before and after tDCS. No differences were found in any of the performance variables analyzed ($p > 0.05$) nor in the responses of HR ($p > 0.05$), PSE ($p > 0.05$), VAS ($p > 0.05$) and EPR ($p > 0.05$) between groups.

The tDCS in M1 did not change the performance of the vertical jump and there was no improvement in the subjective scales. Additionally, new studies should be developed with stimulus intensities in different cortical areas and different sports modalities.

Keywords: Neuromodulation, Neurophysiology, Electrical stimulation; Performance; Futebol Players.

1. INTRODUÇÃO

O jogo de futebol é um esporte estocástico, com ações intermitentes e de natureza não-linear (GARGANTA, 1997) é predominantemente aeróbio (BANGSBO, 1994) que no seu decorrer apresenta alternâncias de alta e baixa intensidades (DEL COSO et al., 2012) com atividades anaeróbias (BANGSBO, 1994; DRUST, 2005). Essas capacidades atreladas à tática, contemplam os movimentos típicos dos jogadores visando obter o gol. Neste sentido, são realizadas múltiplas séries de caminhadas, jogging, corrida de moderada e alta intensidades e saltos, envolvendo força, potência, flexibilidade, agilidade, equilíbrio, coordenação motora e mudanças de direção (BANGSBO, 1994). No ambiente da performance esportiva, ações explosivas como salto e *sprints*, contribuem fundamentalmente, por exemplo, para a performance no futebol (ABADE et al., 2017). Face aos altos níveis de fadiga atingidos durante os jogos oficiais (GABBETT et al., 2014), alguns testes podem ser utilizados, de forma indireta, para avaliar a potência anaeróbia (VILLA; GARCIA-LOPEZ, 2003). O Salto Vertical surgiu recentemente como uma ferramenta de controle do treinamento (CLAUDINO et al., 2012). Em termos coordenativos o Salto Abalakov parece ser mais adequado para a estimar a força explosiva em jogadores de futebol em diferentes idades e categorias (RODRIGUEZ-ROSELL et al., 2016). O salto com contra movimento e o salto Abalakov são os mais recomendados para modalidades como futebol e basquetebol (RODRIGUEZ-ROSELL et al., 2016). O salto vertical é um excelente parâmetro de potência muscular. Para o seu bom desempenho é necessário ter as estruturas musculares, tendinosas e articulares preservadas (UGRINOWITSCH; BARBANTI, 1998).

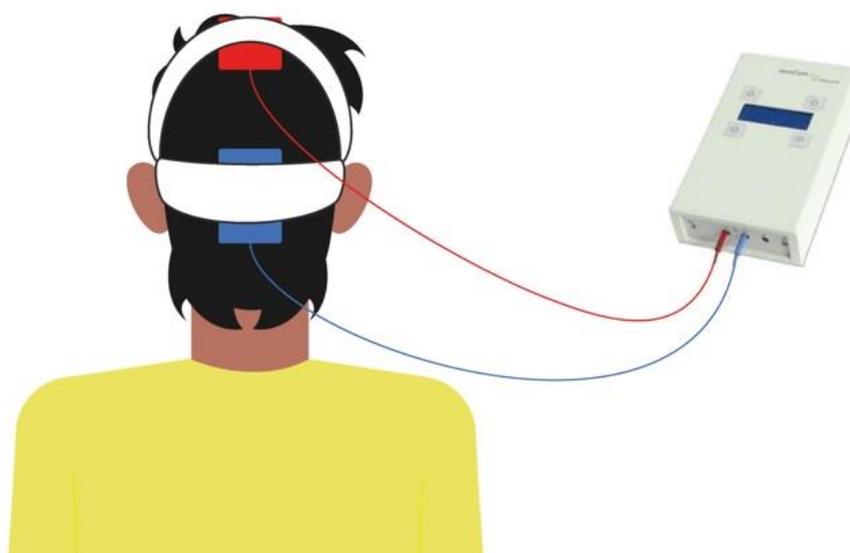
Visando recuperar o desportista o mais cedo e potencializar a melhora da performance para a prática da modalidade, existem diversas estratégias, dentre elas as denominadas estratégias ergogênicas. No ambiente esportivo cada vez mais competitivo os atletas estão em busca de melhorias da performance através de estratégias que podem beneficiar no esporte, a neuroestimulação tem sido utilizada para melhoria da performance em algumas modalidades e em atletas em geral (BANISSY; MUGGLETON, 2013). Na área de desempenho esportivo e exercício físico, tanto atletas quanto não-atletas recreativos buscam continuamente vantagens competitivas para melhorar sua saúde e otimizar o desempenho físico e performance. Para atingir

esse objetivo, muitas pessoas recorrem a vários exercícios e estratégias ergogênicas para aumentar o desempenho (Kersick et al., 2018; Williams et al., 1999). No cenário esportivo e competitivo atletas estão próximos dos limites de performance e do desempenho humano (BERTHELOT *et al.*, 2015). No entanto, avanços das ciências do esporte e de tecnologia proporcionam aos atletas ampla variedade de métodos que tem como limite ultrapassar tais limites buscando a excelência no esporte. Neste sentido, a utilização de recursos ergogênicos tem se tornado cada vez mais popular a atletas (WEGMANN *et al.*, 2011).

Uma dessas estratégias ergogênicas pode ser aplicada através da estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC). Que consiste numa técnica não invasiva de estimulação elétrica cerebral que entrega uma constante e fraca corrente para o cérebro por dois eletrodos localizados no crânio (figura 1) (ANGIUS; HOPKER; MAUGER, 2017; BANISSY; MUGGLETON, 2013; BESSON et al., 2018; MUTHALIB et al., 2013). Várias áreas se interessam pelo tema como a neurociência cognitiva em relação às desordens neurológicas e psiquiátricas, assim como no esporte (ANGIUS; HOPKER; MAUGER, 2017; BANISSY; MUGGLETON, 2013). Esta intervenção é baseada na estimulação direta em locais específicos. Isto gera um efeito neuromodulatório de acordo com a polaridade, mudando o estado de potencial de repouso da membrana de neurônios alvos (BANISSY; MUGGLETON, 2013). Essa técnica pode ser usada no lugar ou em conjunto com outras intervenções, incluindo agentes farmacológicos, treinamento cognitivo e comportamental. Idealmente, o uso dessas novas técnicas que aumentariam a potência das ações e a força dos efeitos permite mudanças à esquerda nas curvas dose-resposta e reduz os efeitos colaterais onerosos e deletérios das abordagens de tratamento mais tradicionais (GIORDANO et al., 2017). Em termos materiais, existem dois eletrodos que são colocados em contato com o crânio (BESSON et al., 2018; MUTHALIB et al., 2013). Um com a polaridade excitatória que é o anódico e, outro inibitório chamado de catódico (ANGIUS et al., 2018; ANGIUS; HOPKER; MAUGER, 2017; BANISSY; MUGGLETON, 2013). O efeito anódico (excitatório) reduz a excitação dos interneurônios inibitórios (GANDEVIA, 2001; TAYLOR; GANDEVIA, 2001) e gera um efeito consistente na redução da fadiga que pode melhorar sua performance no esporte (BANISSY; MUGGLETON, 2013). A proposta da estimulação anódica para esporte visa: I) aumentar a excitabilidade e melhorar o “drive neural” para o músculo; II) aumentar a solicitação de unidade motora (MEP)

e com isso aumentar a força, resistência muscular; III) diminuir a percepção subjetiva do esforço; IV) aumentar a performance em tarefas cognitivas como em testes de velocidade de reação, a excitação neural, a aprendizagem, a percepção, aspectos motores e etc. (BANISSY; MUGGLETON, 2013; GIORDANO et al., 2017).

Figura 1. Estimulação transcraniana por corrente contínua



Portanto, ao combinar as diferentes perspectivas no esporte como a melhoria de desempenho com estratégias ergogênicas, tem sido visto, na literatura, que o estímulo do córtex motor tem melhorado a performance em algumas modalidades esportivas (ANGIUS et al., 2018; ANGIUS; HOPKER; MAUGER, 2017; MUTHALIB et al., 2013). Embora precise de mais esclarecimentos (BANISSY; MUGGLETON, 2013). Estímulos nessa área funcional pode desencadear de uma rede funcional (LIU et al., 2003) tornando possível ser vinculado, causalmente, o efeito ergogênico do tratamento com a melhoria no desempenho motor dos desportivas (ANGIUS; HOPKER; MAUGER, 2017) a incluir praticantes de várias modalidades, como por exemplo o futebol.

O uso da ETCC tem sido utilizado no contexto esportivo com a promessa de aumentar o desempenho. Alguns pesquisadores (MAEDA et al., 2017; VARGAS et al., 2018; VITOR-COSTA et al., 2015) têm investigado os efeitos da aplicação de ETCC sobre o córtex motor primário (M1) devido ao seu possível papel na execução motora e no desenvolvimento da fadiga

supra espinhal. O M1 é um sistema dinâmico e complexo, e o seu *output* codifica parâmetros intrínsecos aos músculos, como a força e a atividade eletromiográfica (OMRANI et al., 2017). A fadiga supra espinhal é um processo acompanhado por mudanças na excitabilidade do córtex motor e, juntamente com mecanismos periféricos, participa na fadiga muscular (ANGIUS, 2017; GANDEVIA, 2001). Por essa razão, intervenções capazes de aumentar a excitabilidade do M1 podem aumentar o seu *output*, conseqüentemente atrasando o desenvolvimento da fadiga supra espinhal e aumentando o desempenho físico/esportivo. Ainda, em esforços máximos de curta duração, outros estudos têm demonstrado que a ativação voluntária é na verdade, submáxima, o que sugere que mesmo que os músculos possuam capacidade potencial, o sistema nervoso central falha em gerar a máxima força evocável (GANDEVIA, 2001; GANDEVIA et al., 1996). Além disso, na tentativa de entender as alterações fisiológicas associadas aos efeitos ergogênicos da estimulação do M1, além de medidas da excitabilidade corticoespinhal, pesquisadores têm utilizado medidas de frequência cardíaca (FC) (ex.: ANGIUS et al., 2018; VITOR-COSTA et al., 2015) e da percepção subjetiva de esforço (PSE) (ex.: ANGIUS et al., 2015; WILLIAMS; HOFFMAN; CLARK, 2013). Dentre essas medidas, a PSE tem se destacado por sua possível relação com o processo de desenvolvimento da fadiga muscular (ANGIUS; HOPKER; MAUGER, 2017). Durante contrações submáximas repetidas ou sustentadas, ocorre um aumento no drive central para compensar o desenvolvimento de fadiga muscular (TAYLOR; GANDEVIA, 2008). Juntamente com o aumento do drive central, há um aumento da percepção de esforço e, por isso, acredita-se que a PSE reflita o *output* necessário para executar a ação (GANDEVIA, 2001; JONES, 1995). Dentre os estudos que investigaram os efeitos da ETCC do M1 no desempenho/físico esportivo, Angius et al. (2018), por exemplo, encontraram aumento do tempo até a exaustão em uma tarefa de ciclismo após 10 minutos de estimulação. Os autores concluíram que o maior tempo até a exaustão seja explicado pela menor PSE relatada pelos indivíduos durante o teste. Em outro estudo, Lattari et al. (2017), encontraram melhora do desempenho no salto com contra movimento após 20 minutos de estimulação no M1. Em suma, esses estudos fornecem indicativos de que a ETCC pode ser capaz de melhorar diferentes aspectos do desempenho físico/esportivo, como o desempenho aeróbio e a potência muscular e, portanto, pode ser benéfica para o desempenho em diferentes modalidades esportivas, entre elas o futebol. Apesar de muitos estudos avaliarem a estimulação transcraniana no M1 (Lattari et al.,

2017; ANGIUS et al., 2018; VITOR-COSTA et al., 2015), até o momento não encontramos na literatura a análise dos efeitos da estimulação transcraniana na montagem anódica no M1 e catódica em ílion.

Portanto, o objetivo da dissertação tem como estrutura: A realização de um experimento no qual foi verificado o efeito da estimulação transcraniana na área CZ do M1 e ílion no desempenho de jogadores de futebol em um teste específico de salto vertical verificando também escalas subjetivas.

2. OBJETIVOS GERAL

2.1. Objetivo Primário

- 1- Verificar se ETCC anódica na área CZ do M1 influencia o desempenho de jogadores de futebol no salto vertical;

2.2. Objetivos Secundários

- 2- Verificar se ETCC anódica área CZ do M1 influencia nas escalas subjetivas de jogadores de futebol durante a execução do salto vertical;
- 3- Verificar se ETCC anódica área CZ do M1 influencia nas variáveis fisiológicas de jogadores de futebol no salto vertical;

3. HIPÓTESES

Considerando o exposto na presente dissertação, especulamos a seguinte hipótese:

- A ETCC promoverá melhora no desempenho do salto vertical de jogadores de futebol;
- A ETCC promoverá melhora nas escalas subjetivas analisadas;

Essa hipótese justifica-se com uma base histórica e processual. Tendo em conta que os dados científicos ao longo dos tempos, fortalecem esses pressupostos.

A Estimulação Elétrica Transcraniana por corrente contínua (ETCC) tem seus primeiros relatos a partir de 1804. Nos estudos de eletrofisiologia a partir do ano 2000 surgiram os primeiros trabalhos que utilizavam a corrente com eletrodos superficiais, com objetivo de modulação da excitabilidade cortical.

A ETCC é uma técnica não invasiva, onde é produzida a estimulação do córtex, por meio de uma corrente elétrica de baixa intensidade, por eletrodos de superfície. Na aplicação, a corrente elétrica flui dos eletrodos e penetram o crânio atingindo o córtex. Embora ocorra dissipação da maior parte de corrente entre os tecidos acima do córtex, uma quantidade suficiente de corrente chega a estruturas corticais modificando o potencial de membrana das células ali localizadas (MIRANDA, 2012).

Os eletrodos da ETCC apresentam uma polaridade positiva e negativa, sendo que as correntes anódicas aumentam a excitabilidade cortical, enquanto as correntes catódicas levam a efeitos inibitórios (ANTAL,2017). Esses efeitos neuromodulatórios imediatos na excitabilidade

cortical podem ser explicados por uma mudança polaridade-dependente do potencial de repouso na membrana, o que ocasiona uma plasticidade de atividade espontânea da rede neural (BRUNONI,2012).

O uso da ETCC demonstra efeitos da excitabilidade cortical quando aplicada em curto prazo com efeitos curtos, quanto com aplicação de longo prazo, gerando efeitos duradouros relacionados a mecanismos plásticos (NITSCHKE, 2001).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Amostra

A amostra foi composta por 27 jogadores de futebol profissional da cidade de Vitória-ES, que fazem parte do time sub-20 do Vitória Futebol Clube e Porto Vitória, idade: $18 \pm 0,77$, massa corporal: $73,8 \pm 6,5$ kg, estatura: $178 \pm 8,44$ cm, gordura corporal: $8,7 \pm 2,5$ %, imc: $23,3 \pm 1,9$ kg/m². O cronograma de treinamento específico dos jogadores era composto de 5 a 6 sessões de treino por semana, com cada sessão de treino durando ~ 90 a 120 minutos e um ou dois jogos competitivo por semana. Os jogadores reportaram não possuir nenhuma doença neuropsiquiátrica e nenhuma lesão ortopédica nos membros inferiores.

O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa (CAAE: 40396120.6.0000.5106) e conduzido dentro das especificações da resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. Antes do início do procedimento das coletas, os jogadores foram esclarecidos sobre a relevância, objetivos, procedimentos e os possíveis riscos relacionados a participação do estudo, para então assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE I).

Para o estudo se fez o cálculo amostral com base no software G*POWER 3.1 (ERDFELDER; FAUL; BUCHNER, 1996; FAUL et al., 2007, 2009). Desta forma, o total da amostra foi de 27 participantes. Para um tamanho de efeito moderado 0.25, esfericidade $\epsilon = 1$ e poder estatístico de 0.9641103.

4.2. Caracterização da amostra

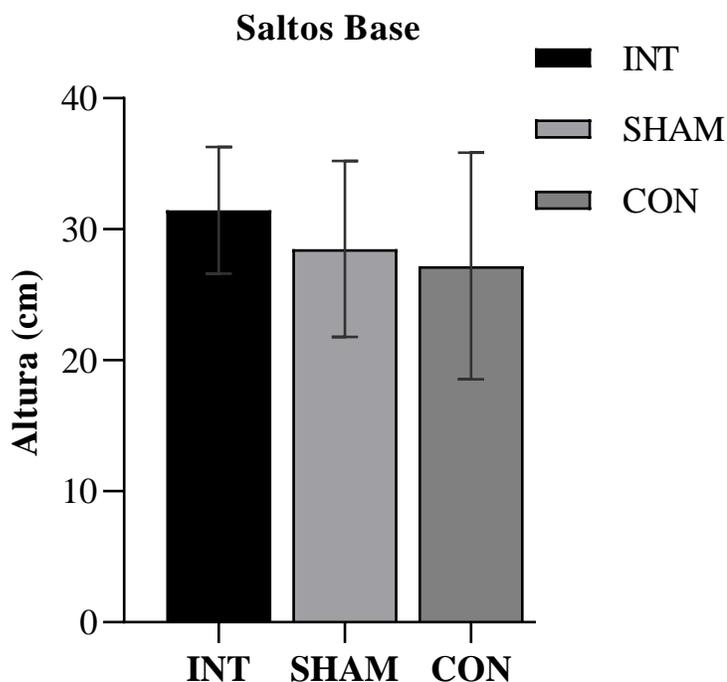
Para a caracterização da amostra, primeiramente os voluntários assinaram o Questionário de Prontidão para Atividade Física (Physical Activity Readiness Questionnaire, PAR-Q+) (ANEXO I) e responderam um questionário de consumo de cafeína (ANEXO II). Além disso, foram coletados valores da massa corporal, estatura, dobra cutânea e índice de massa corporal (IMC) obtida pela equação de massa corporal \div altura ². A massa corporal foi determinada usando uma balança digital (Welmy®) e a estatura com o uma fita de precisão da Cescorf. Os valores das dobras cutâneas foram obtidos com o uso do adipômetro Cescorf com precisão de 1mm. Para estabelecer o Índice de Massa Corporal (IMC) usamos a equação $MC \div AL^2$, os dados das dobras cutâneas foi seguindo o protocolo nacional Guedes (1994) calculando o somatório das

dobras Tricipital + Suprailíaca + Abdominal pela fórmula: $Densidade = 1,17136 - 0,06706 \log (\Sigma TR + SI + AB)$ e; corrigidas pela equação de Siri: $G\% = [(4,95/DENS)-4,50] \times 100$ e a Dobra Cutânea Medial da Coxa.

4.3. Avaliação

Foi realizado uma sessão com o salto contra movimento 72 horas antes das sessões experimentais que serviu como avaliação inicial (figura 2). Também foram avaliadas escalas subjetivas de recuperação (EPR), escala visual analógica (EVA) e a percepção subjetiva de esforço (PSE), variáveis fisiológicas tais como pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e frequência cardíaca (FC). Os valores obtidos na altura do salto contra movimento foram utilizados para a estratificação da amostra de forma randomizada.

Gráfico 1. Salto contra movimento Basal



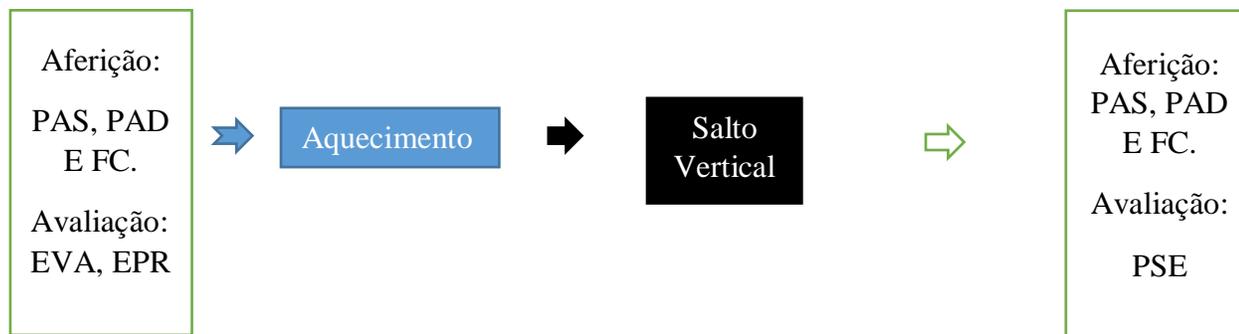
Legenda: INT, Intervenção; CON, controle.

Apesar do salto com contra movimento ser comumente utilizado por jogadores da modalidade em suas rotinas de treinamento, a apresentação de como seriam os testes foi adotada

para garantir que todos os atletas estivessem cientes para evitar efeitos de aprendizagem durante o estudo.

Os procedimentos da avaliação estão representados na figura 2.

Figura 2. Procedimentos da avaliação

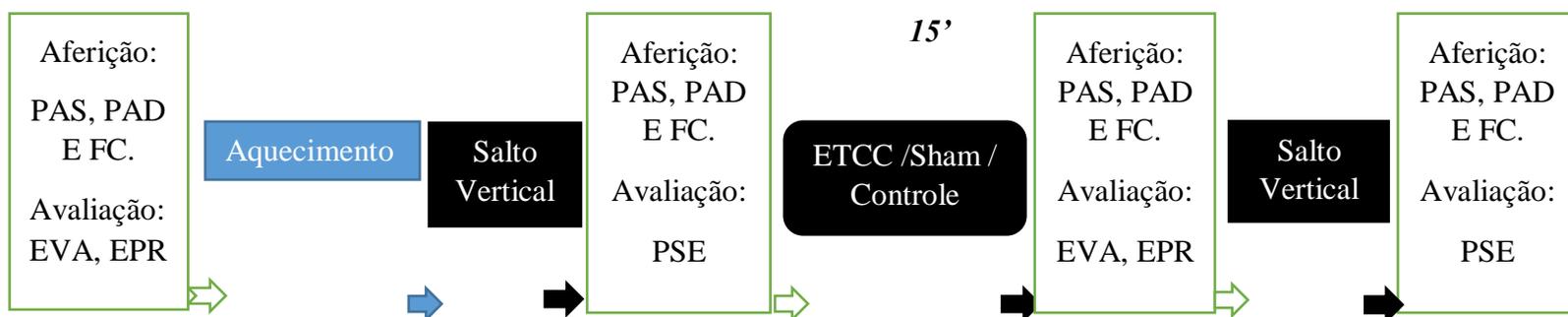


Legenda : PAS, Pressão arterial sistólica; PAD, Pressão arterial diastólica; FC, Frequência cardíaca ; PSE, Percepção subjetiva de esforço; EVA, Escala visual analógica; EPR, Escala subjetiva da percepção da recuperação.

4.4. Sessões experimentais

Para as sessões experimentais, os jogadores foram alocados de forma oculta, randomizada estratificada para a condição de estimulação, sham ou controle, o intervalo entre as sessões experimentais foram de 24 horas. No início de cada sessão foram aferidas PAS, PAD e FC e os voluntários reportavam a percepção subjetiva de recuperação (EPR) e escala visual analógica (EVA) .Os procedimentos da sessão experimental estão representados na figura 3.

Figura 3. Procedimentos da sessão experimental



Legenda : PAS, Pressão arterial sistólica; PAD, Pressão arterial diastólica; FC, Frequência cardíaca ; PSE, Percepção subjetiva de esforço; EVA, Escala visual analógica; EPR, Escala subjetiva da percepção da recuperação; ETCC, Transcranial Direct Current Stimulation.

4.5. Variáveis Avaliadas

Para analisar os dados dividimos em 3 variáveis:

1. Variáveis fisiológicas- Pressão arterial sistólica (PAS), Pressão arterial diastólica (PAD) e Frequência cardíaca (FC).
2. Variáveis subjetivas- Percepção subjetiva de esforço (PSE), escala subjetiva de recuperação (EPR) e escala visual analógica (EVA).
3. Variáveis de desempenho- Altura (ALT), Índice de eficiência (IF), Potência (POT), Tempo de contato (TC), Tempo de voo (TV), Trabalho total (TT).

4.6. Variáveis Fisiológicas

As variáveis PAS, PAD e FC foram aferidas em repouso após 5 minutos sentados, de acordo com a Sociedade Brasileira de Hipertensão, por um monitor de pressão arterial de pulso (Omrom HEM-6221) (TAKAHASHI H *et al.* , 2013) foram aferidas também após o primeiro salto vertical, imediatamente após a intervenção (ETCC/Sham ou controle) e após o último salto vertical.

4.7. Variáveis Subjetivas

No início de cada sessão , os jogadores relataram a sua percepção de dor através da escala visual analógica (EVA)(KUME *et al.*, 2015; SUZUKI *et al.*, 2019) (ANEXO III) e recuperação (EPR) adaptada de Gunnar Borg por Kenttä; Hassmén (1998) (ANEXO IV).

Após a intervenção (ETCC/Sham ou controle) os jogadores relataram novamente a percepção de dor (EVA) e recuperação (EPR).

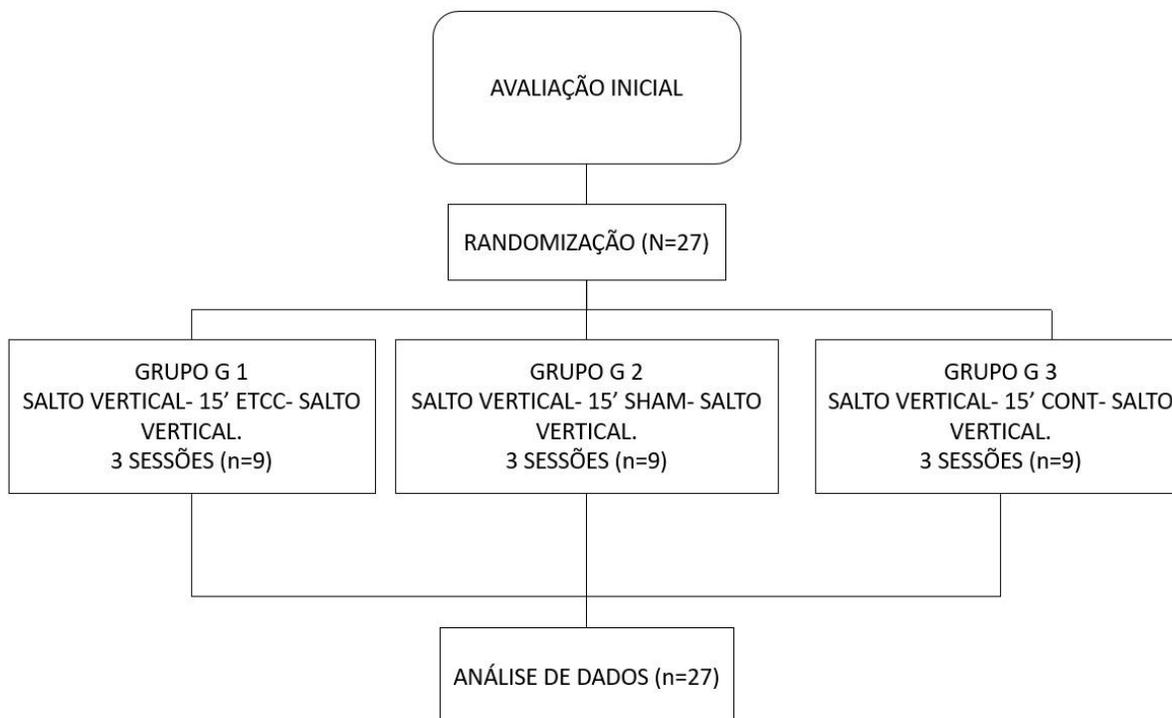
A escala de CR10 proposta por Borg (1982) (ANEXO V) foi utilizada para avaliar a percepção de esforço dos jogadores. Foi reportado a PSE ao final de cada salto vertical.

4.8. Processo de Randomização e Cegamento

O delineamento experimental contou com um processo de randomização, controle e duplo cego. Onde quem aplicou a estimulação e os atletas não sabiam em qual grupo foram alocados se no grupo estimulado ou no grupo Sham. O processo decorreu da seguinte forma:

1. Um membro da equipe foi destacado apenas para fazer o cegamento do aplicador do ETCC e do jogador. Este manipulou o aparelho de forma a que ambos os sujeitos mencionados não souberam qual tipo de intervenção foi realizado.
2. Os participantes foram divididos pela randomização estratificada, onde foram caracterizados de acordo com média da altura máxima do salto contra movimento obtido na familiarização, após isso, os participantes foram aleatorizados em três grupos. O Grupo 1 (G1), grupo experimental, que recebeu a estimulação ativa ETCC. O Grupo 2 (G2), grupo *sham*, realizou a estimulação com a mesma intensidade, porém realizado apenas nos primeiros 30s (segundos) o desligamento automático do tempo foi através de códigos de estimulação (ativa ou sham) com segredo pelo programa no modo de pesquisa do estimulador móvel (*DC- Stimulator, Neuroconn Mobile ETCC*). Esse programa forneceu uma lista de códigos secretos para a divisão dos participantes em relação a estimulação ativa ou sham. O Grupo 3 (G3), grupo controle, realizou todos os procedimentos sem qualquer estimulação realizando o salto vertical durante as sessões de acompanhamento. Os participantes participaram de 3 sessões.
3. O cegamento foi controlado pelo modelo adaptado de Klauss et al. (2014) a constar com duas perguntas ao final: o (a) senhor (a) acha que recebeu/está recebendo tratamento? (Independente da resposta, sim ou não, se fez a segunda pergunta); qual o grau de confiança na sua impressão? Esta última pergunta contém uma Escala Likert de 1-5 (1. Nenhuma; 2. Pouca; 3. Média; 4. Muita e 5. Extrema) (ANEXO VI).

A Figura 4 apresenta o fluxograma do estudo, especificando as etapas a pesquisa.

Figura 4. Fluxograma do estudo

Legenda : Grupo G1, grupo estimulação ativa; Grupo G2, grupo estimulação sham; Grupo G3, grupo controle; ETCC, Estimulação transcraniana por corrente contínua.

4.9. Critérios de Elegibilidade

Os critérios para participação da pesquisa encontram-se descritos abaixo.

4.10. Critérios de Inclusão

- Concordância em participar da pesquisa;
- Ser jogador de futebol profissional;
- Faixa etária entre 18 e 20 anos;

- Não estarem lesionados na região inferior do corpo para não impedir a realização do salto;

4.11. Critérios de Exclusão

- Rastreamento positivo no questionário (PARQ+);
- Doenças neurológicas;
- Lesão ortopédica;
- Uso de alguma medicação psicoativa/psicodepressiva;

4.12. Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua

A estimulação transcraniana por corrente contínua foi aplicada de forma bi-hemisférica. O eletrodo anodo foi posicionado sobre o couro cabeludo localizado na região CZ de maneira a estimular o córtex motor primário localizado no Giro Pré-Central (ROZISKY et al., 2016) (ponto CZ de acordo com o sistema internacional de EEG 10-20 (KLEM *et al.*, 1999). Essa estimulação visa excitar a região cortical representante do membro inferior. Enquanto, o eletrodo catódico foi posicionado de 1 a 2 cm abaixo do *ínion* na região do cerebelo (FERREIRA et al., 2019).

A estimulação foi aplicada por 15 minutos com intensidade de 2 mA através de eletrodos de esponja (anodo: 48 cm², catodo: 48cm²) banhada de solução salina de 140 mM NaCl⁻ (MUTHALIB *et al.*, 2013). Para a condição Sham, a mesma configuração foi adotada, entretanto a estimulação foi interrompida após trinta segundos. A literatura aponta alterações no potencial de membrana dos neurônios a partir de 3 minutos de ETCC (NITSCHKE, 2001). O tempo de 15 minutos de ETCC foi proposto para esse estudo de acordo com uma revisão sistemática publicada no ano de 2019 que avaliou 22 artigos sobre os efeitos da ETCC sobre a performance e mostrou que o tempo médio de estimulação utilizada para melhoria da performance foi entre 10 a 20 minutos (MACHADO,2019).

O aparelho utilizado para a estimulação foi o *ETCC System (Neuroconn, Ilmenau, Germany)*, a montagem da ETCC utilizada pode ser observada na figura 5.

Figura 5. Montagem da ETCC



4.12.1. Avaliação dos efeitos colaterais

No final de cada aplicação do protocolo os participantes foram convidados a relatar quaisquer efeitos colaterais da aplicação do ETCC (Sensação de coceira, formigamento ou queimação).

4.13. Variáveis de Desempenho

Em cada sessão experimental , as avaliações de desempenho foram realizadas em 2 momentos: após o aquecimento (salto 1) e após o término da estimulação / sham/ controle (salto 2). Os atletas iniciaram com um aquecimento e prosseguiram para o salto com contra movimento.

No aquecimento os participantes realizaram um leve aquecimento de com 1 série de 3' com os seguintes movimentos: *lunge reverso* (20 movimentos), andar segurando os joelhos por 3m (20 movimentos), meio agachamento isométrico (por 15s) com os braços estendidos a frente; Skipping baixo e médio (20 movimentos cada). Houve 10s de intervalos entre os exercícios.

Salto com contramovimento : Imediatamente após o aquecimento , os jogadores executaram três saltos com contramovimento seguidos. Os participantes foram instruídos a saltar o mais alto possível e a manter as mãos na cintura e joelhos estendidos durante a fase aérea do salto. Os saltos foram realizados em uma Plataforma Jumptest® (Hidrofit Ltda, Brasil) 50 x 60 cm, conectado ao software Multisprint® (Hidrofit Ltda, Brasil) (J.C. FERREIRA *et al.*, 2009) (Figura 6). Após o salto os atletas relataram a PSE e foram aferidas a PAS,PAD e FC, e então prosseguiram para o seu grupo (estimulação/sham ou controle), após 15 minutos, relataram a EPR e EVA, refizeram o salto vertical onde foi novamente relatado a PSE e foram aferidas a PAS,PAD e FC.

Figura 6. Plataforma de contato salto vertical



4.14. Análise Estatística

A verificação dos pressupostos de normalidade dos dados foi feita através do teste de Shapiro-Wilk. Após essa checagem foi realizada a MANOVA para todas as variáveis utilizando o nível de significância $P < 0,05$. Para isso, todos os pressupostos da MANOVA foram checados, tais como: normalidade multivariada; checagem da ausência de outliers multivariados; ausência

de multicolinearidade; relação linear entre as variáveis dependentes em cada nível de variáveis independente, homogeneidade das matrizes de variâncias-covariâncias e as observações independentes. Como tamanho de efeito utilizamos o Eta parcial ao quadrado (η^2) (classificado como pequeno: 0,01; moderado: 0,09; grande: 0,25). Para verificar a diferença intragrupo, ao longo do protocolo, foi utilizada ANOVA de uma via, com o apresentação apenas de possíveis diferenças. Para todos os procedimentos foi utilizado o teste de Tukey como *post hoc*.

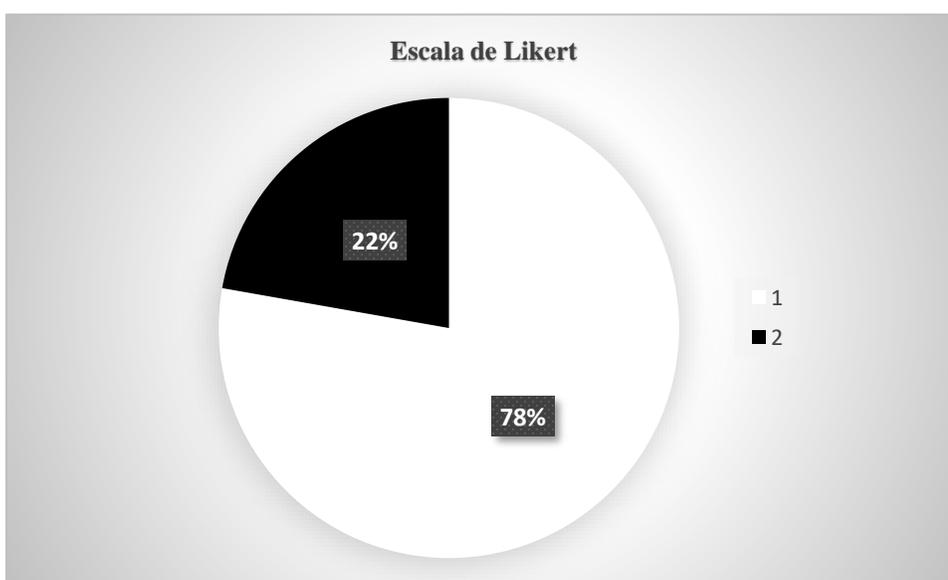
As análises foram realizadas utilizando o software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 21. O software estatístico utilizado para geração de gráficos foi o GraphPad Prism versão 8.0 (GraphPad Software, Inc., San Diego, CA, USA).

5. RESULTADOS

5.1. Escala de Likert

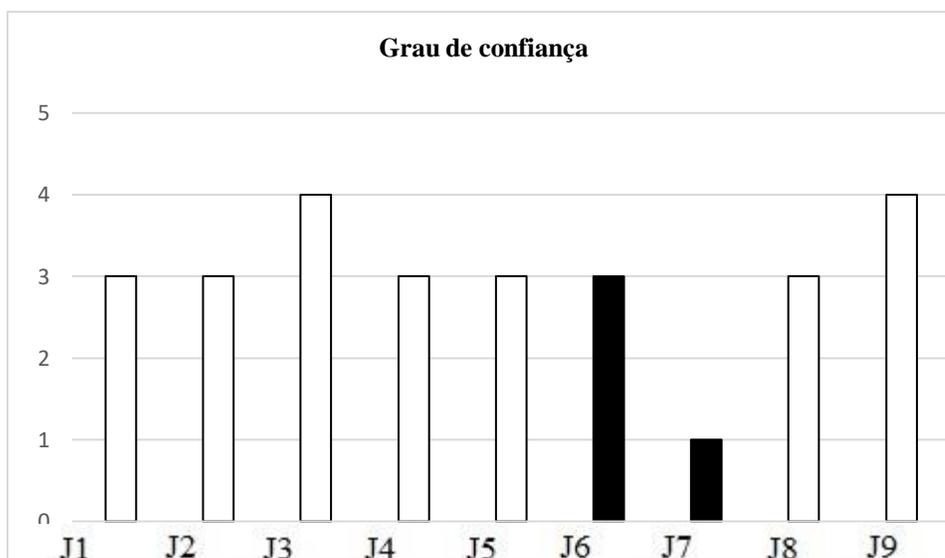
Para a escala de Likert onde foi apresentada duas perguntas ao final da intervenção/sham: o (a) senhor (a) acha que recebeu/está recebendo tratamento? (Independente da resposta, sim ou não, se fez a segunda pergunta); qual o grau de confiança na sua impressão? Esta última pergunta contém uma Escala Likert de 1-5 (1. Nenhuma; 2. Pouca; 3. Média; 4. Muita e 5. Extrema). Os resultados estão apresentados a seguir :

Gráfico 2. Dia 1 grupo intervenção



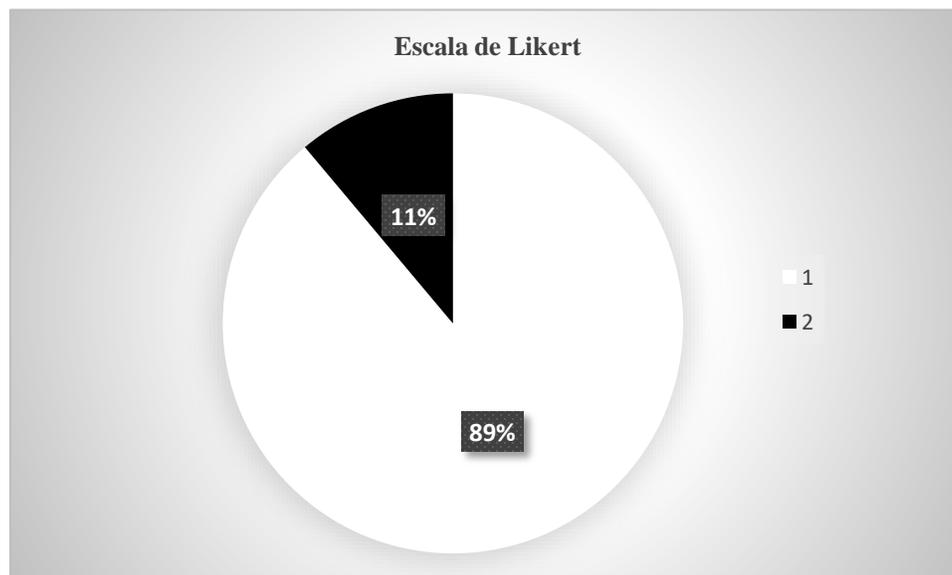
Legenda: 1, sim; 2, não.

Gráfico 3. Dia 1 grupo intervenção



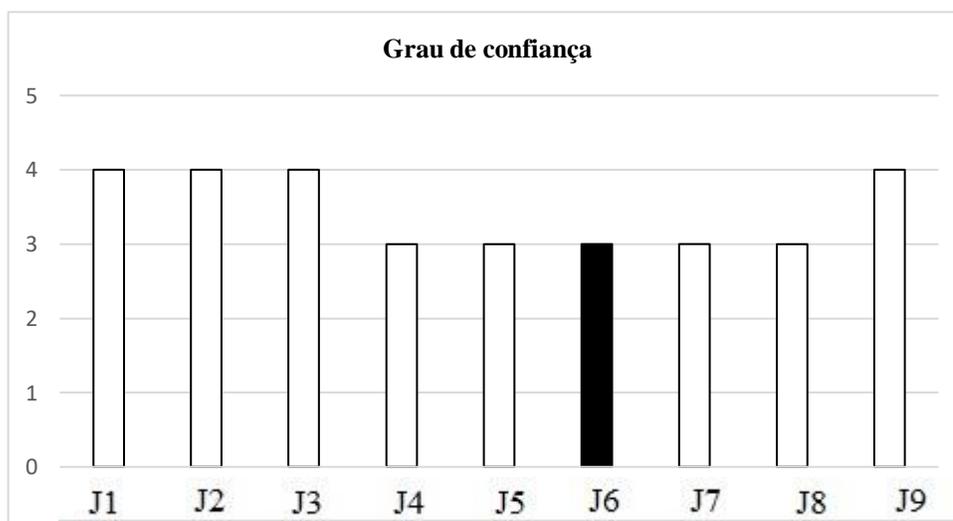
Legenda: J1, jogador 1; J2, jogador 2; J3, jogador3; J4, jogador 4; J5, jogador 5; J6, jogador 6; J7, jogador 7; J8, jogador 8; J9, jogador 9.

Gráfico 4. Dia 2 grupo intervenção

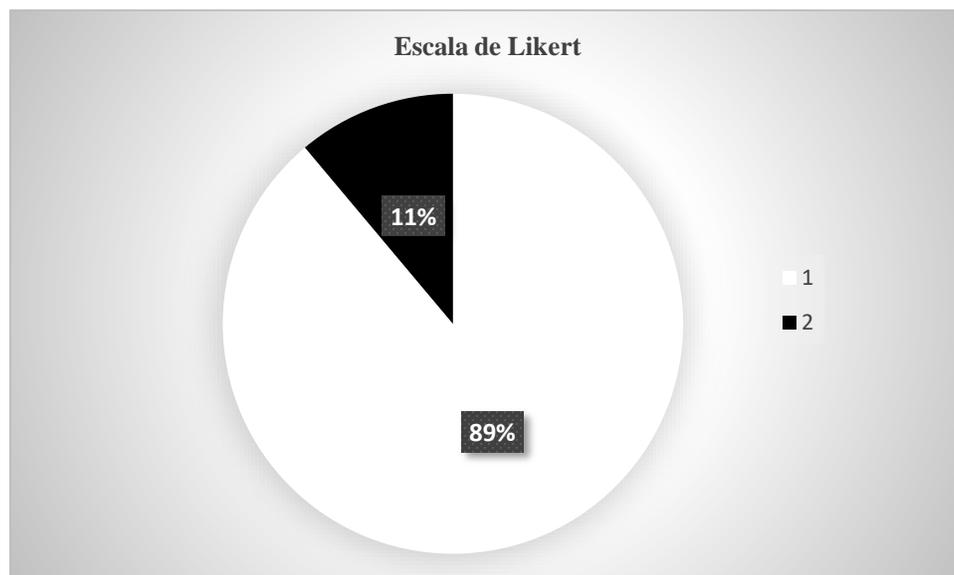


Legenda: 1, sim; 2, não.

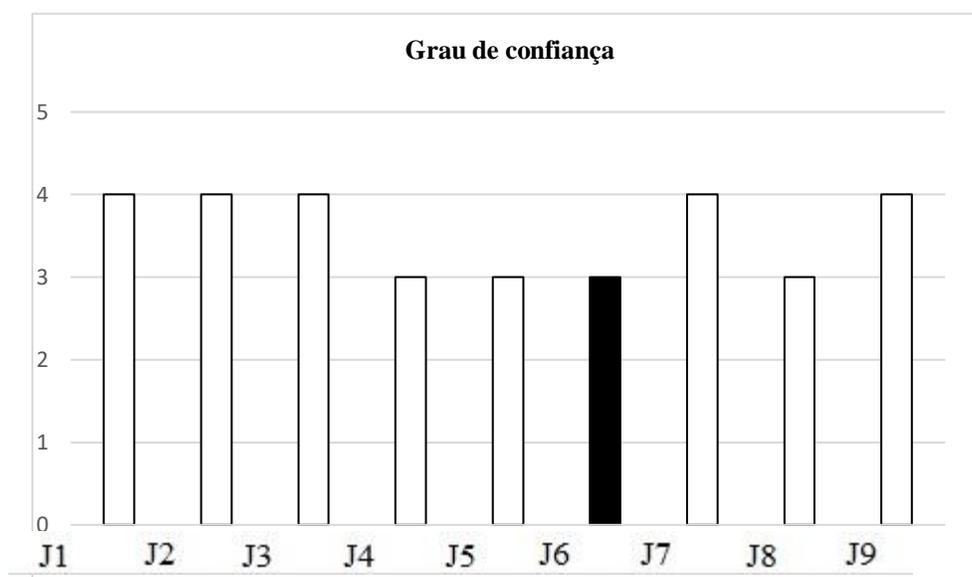
Gráfico 5. Dia 2 grupo intervenção



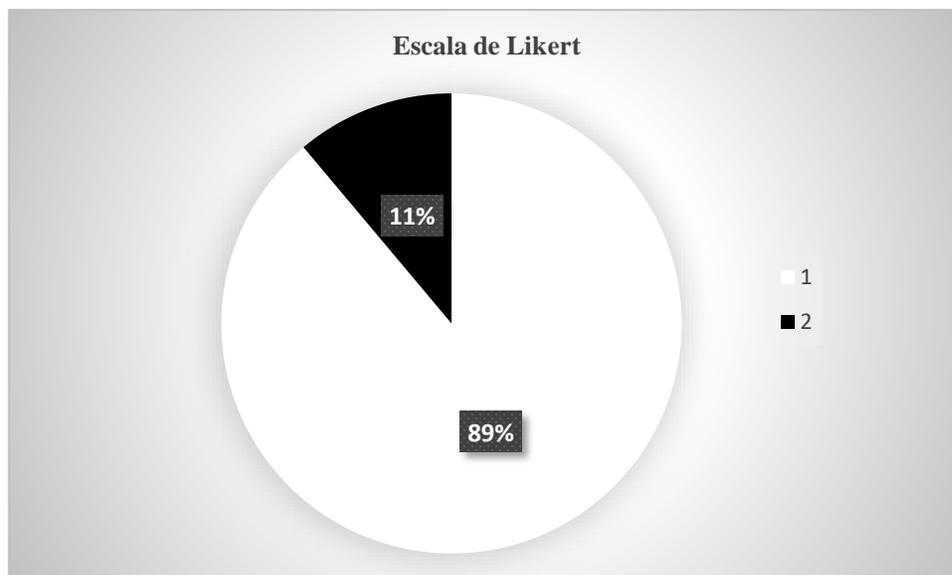
Legenda: J1, jogador 1; J2, jogador 2; J3, jogador3; J4, jogador 4; J5, jogador 5; J6, jogador 6; J7, jogador 7; J8, jogador 8; J9, jogador 9.

Gráfico 6. Dia 3 grupo intervenção

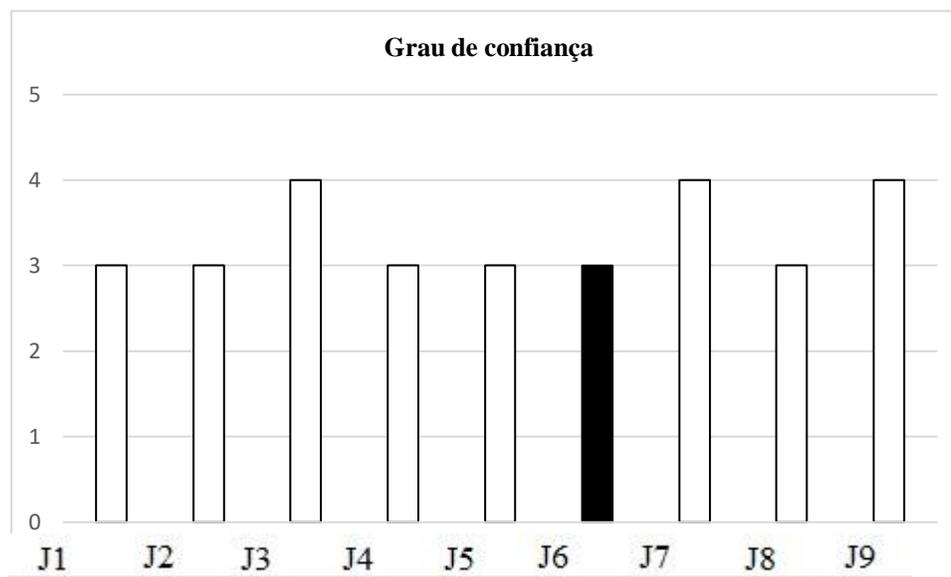
Legenda: 1, sim; 2, não.

Gráfico 7. Dia 3 grupo intervenção

Legenda: J1, jogador 1; J2, jogador 2; J3, jogador3; J4, jogador 4; J5, jogador 5; J6, jogador 6; J7, jogador 7; J8, jogador 8; J9, jogador 9.

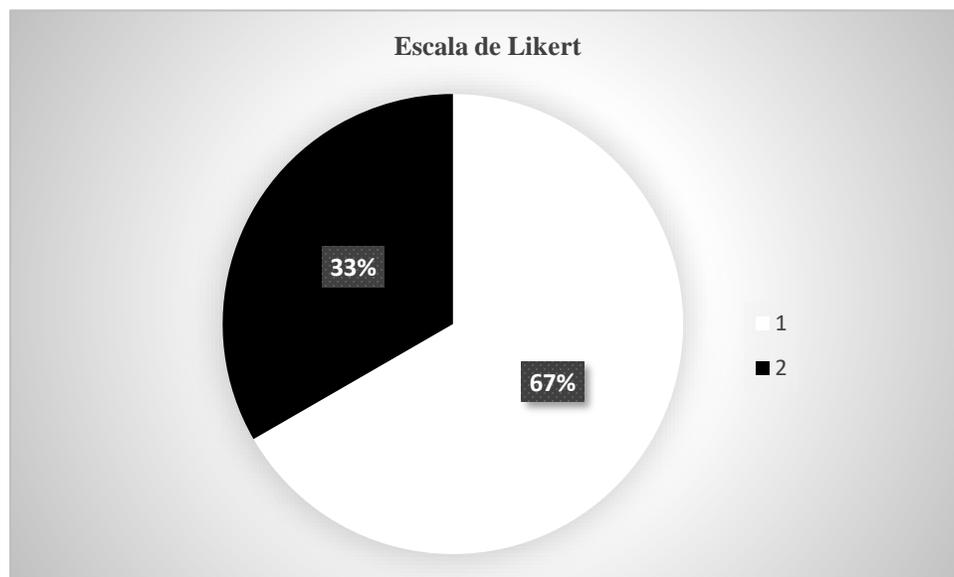
Gráfico 8. Dia 1 grupo sham

Legenda: 1, sim; 2, não.

Gráfico 9. Dia 1 grupo sham

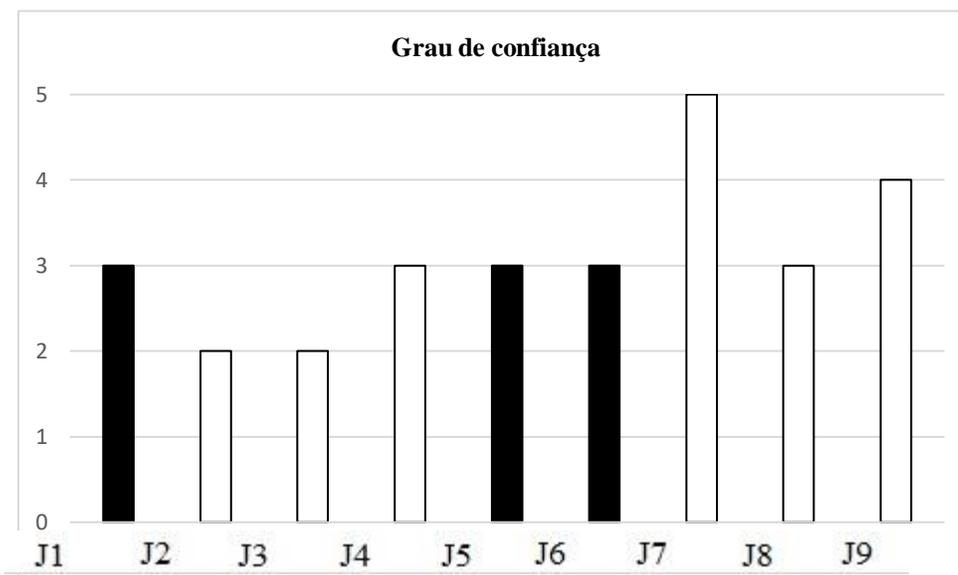
Legenda: J1, jogador 1; J2, jogador 2; J3, jogador3; J4, jogador 4; J5, jogador 5; J6, jogador 6; J7, jogador 7; J8, jogador 8; J9, jogador 9.

Gráfico 10. Dia 2 grupo sham



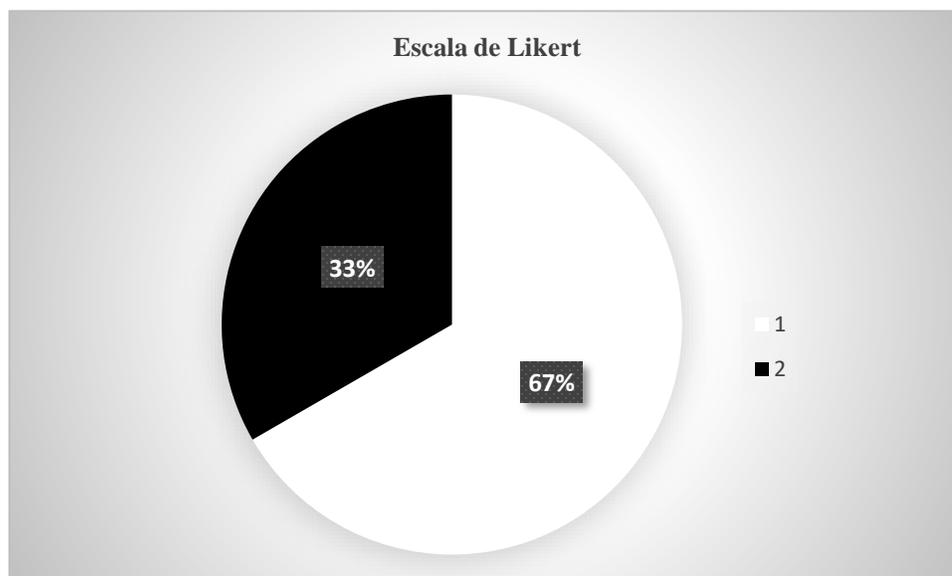
Legenda: 1, sim; 2, não.

Gráfico 11. Dia 2 grupo sham



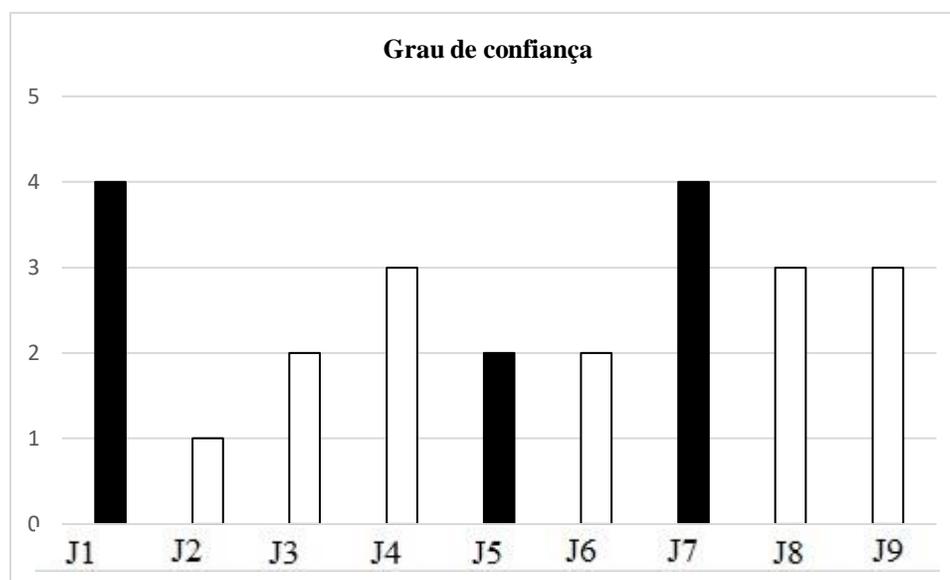
Legenda: J1, jogador 1; J2, jogador 2; J3, jogador 3; J4, jogador 4; J5, jogador 5; J6, jogador 6; J7, jogador 7; J8, jogador 8; J9, jogador 9.

Gráfico 12. Dia 3 grupo sham



Legenda: 1, sim; 2, não.

Gráfico 13. Dia 3 grupo sham



Legenda: J1, jogador 1; J2, jogador 2; J3, jogador3; J4, jogador 4; J5, jogador 5; J6, jogador 6; J7, jogador 7; J8, jogador 8; J9, jogador 9.

O grupo intervenção acertou 85 % das perguntas da escala Likert. Enquanto o grupo sham acertou 74%. Esses resultados demonstram que o cegamento foi eficaz, pois, apresentou o que o aparelho nos fornece sobre a estimulação ser ativa ou sham, onde ambos iniciam com a

corrente elétrica nos 30 segundos iniciais e após isso o grupo sham tem o desligamento automático, sendo assim o grau de acerto que os grupos saibam se está sendo feita a estimulação ativa ou sham são praticamente iguais.

5.2. Variáveis Fisiológicas

Para as variáveis relacionadas a frequência cardíaca (FC) apresentada na tabela 1 foi realizada a MANOVA [Lambda de Wilks = 0,446; $F(2,24) = 0,537$; $p = 0,934$; TE = 0,331] que não detectou diferença. A ANOVA univariada para a FC repouso momento 1 (FCREP1) [$F(2,24) = 0,074$; $p = 0,929$; TE = 0,006]; FCREP2 [$F(2,24) = 0,103$; $p = 0,903$; TE = 0,008], FCREP3 [$F(2,24) = 0,295$; $p = 0,747$; TE = 0,024], FCREP4 [$F(2,24) = 0,152$; $p = 0,860$; TE = 0,012], FCREP5 [$F(2,24) = 0,230$; $p = 0,796$; TE = 0,019], e FCREP6 [$F(2,24) = 0,131$; $p = 0,878$; TE = 0,011] também não detectou diferenças, concomitante ao teste de post hoc de Tukey.

Seguindo o mesmo padrão, para a FC ao final do momento 1 (FCF1) [$F(2,24) = 0,020$; $p = 0,980$; TE = 0,002], FCF2 [$F(2,24) = 0,266$; $p = 0,769$; TE = 0,022]; FCF3 [$F(2,24) = 0,040$; $p = 0,960$; TE = 0,003], FCF4 [$F(2,24) = 0,323$; $p = 0,727$; TE = 0,026], FCF5 [$F(2,24) = 0,108$; $p = 0,898$; TE = 0,009] e FCF6 [$F(2,24) = 0,027$; $p = 0,973$; TE = 0,002].

Para as variáveis relacionadas a pressão arterial sistólica (PAS) apresentada na tabela 1 foi realizada a MANOVA [Lambda de Wilks = 0,515; $F(2,24) = 0,405$; $p = 0,986$; TE = 0,258] que não detectou diferenças. E, na linha temporal, a ANOVA univariada para a PAS repouso momento 1 (PASREP1) [$F(2,24) = 0,016$; $p = 0,984$; TE = 0,001], PASREP2 [$F(2,24) = 0,646$; $p = 0,533$; TE = 0,051], PASREP3 [$F(2,24) = 0,048$; $p = 0,953$; TE = 0,004], PASREP4 [$F(2,24) = 0,048$; $p = 0,953$; TE = 0,004], PASREP5 [$F(2,24) = 0,213$; $p = 0,810$; TE = 0,017], e PASREP6 [$F(2,24) = 0,125$; $p = 0,883$; TE = 0,010] não apresentou diferença. O teste de post hoc de Tukey não detectou diferenças.

Para este mesmo procedimento, mas para a PAS ao final do momento 1 (PASF1) [$F(2,24) = 0,551$; $p = 0,583$; TE = 0,044], PASF2 [$F(2,24) = 0,187$; $p = 0,831$; TE = 0,015], PASF3 [$F(2,24) = 0,233$; $p = 0,794$; TE = 0,019], PASF4 [$F(2,24) = 0,011$; $p = 0,989$; TE = 0,001], PASF5 [$F(2,24) = 0,108$; $p = 0,898$; TE = 0,009], e PASF6 [$F(2,24) = 0,006$; $p = 0,994$; TE = 0,001] tiveram os mesmos resultados, inclusive para o post hoc.

Para as variáveis relacionadas a pressão arterial diastólica (PAD) apresentada na tabela 1 a MANOVA [Lambda de Wilks = 0,503; $F(2,24) = 3,626$; $p = 0,001$; TE = 0,770] não detectou diferenças.

Na ANOVA univariada para a PAD em repouso, no primeiro momento (PADREP1) os resultados também apontaram ausência de diferença [$F(2,24) = 0,075$; $p = 0,928$; TE = 0,006]; Assim se deu também para o PADREP2 [$F(2,24) = 0,083$; $p = 0,921$; TE = 0,007], PADREP4 [$F(2,24) = 0,351$; $p = 0,708$; TE = 0,028], PADREP5 [$F(2,24) = 0,880$; $p = 0,128$; TE = 0,011] e PADREP6 [$F(2,24) = 0,512$; $p = 0,606$; TE = 0,041]. A exceção se deu no PADREP3 [$F(2,24) = 320,973$; $p = 0,000$; TE = 0,733], cujo o post hoc confirmou a diferença entre SHAM e INTERVENÇÃO e SHAM e CONTROLE, ambos $p = 0,000$.

Para o mesmo procedimento e em conformidade com os mesmos tempos e mesma variável, todavia, no momento final, a ausência de diferença ainda predominou conforme anteriormente: (PADF1) [$F(2,24) = 0,360$; $p = 0,702$; TE = 0,029], PADF2 [$F(2,24) = 0,290$; $p = 0,751$; TE = 0,024], PADF3 [$F(2,24) = 10,421$; $p = 0,261$; TE = 0,106], PADF4 [$F(2,24) = 0,007$; $p = 0,993$; TE = 0,001], PADF5 [$F(2,24) = 20,869$; $p = 0,076$; TE = 0,193]; e PADF6 [$F(2,24) = 0,346$; $p = 0,711$; TE = 0,028].

Tabela 1- Variáveis Fisiológicas

VAR	GRUPOS	MOMENTO 1			MOMENTO 2			MOMENTO 3			MOMENTO 4			MOMENTO 5			MOMENTO 6		
		MD±DP	IC (95%)		MD±DP	IC (95%)		MD±DP	IC (95%)		MD±DP	IC (95%)		MD±DP	IC (95%)		MD±DP	IC (95%)	
			LI	LS		LI	LS		LI	LS		LI	LS		LI	LS		LI	LS
FCR	INT	62,5±3	55,6	69,5	66,1± 4,2	56,31	75,9	61,8± 2,2	56,7	67	68,4±4,7	57,4	79,4	64,1±3,6	55,6	72,5	68,1±5,7	54,8	81,4
	SHAM	64,5±3,3	56,9	72,1	68,6± 3,4	60,6	76,5	65,3±2,9	58,5	72	65,2±2,8	58,5	71,8	61,3±2,8	54,8	67,8	65,2±1,9	60,6	69,7
	CON	63,5±4,5	53	74	66,7± 4,6	56,1	77,4	62,7± 4,3	52,7	72,8	66,8±4,4	56,5	77,2	64,1±3,4	56	71,1	66,8±3,3	59,2	74,5
FCF	INT	73,7±4,8	62,5	84,9	73,1±4,5	62,6	83,5	73,8±5,9	60,2	87,5	73,4±6,2	59	87,8	79±4,6	68,3	89,6	74,5±7,5	57,2	91,9
	SHAM	74,6±5,6	61,5	87,7	72,1±4,5	61,6	82,6	73,8±5,2	61,6	86,1	69,4±3,8	66,6	78,2	79,4±6,9	63,5	95,3	76,2±6,96	60,1	92,2
	CON	72,7±8,8	52,2	93,2	77,4±7	61,2	93,6	71,5±8,4	52	91	76,1±7,1	59,6	92,5	75,6±7	59,4	91,8	76,6±5,5	73,8	89,5
PASR	INT	138,8±4,1	123,3	142,4	135,2±6,1	120,9	149,4	131,4±5	119,8	143	126,4±4,1	116,9	135,9	131,5±3,5	123,4	139,7	127,5±5,7	114,4	140,7
	SHAM	132,5±6	118,6	146,4	129,1±4,4	118,8	139,4	129,4±5,8	116	142,8	127,8±2,3	122,4	133,3	131,5±5	119,8	143,3	124,3±5,7	111	137,6
	CON	133,6±2,8	127	140,3	128±3,4	119,9	136	131,3±4,4	121,1	141,5	127±3,2	119,5	134,4	135,3±5,3	122,9	147,7	124,4±3,8	115,6	133,2
PASF	INT	134,7±6	128,8	148,7	134,5±5,8	121	148,1	145,4±5	133,8	157	133,2±4,2	123,3	143,1	141,6±3,7	132,9	150,3	131,1±8,9	110,5	151,6
	SHAM	138,1±8,3	118,7	157,4	139,3±4,3	129,4	149,2	142,3±4,7	131,4	153,1	134±4,4	123,6	144,3	137,4±9,3	115,5	158,9	130,3±8,4	110,8	149,8
	CON	144,3±4,6	133,7	154,96	135,3±7,2	118,6	152	140,8±4,7	130	151,7	133,3±2,9	126,4	140,2	140,5±5,5	126,6	156,4	131,4±2,9	124,7	131,1
PADR	INT	86,6±5,2	74,5	98,8	85,2±4,5	74,7	95,7	87,2±3,6*	78,8	95,5	87,1±4,4	76,9	97,3	88,5±2,4	82,8	94,3	86,1±3,5	77,8	94,3
	SHAM	84,4±4,4	74,1	94,7	86,4±4,1	76,9	95,9	129,4±5,8 [§]	116	142,8	83,8±3,1 ^b	76,5	91,2	85,6±5,3	73,4	97,9	80,5±4,5	70,1	91
	CON	86,3±3,1	79,1	93,5	84±4	74,7	93,2	83,1±3,6	74,7	91,4	88±3,2	80,5	95,4	86±4,9	74,6	97,3	81,8±4	72,6	91,1
PADF	INT	87,5±3,4	79,7	95,4	87,2±4,5	76,8	97,6	91,8±3,2	84,3	99,4	82,2±4,1	72,6	91,7	94,4±4,5	84	104,8	85,4±5,8	71,8	99
	SHAM	88±6,4	73,1	102,8	87,2±4,1	77,7	96,7	82,5±5	70,8	94,3	82,6±3,2	75,2	90	78,3±6	64,4	92,5	83±5,8	69,4	96,5
	CON	92,6±3,7	84	101,2	83,1±4,5	72,5	93,7	91,1±4,4	80,8	101,4	82,7±2,7	76,5	89	85,8±3,3	78,2	93,5	79,3±3,6	70,9	87,7

Legenda: VAR, Variáveis; PADR, pressão arterial diastólica em repouso; PADF, pressão arterial diastólica pós salto; INT, Intervenção; CON, Controle; MD, Média; DP, Desvio padrão; Momento 1, Pré estimulação dia 1; Momento 2, Pós estimulação dia 1; Momento 3, Pré estimulação dia 2; Momento 4, Pós estimulação dia 2; ; Momento 5, Pré estimulação dia 3; Momento 6, Pós estimulação dia 3; IC, Intervalo de confiança; *diferença entre intervenção e sham; [§]diferença entre sham e controle; [#]diferença entre intervenção e controle; ^adiferença para o Momento 1 para o Momento 2; ^bdiferença para o Momento 3 para o Momento 4; ^cdiferença para o Momento 5 para o Momento 6.

5.3. Variáveis Subjetivas

Para as variáveis subjetivas escala visual analógica (EVA), escala percepção da recuperação (EPR) e percepção subjetiva de esforço (PSE) os procedimentos foram semelhantes. A MANOVA [Lambda de Wilks = 0,027; $F(2,24) = 1,991$; $p = 0,084$; TE = 0,837] não detectou diferença assim como a ANOVA univariada para a EVA no momento 1 (EVAPRÉ1) [$F(2,24) = 0,749$; $p =$; TE = 0,059]; EVAPRÉ2 [$F(2,24) = 2,648$; $p = 0,091$; TE = 0,181] e EVAPRÉ3 [$F(2,24) = 2,615$; $p = 0,094$; TE = 0,179]. Este padrão foi confirmado pelo post hoc de Tukey.

A mesma situação ocorre para a mesma variável no momento pós, como é possível ver pelo EVAF1 [$F(2,24) = 0,106$; $p = 0,900$; TE = 0,009], EVAF2 [$F(2,24) = 1,329$; $p = 0,283$; TE = 0,100] e EVAF3 [$F(2,24) = 0,564$; $p = 0,576$; TE = 0,045].

Em todos os momentos, como visto no EPRR1 [$F(2,24) = 0,035$; $p = 0,965$; TE = 0,003], EPRR2 [$F(2,24) = 0,000$; $p = 1,000$; TE = 0,000] e EPRR3 [$F(2,24) = 2,452$; $p = 0,107$; TE = 0,170] não ocorreram diferenças. Para o momento pós EPRF1 [$F(2,24) = 1,450$; $p = 0,254$; TE = 0,108]; EPRF2 [$F(2,24) = 0,041$; $p = 0,960$; TE = 0,003] e EPRF3 [$F(2,24) = 1,532$; $p = 0,237$; TE = 0,113] se manteve o mesmo padrão.

Na PSE, para os mesmos momentos, continuam a não apresentar diferenças ao longo do protocolo tanto para a ANOVA de uma via como post hoc selecionado (Tukey). No momento 1 (PSE1) [$F(2,24) = 0,225$; $p = 0,801$; TE = 0,018], (PSE1-2) [$F(2,24) = 0,695$; $p = 0,509$; TE = 0,055] e (PSE1-3) [$F(2,24) = 0,626$; $p = 0,543$; TE = 0,050] e, no momento pós, (PSE2-1) [$F(2,24) = 1,109$; $p = 0,346$; TE = 0,085], (PSE2-2) [$F(2,24) = 0,960$; $p = 0,397$; TE = 0,074] e (PSE2-3) [$F(2,24) = 0,304$; $p = 0,740$; TE = 0,025] a semelhança se manteve.

Tabela 2- Variáveis Subjetivas

VAR	GRUPOS	MOMENTO 1			MOMENTO 2			MOMENTO 3		
		MD±DP	IC (95%)		MD±DP	IC (95%)		MD±DP	IC (95%)	
			LI	LS		LI	LS		LI	LS
EVAR	INT	1,6±0,8	-0,37	3,7	1,7± 0,8	-0,1	3,7	2,1±0,6	0,7	3,5
	SHAM	2,1±0,6	0,6	3,6	4,6± 1	2,3	7	4±0,3	3,2	4,7
	CON	3±0,7	1,1	4,8	3±0,7	1,2	4,8	3,2±0,7	1,5	4,9
EVAF	INT	1,7±0,8	-0,1	3,7	1,8±0,5	0,5	3,2	2,7±0,5	1,4	4,1
	SHAM	1,4±0,5	0,2	2,6	3,7±1,1	1,3	6,1	13,4±0,4	2,3	4,5
	CON	1,8±0,7	0,1	3,5	2,6±0,7	0,8	4,4	2,6±0,6	1,3	4,1
EPRR	INT	8,1±0,4	6,9	9,2	7,1±0,6	5,6	8,6	6,3±0,5	5	7,6
	SHAM	8±0,5	6,7	9,2	7,1±0,6	5,5	8,6	7,5±0,5	6,3	8,7
	CON	7,8±0,7	6,2	9,5	7,1±0,5	5,7	8,4	7,6±0,2	7,1	8,2
EPRF	INT	8,1±0,3	7,2	9	7,5±0,4	6,4	8,6	6,7±0,5	5,4	8,1
	SHAM	9,1±0,3	8,4	9,8	7,6±0,6	6,1	9,1	7,4±0,5	6,1	8,7
	CON	8±0,7	6,3	9,6	7,4±0,5	6,2	8,6	8,1±0,4	7,7	9,1
PSE1	INT	5,3±0,8	3,4	7,2	5,7±0,9	3,5	8	5,4±0,8	3,4	7,4
	SHAM	6,1±0,6	4,5	7,6	6,8±0,5	5,5	8,1	6,6±0,6	5,2	8,1
	CON	5,7±0,9	3,5	7,9	5,5±0,9	3,3	7,7	5,6±0,9	3,4	7,8
PSE2	INT	5,8±1	3,5	8,2	5,6±1	3,2	8	5,2±,9	3	7,3
	SHAM	6,8±0,6	5,2	8,4	7,2±0,7	5,4	9	6,1±0,7	4,4	7,7
	CON	5,1±0,7	3,3	6,8	5,6±0,9	3,5	7,7	6±0,9	3,7	8,2

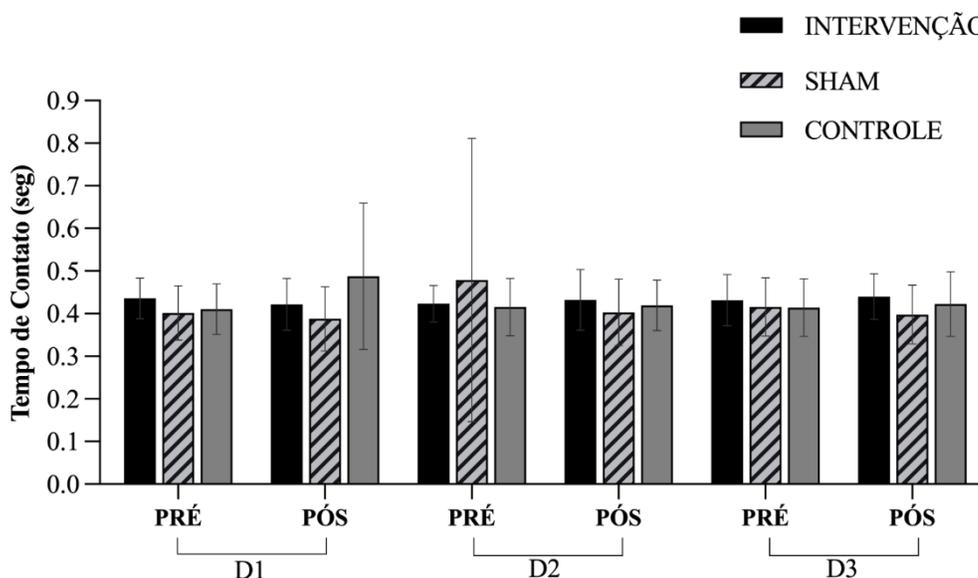
Legenda: CON: Controle; DP:Desvio padrão; EPRF:percepção subjetiva de recuperação pós intervenção; EPRR:percepção subjetiva de recuperação em repouso; EVAF: escala visual analógica pós intervenção; EVAR: escala visual analógica em repouso; IC:Intervalo de confiança; INT:Intervenção; MD:Média; Momento 1: dia 1 de intervenção; Momento 2: dia 2 de intervenção; Momento 3:dia 3 de intervenção; PS1:percepção subjetiva de esforço após salto em repouso; PSE2:percepção subjetiva de esforço após salto com intervenção; VAR,Variáveis.

5.4.Variáveis de Desempenho

Para as variáveis de desempenho, relacionadas ao tempo de contato (TC), a MANOVA [Lambda de Wilks = 0,445; F (2,24) = 1,580; p = 0,139; TE = 0,333] não detectou diferenças.

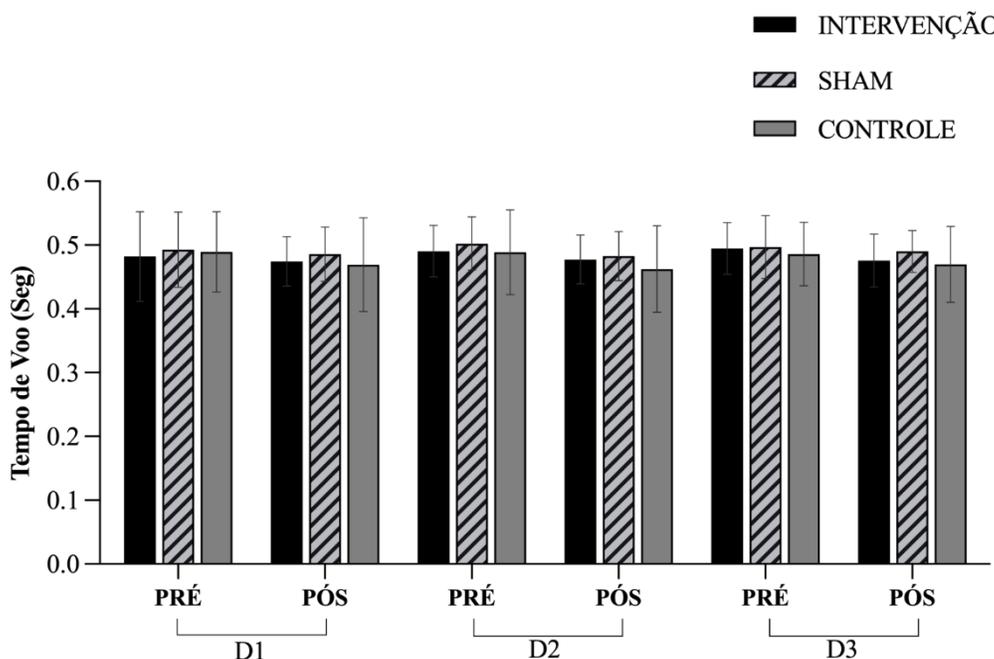
Para a ANOVA de uma via, os resultados foram semelhantes, como é possível ver para todos os momentos (D1) PRÉ [F (2,24) = 0,856; p = 0,437; TE = 0,067], (D1) PÓS [F (2,24) = 1,785; p = 0,189; TE = 0,130], (D2) PRÉ [F (2,24) = 0,271; p = 0,765; TE = 0,022], (D2) PÓS [F (2,24) = 0,402; p = 0,673; TE = 0,032], (D3) PRÉ [F (2,24) = 0,191; p = 0,827; TE = 0,016] e (D2) PÓS [F (2,24) = 0,905; p = 0,418; TE = 0,070]. Esses resultados foram confirmados pelo teste post hoc.

Gráfico 14 . Resultados do Tempo de Contato (TC)



Legenda: D1, primeiro dia de intervenção; PRÉ, antes da Estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC); PÓS, após Estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC); D2, segundo dia de intervenção; D3, terceiro dia de intervenção.

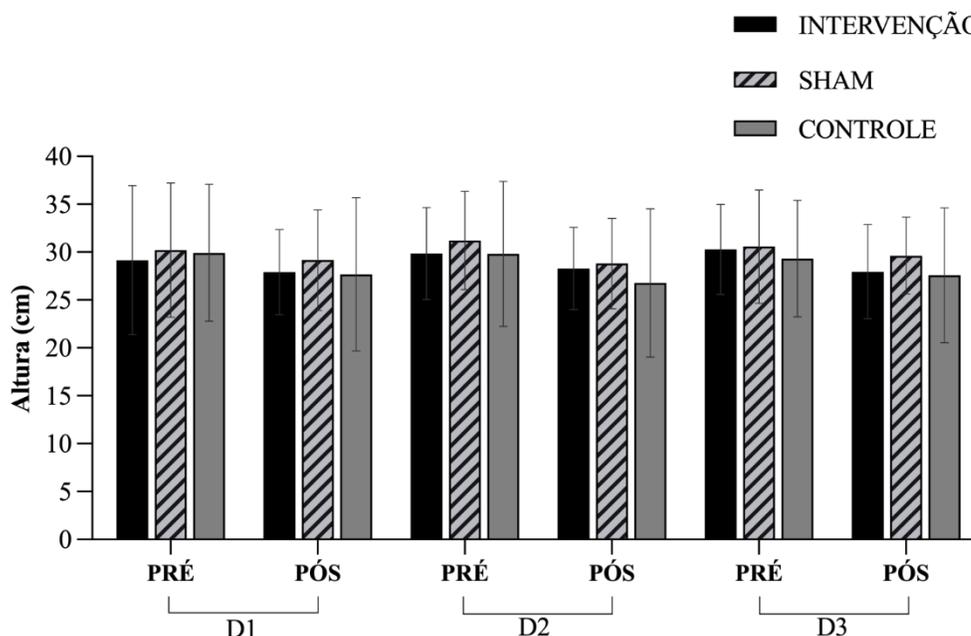
O mesmo ocorreu para o tempo de voo (TV), tanto para a MANOVA [Lambda de Wilks = 0,857; $F(2,24) = 0,254$; $p = 0,993$; $TE = 0,074$] quanto para a linha temporal (ANOVA de uma via) do protocolo não ocorreram diferenças. Como visto em: (D1) PRÉ [$F(2,24) = 0,064$; $p = 0,938$; $TE = 0,005$], (D1) PÓS [$F(2,24) = 0,223$; $p = 0,802$; $TE = 0,018$], (D2) PRÉ [$F(2,24) = 0,195$; $p = 0,824$; $TE = 0,016$], (D2) PÓS [$F(2,24) = 0,400$; $p = 0,674$; $TE = 0,032$], (D3) PRÉ [$F(2,24) = 0,139$; $p = 0,871$; $TE = 0,011$] e (D3) PÓS [$F(2,24) = 0,460$; $p = 0,636$; $TE = 0,037$].

Gráfico 15. Resultados do Tempo de Voo (TV)

Legenda: D1, primeiro dia de intervenção; PRÉ, antes da Estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC); PÓS, após Estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC); D2, segundo dia de intervenção; D3, terceiro dia de intervenção.

Para as variáveis relacionadas a altura (ALT) do salto vertical, foi realizada a MANOVA [Lambda de Wilks = 0,862; $F(2,24) = 0,244$; $p = 0,994$; $TE = 0,071$] que não detectou diferenças. E, também, os procedimentos da ANOVA de uma via não detectou diferença em nenhum momento, o que foi confirmado pelo post hoc. Como é possível ver no momento (D1) PRÉ [$F(2,24) = 0,051$; $p = 0,950$; $TE = 0,004$], (D1) PÓS [$F(2,24) = 0,155$; $p = 0,857$; $TE = 0,013$], (D2) PRÉ [$F(2,24) = 0,161$; $p = 0,852$; $TE = 0,013$], (D2) PÓS [$F(2,24) = 0,294$; $p = 0,748$; $TE = 0,024$], (D3) PRÉ [$F(2,24) = 0,124$; $p = 0,884$; $TE = 0,010$] e (D3) PÓS [$F(2,24) = 0,358$; $p = 0,703$; $TE = 0,029$].

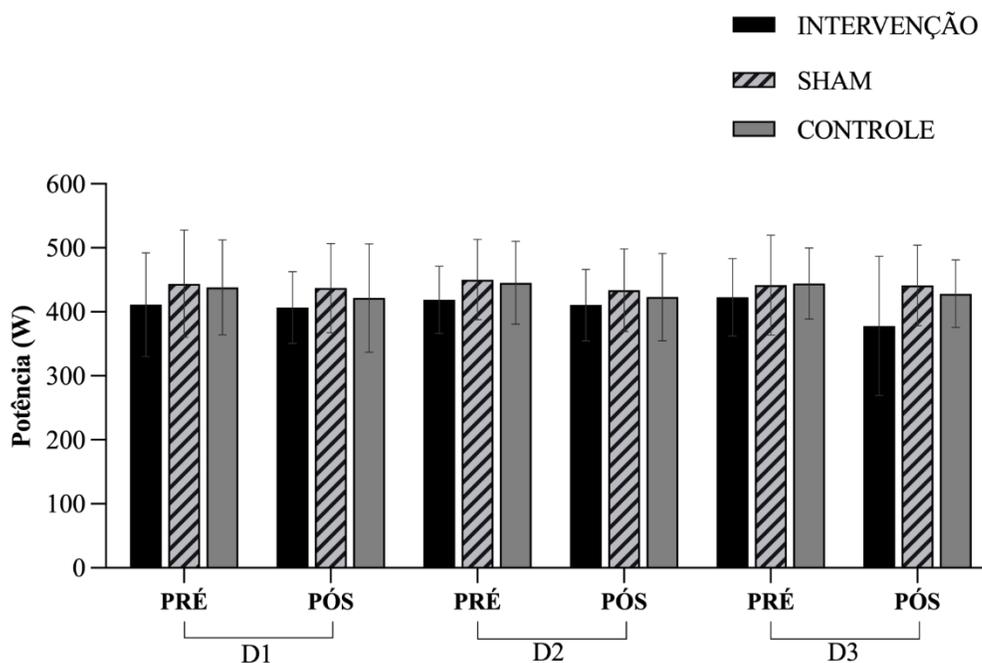
Gráfico 16. Resultados da Altura (ALT)



Legenda: D1, primeiro dia de intervenção; PRÉ, antes da Estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC); PÓS, após Estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC); D2, segundo dia de intervenção; D3, terceiro dia de intervenção.

A MANOVA não detectou diferenças para a variável potência (POT) [Lambda de Wilks = 0,629; $F(2,24) = 0,827$; $p = 0,623$; TE = 0,207] no salto vertical dos jogadores. Ao verificar os dados de forma univariada (ANOVA univariada), também não foram detectadas diferenças assim como no post hoc selecionado (Tukey). Estes momentos são os seguintes: momento (D1) PRÉ [$F(2,24) = 0,435$; $p = 0,652$; TE = 0,035], (D1) PÓS [$F(2,24) = 0,407$; $p = 0,670$; TE = 0,033], (D2) PRÉ [$F(2,24) = 0,726$; $p = 0,494$; TE = 0,057], (D2) PÓS [$F(2,24) = 0,310$; $p = 0,736$; TE = 0,025], (D3) PRÉ [$F(2,24) = 0,285$; $p = 0,754$; TE = 0,023] e (D3) PÓS [$F(2,24) = 1,627$; $p = 0,217$; TE = 0,119].

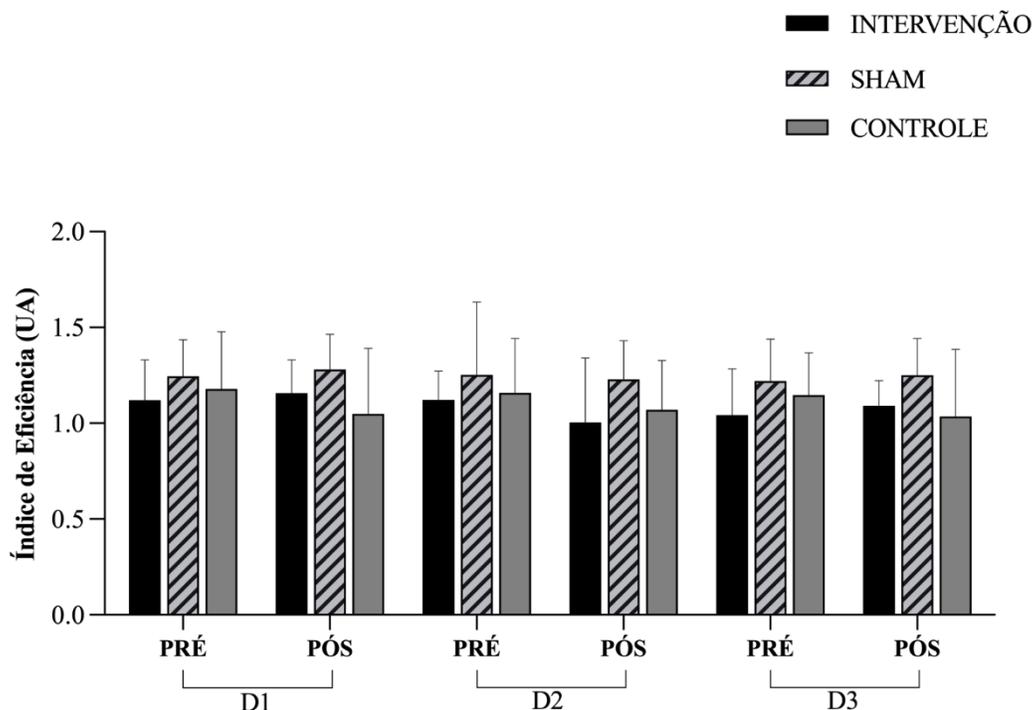
Gráfico 17. Resultados da Potência (POT)



Legenda: D1, primeiro dia de intervenção; PRÉ, antes da Estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC); PÓS, após Estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC); D2, segundo dia de intervenção; D3, terceiro dia de intervenção.

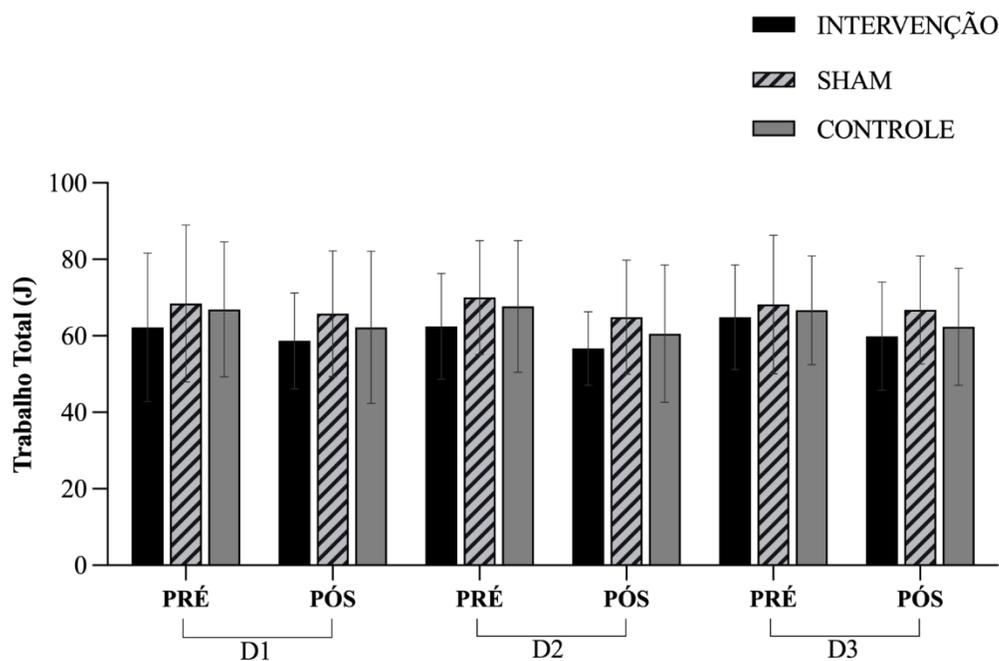
Para as variáveis relacionadas ao índice de eficiência (IF) do salto vertical, foi realizada a MANOVA que não detectou diferença [Lambda de Wilks = 0,673; $F(2,24) = 0,693$; $p = 0,748$; $TE = 0,179$]. Para a ANOVA univariada e para o teste de Tukey, nos diferentes momentos, não ocorreram diferenças. Por exemplo, no momento (D1) PRÉ [$F(2,24) = 0,628$; $p = 0,542$; $TE = 0,050$], (D1) PÓS [$F(2,24) = 1,986$; $p = 0,159$; $TE = 0,142$], (D2) PRÉ [$F(2,24) = 0,483$; $p = 0,623$; $TE = 0,039$], (D2) PÓS [$F(2,24) = 1,627$; $p = 0,217$; $TE = 0,119$], (D3) PRÉ [$F(2,24) = 1,403$; $p = 0,265$; $TE = 0,105$] e (D3) PÓS [$F(2,24) = 1,899$; $p = 0,172$; $TE = 0,137$].

Gráfico 18. Resultados do Índice de Eficiência (IF)



Legenda: D1, primeiro dia de intervenção; PRÉ, antes da Estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC); PÓS, após Estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC); D2, segundo dia de intervenção; D3, terceiro dia de intervenção.

Na variável relacionada ao trabalho total (TT) foi realizada a MANOVA [Lambda de Wilks = 0,857; $F(2,24) = 0,255$; $p = 0,993$; $TE = 0,074$] que não detectou diferenças. A ANOVA de uma via e o post hoc de Tukey, mantiveram esse padrão, como visto a partir do momento (D1) PRÉ [$F(2,24) = 0,256$; $p = 0,777$; $TE = 0,021$], (D1) PÓS [$F(2,24) = 0,415$; $p = 0,665$; $TE = 0,033$], (D2) PRÉ [$F(2,24) = 0,570$; $p = 0,573$; $TE = 0,045$], (D2) PÓS [$F(2,24) = 0,716$; $p = 0,499$; $TE = 0,056$], (D3) PRÉ [$F(2,24) = 0,101$; $p = 0,904$; $TE = 0,008$] e (D3) PÓS [$F(2,24) = 0,521$; $p = 0,601$; $TE = 0,042$].

Gráfico 19. Resultados do Trabalho Total (TT)

Legenda: D1, primeiro dia de intervenção; PRÉ, antes da Estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC); PÓS, após Estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC); D2, segundo dia de intervenção; D3, terceiro dia de intervenção.

6. DISCUSSÃO

A estimulação transcraniana por corrente contínua tem sido considerada uma técnica capaz de influenciar diferentes aspectos do desempenho físico/esportivo. No entanto, estudos realizados com atletas e envolvendo tarefas específicas são escassos, e a heterogeneidade dos protocolos adotados não permite chegar a nenhuma conclusão assertiva sobre os seus efeitos ergogênicos.

O presente estudo investigou o efeito da estimulação transcraniana por corrente contínua no salto vertical e escalas subjetivas em jogadores de futebol. Não ocorreram diferenças perante às possibilidades propostas na intervenção para as variáveis analisadas, sobretudo, as subjetivas e de performance.

Relacionada às variáveis subjetivas o estudo dos autores Moreira et al. (2021) foi demonstrado que há melhora no questionário de bem estar de jogadores de futebol após 20 minutos de estimulação transcraniana por corrente contínua no córtex pré frontal dorso lateral esquerdo no dia seguinte da partida oficial. Já em outro estudo de Valenzuela et al. (2019), com nadadores, ocorreu melhora na percepção subjetiva de esforço. Diferentemente da hipótese do presente estudo, a ETCC anódica no M1 não influenciou as respostas das escalas subjetivas em jogadores de futebol, cabe destacar que a área estimulada dos artigos citados acima é diferente do estudo. Machado et al. (2019) demonstraram que ainda existem limitações sobre a temática, sobretudo, relacionada ao tipo de montagem, tempo de estimulação, tarefa realizada e nível do atleta.

Nas variáveis de performance, várias medidas ergogênicas com propósito de otimizar o desempenho físico, atenuar os mecanismos geradores de fadiga e facilitar a recuperação pós-esforço físico tem sido amplamente estudada (SILVER, 2001; BERNSTEIN, et al. 2003; MAUGHAN, 2009). Por exemplo, a cafeína (BURKE, 2008), demonstrou melhorias no desempenho no salto vertical em jogadores de futebol, em outro estudo (DE ALMEIDA, 2022) mostrou melhoria no desempenho tático em atletas de futebol após ingestão de cafeína. Já a ETCC usada como medida ergogênica como melhoria de desempenho, Lattari et al. (2017) demonstrou que houve melhora do desempenho no salto após a ETCC anódica (2 mA durante 20 minutos com o anodo posicionado sobre o ponto Cz e o catodo sobre a área supraorbital direita)

em indivíduos considerados avançados em treinamento de força. No entanto, diferente dos indivíduos investigados por Lattari et al. (2017), os indivíduos que fizeram parte do presente estudo são frequentemente expostos ao salto com contramovimento para o controle da carga de treinamento e nas avaliações realizadas com eles, e portanto, provavelmente são melhor treinados na tarefa, apresentando menor possibilidade de melhora.

Conforme a montagem estipulada, o desempenho, por vezes, foi inclusive melhor para o grupo SHAM. Por isto, a montagem proposta no estudo (M1+ Ínion) não pareceu ser eficaz para tal intervenção diferente das montagens clássicas tais como a córtex motor e córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo (M1+Fp2) (ANGIUS, 2015), somente no córtex motor primário (C3, C4) (ANGIUS,2018) entre outras montagens (MACHADO, 2019). Entretanto, esse estudo foi feito em apenas 3 sessões, o que representa efeitos agudos, é interessante proceder mais estudos com essa montagem em uma abordagem com mais dias de intervenções (efeito crônico).

Todavia, ao nosso conhecimento, este é o primeiro estudo a avaliar esse tipo de performance em jogadores de futebol e, é o primeiro estudo com essa montagem de ETCC na literatura esportiva. Por isso, este artigo abre novas possibilidades para os efeitos essenciais das diversas medidas ergogênicas relacionadas ao ETCC ou a outras tais como a TMS, ou para outros tipos de montagens e, variáveis de desempenhos no futebol e/ou para outras especificidades.

7. LIMITAÇÕES

Existem limitações no presente estudo, o presente estudo não incluiu as medições para explicar os efeitos neurofisiológicos da ETCC e isso pode ser considerado uma limitação. Estudos futuros devem empregar uma medida para avaliar os efeitos neurofisiológicos como por exemplo o uso da eletromiografia muscular, eletroencefalograma , entre outros. Além disso, os jogadores não foram separados por posição, o que pode acarretar em uma diferença no salto vertical, já que algumas especificidades de posições são mais solicitadas a saltar , como por exemplo: goleiro, zagueiro. Por fim, a falta de estrutura dos clubes avaliados aqui no Espírito Santo pode ser um fator limitante, considerando que alguns atletas chegavam para o treino de bicicleta o que pode ter influenciado nas variáveis de medidas fisiológicas, algumas vezes os

atletas chegavam sem almoço o que pode ter influenciado nas variáveis de performance e escalas subjetivas.

8. CONCLUSÃO

Nossos dados demonstram que o uso da ETCC ativo comparado ao grupo Sham e controle não teve melhora na performance do salto vertical em jogadores de futebol. O mesmo ocorreu para as escalas analisadas (EVA, EPR, PSE) e variáveis fisiológicas (PAD, PAS e FC), esses dados sugerem que o uso de ETCC nessa configuração (M1+Ínion) como medida ergogênica para melhoria da performance não foi eficaz.

Para as variáveis analisadas, a variabilidade na resposta ao ETCC se deve às diferenças individuais tais como: anatômica, neuroquímica, neurofisiológica de base e, estados psicológicos, gênero e genética (Li, 2015). Sendo assim, mais pesquisas são necessárias para examinar diferentes padrões de estimulação a envolver o tempo, intensidade da corrente, local específico que produzem respostas ergogênicas confiáveis e replicáveis ao ETCC. Caso seja possível, é recomendável que seja necessária a individualização dos parâmetros de estimulação (Li, 2015).

REFERÊNCIAS

ABADE, E. et al. Effects of different re-warm up activities in football players ' performance. **PLoS ONE**, v. 12, n. 6, p. 1–13, 2017.

De Almeida RF, da Costa IT, Machado G, Rinaldi NM, Aquino R, Tallis J, Clarke ND, Guimaraes-Ferreira L. The Effect of Acute Caffeine Ingestion on Tactical Performance of Professional Soccer Players. **Nutrients**. 2022 Mar 31;14(7):1466. doi: 10.3390/nu14071466. PMID: 35406079; PMCID: PMC9002506.

ANGIUS, L. et al. The effect of transcranial direct current stimulation of the motor cortex on exercise-induced pain. **European Journal of Applied Physiology**, v. 115, n. 11, p. 2311– 2319, 2015.

ANGIUS, L.; HOPKER, J.; MAUGER, A. R. The Ergogenic Effects of Transcranial Direct Current Stimulation on Exercise Performance. **Frontiers in Physiology**, v. 8, n. February, 2017.

ANGIUS, L. et al. Brain Stimulation Bilateral extracephalic transcranial direct current stimulation improves endurance performance in healthy individuals. **Brain Stimulation**, v. 11, n. 1, p. 108–117, 2018.

ANTAL, A. et al. Low intensity transcranial electric stimulation: Safety, ethical, legal regulatory and application guidelines. **Clinical neurophysiology**: official journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology. 2017;128 (9): 1774-809.

BANGSBO J. The physiology of soccer--with special reference to intense intermittent exercise. **Acta Physiol Scand Suppl**. 1994;619:1-155. PMID: 8059610.

BANISSY, M. J.; MUGGLETON, N. G. Transcranial direct current stimulation in sports training: potential approaches. **Front Hum Neurosci.**, v. 7, n. April, p. 2005–2007, 2013.

BERNSTEIN, A. et al. Athletic ergogenic aids. **Bulletin/Hospital for Joint Diseases.**, v. 61, n. 3/4, p.164-171, 2003

BESSION, P. et al. Multiple sessions of motor task-concurrent anodal ETCC (including functional electrophysiological stimulation) Regenerative effect of microcurrent Six-month effectiveness of occupational therapy in upper limb. **Annals of Physical and Rehabilitation Medicine**, v. 61, p. e474, 2018.

BIKSON, M.; DATTA, A.; ELWASSIF, M. Establishing safety limits for transcranial direct current stimulation. **Clin Neurophysiol**, v. 120, n. 6, p. 1033–1034, 2010.

BORG, G. A. V. Psychophysical bases of perceived exertion. **MEDICINE & SCIENCE IN SPORTS & EXERCISE**, v. 14, n. 5, p. 377–381, 1982.

BRUNONI, AR. et al. Clinical research with transcranial direct current stimulation (ETCC): challenges and future directions. **Brain stimulation**. 2012;5(3);175-95.

BURK, LM. Caffeine and sports performance. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2008 Dec;33(6):1319-34. doi: 10.1139/H08-130. PMID: 19088794.

CLAUDINO, J. G. et al. Pre Vertical Jump Performance to Regulate the Training Volume. **Int J Sports Med**, v. 33, p. 101–107, 2012.

DEL COSO, J. et al. Effects of a caffeine-containing energy drink on simulated soccer performance. **PLoS One**. 2012;7(2):e31380. doi: 10.1371/journal.pone.0031380. Epub 2012 Feb 14. PMID: 22348079; PMCID: PMC3279366.

ERDFELDER, E.; FAUL, F.; BUCHNER, A. GPOWER : A general power analysis program. **Behavior Research Methods, Instruments, & Computers**, v. 28, n. I, p. 1–11, 1996.

FAUL, F. et al. G * Power 3 : A flexible statistical power analysis program for the social , behavioral , and biomedical sciences. **Behavior Research Methods**, v. 39, n. 2, p. 175–191, 2007.

FERREIRA, I. S. et al. Searching for the optimal ETCC target for motor rehabilitation. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, v. 16, n. 1, p. 1–12, 2019.

FERREIRA, J. C.; R. CARVALHO.; LESZEK ANTONI SZMUCHRIWSKI. Validade e confiabilidade de um tapete de contato para mensuração da altura do salto vertical. **Brazilian Journal of Biomechanics**, v. 9, p. 93-99, 2009.

GABBETT, T. J. et al. The Relationship Between Workloads , Physical Performance , Injury and Illness in Adolescent Male Football Players. **Sports Med**, v. 44, n. 7, p. 989–1003, 2014.

GANDEVIA, S. C. et al. Supraspinal factors in human muscle fatigue: evidence for suboptimal output from the motor cortex. **Journal of Physiology**, v. 490, n. 2, p. 529–536, 1996.

GANDEVIA, S. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. **Physiol Rev**, v. 81, n. 4, p. 1725– 89., 2001.

GARGANTA, J. (1997). Modelação táctica do jogo de Futebol. Estudo da organização da fase ofensiva em equipas de alto rendimento . Dissertação de Doutoramento em Ciências do Desporto. **Universidade do Porto**: Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física.

GIORDANO, J. et al. Mechanisms and Effects of Transcranial Direct Current Stimulation. **Dose Response**, v. 15, n. 1, p. 1–22, 2017.

GODINHO, M. et al. Safety of transcranial direct current stimulation: Evidence based update 2016. **Brain Stimul.**, v. 10, n. 5, p. 2016–2018, 2017.

GUEDES, D. P. **Composição corporal: princípios, técnicas e aplicações.**

Londrina: Associação dos Professores de Educação Física, 1994.

JONES, L. A. The senses of effort and force during fatiguing contractions. **Advances in Experimental Medicine and Biology**, v. 384, p. 305–313, 1995.

- KENTTÄ, G.; HASSMÉN, P. Overtraining and recovery. A conceptual model. **Sports Medicine**, v. 26, n. 1, p. 1–16, 1998.
- KLAUSS, J. et al . A randomized controlled trial of targeted prefrontal cortex modulation with ETCC in patients with alcohol dependence. **Int J Neuropsychopharmacol**. 2014 Nov;17(11):1793-803. doi: 10.1017/S1461145714000984. Epub 2014 Jul 10. PMID: 25008145.
- KLEM, G. H. et al. The ten-twenty electrode system of the International Federation. The International Federation of Clinical Neurophysiology. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology Suppl**, v. 52, p. 3–6, 1999.
- KUME, V. et al. Subjective criteria associated with return- to-play in sports physical therapy. **Fisioter. Mov.**, v. 28, n. 3, p. 501–507, 2015.
- L.M. Li, K. Uehara, T. Hanakawa, The contribution of interindividual factors to variability of response in transcranial direct current stimulation studies, *Front Cell Neurosci*. 9 (2015) 1-19.
- LAGO-PEÑAS, C. et al. Relationship Between Performance Characteristics and the Selection Process in Youth Soccer Players by. **Journal of Human Kinetics**, v. 40, n. March, p. 189–199, 2014.
- LATTARI, E. et al. Can transcranial direct current stimulation improve muscle power in individuals with advanced resistance training experience? **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2017.
- LIU, J. Z. et al. Human Brain Activation During Sustained and Intermittent Submaximal Fatigue Muscle Contractions : An fMRI Study. **J Neurophysiol.**, v. 90, n. 1, p. 300–312, 2003.
- MACHADO DGDS, Unal G, Andrade SM, Moreira A, Altimari LR, Brunoni AR, Perrey S, Mauger AR, Bikson M, Okano AH. Effect of transcranial direct current stimulation on exercise performance: A systematic review and meta-analysis. **Brain Stimul**. 2019 May-Jun;12(3):593-

605. doi: 10.1016/j.brs.2018.12.227. Epub 2018 Dec 24. PMID: 30630690.

MAEDA, K. et al. Transcranial direct current stimulation does not affect lower extremity muscle strength training in healthy individuals: A triple-blind, sham-controlled study. **Frontiers in Neuroscience**, v. 11, n. 179, p. 1–7, 2017.

MAUGHAN, R. J. Legal ergogenic aids? **Current Sports Medicine Reports**, v. 8, n. 4, p. 165-166, July/Aug. 2009.

MIRANDA, PC,et al. Modeling the current distribution during transcranial direct current stimulation. **Clin Neurophysiol.** 2006; 117(7): 1623-9.

MOREIRA, A., Machado, D. G. da S., Moscaleski, L., Bikson, M., Unal, G., Bradley, P. S., Baptista, A. F., Morya, E., Cevada, T., Marques, L., Zanetti, V., & Okano, A. H. (2021). Effect of ETCC on well-being and autonomic function in professional male players after official soccer matches. **Physiology & Behavior**, 233(January), 113351.
<https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2021.113351>

MUTHALIB, M. et al. Effects of transcranial direct current stimulation of the motor cortex on prefrontal cortex activation during a neuromuscular fatigue task: an fNIRS study. **Adv Exp Med Biol.**, v. 789, n. October, p. 73–79, 2013.

NARDI, D. **Neuroscience of Personality - Brain Savvy Insights For All Types of People.** [s.l.] Radiance House, 2011.

NITSCHKE, M. A. et al. Sustained excitability elevations induced by transcranial DC motor cortex stimulation in humans. **Neurology.** 2001; 27(10): 1899-901

NOAKES, T. D. Fatigue is a brain-derived emotion that regulates the exercise behavior to ensure the protection of whole body homeostasis. **Frontiers in Physiology**, v. 3 APR, n. April, p. 1–13, 2012.

OMRANI, M. et al. Perspectives on classical controversies about the motor cortex. **Journal of Neurophysiology**, v. 118, p. 1828-1848, 2017.

RODRIGUEZ-ROSELL, D. et al. Traditional vs. sport-specific vertical jump tests: reliability, validity and relationship with the legs strength and sprint performance in adult and teen soccer and basketball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 1, p. 196–206, 2016.

ROZISKY, J. R. et al. Transcranial direct current stimulation and neuroplasticity. **J Biomed Phys Eng**, v. 6, n. 4, p. 205–208, 2016.

SILVER, M. D. Use of ergogenic aids by athletes. **Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons.**, v. 9, no.1, p. 61-70, 2001.

SUZUKI, F. S. et al. Multivariate linear regression analysis to evaluate multiple-set performance in active and inactive individuals. **Motriz**, v. 25, n. 2, p. 1–8, 2019.

TAKAHASHI H, YOSHIKA M, YOKOI T. Validation of Omron RS8, RS6, and RS3 home blood pressure monitoring devices, in accordance with the European Society of Hypertension International Protocol revision 2010. **Vascular Health and Risk Management**. 2013.

TAYLOR, J. L.; GANDEVIA, S. C. TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION AND HUMAN MUSCLE FATIGUE. **Muscle Nerve**, v. 24, n. January, p. 18–29, 2001.

TAYLOR, J. L.; GANDEVIA, S. C. A comparison of central aspects of fatigue in submaximal and maximal voluntary contractions. **Journal of Applied Physiology**, v. 104, p. 542–550, 2008.

TECHNOLOGIES, T. C. **10/20 System Positioning Manual**. Hong Kong: [s.n.]. Disponível em: <www.trans-cranial.com>.

UGRINOWITSCH, C.; BARBANTI, V. J. O CICLO DE ALONGAMENTO E ENCURTAMENTO E A “PERFORMANCE” NO SALTO VERTICAL. **Revista Paulista de Educação Física**, v. 12, n. 1, p. 85–94, 1998.

VALENZUELA, P. L., Amo, C., Sanchez-Martinez, G., Torrontegi, E., Va'zquez-Carrion, J., Montalvo, Z., Lucia, A., & de la Villa, P. (2019). Enhancement of mood but not performance in elite athletes with transcranial direct-current stimulation. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, 14(3), 310–316. [https:// doi.org/10.1123/ijsp.2018-0473](https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0473)

VARGAS, V. Z. et al. Modulation of isometric quadriceps strength in soccer players with transcranial direct current stimulation: a crossover study. **Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 35, n. 5, p. 1336–1341, 2018.

VILLA, J. G.; GARCIA-LOPEZ, J. Tests de salto vertical (I): Aspectos funcionales . **Rendimiento Deportivo**, n. 6, 2003.

VITOR-COSTA, M. et al. Improving Cycling Performance: Transcranial Direct Current Stimulation Increases Time to Exhaustion in Cycling. **Plos One**, v. 10, n. 12, p. 1–15, 2015.

WILLIAMS, P. S.; HOFFMAN, R. L.; CLARK, B. C. Preliminary Evidence That Anodal Transcranial Direct Current Stimulation Enhances Time to Task Failure of a Sustained Submaximal Contraction. **Plos One**, v. 8, n. 12, p. 1–11, 2013.

APÊNDICE I

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Título Do Projeto: Efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua no desempenho do salto vertical em atletas de futebol

Coordenador: Prof. Dr. Fernando Zanela da Silva Arêas.

Será realizado no Laboratório de Pesquisa e Reabilitação em Fisioterapia, sala 64, Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo, um estudo para verificar se a estimulação transcraniana por corrente gera um efeito ergogênico no salto vertical em atletas de futebol. Esta pesquisa será financiada pela integralmente pelos pesquisadores.

Eu (participante), _____, _____ anos, concordo em participar no projeto de pesquisa: **Efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua no Desempenho do Salto Vertical em Atletas de Futebol**, coordenado pelo Prof. Dr. Fernando Zanela da Silva Arêas (CCS/UFES), tem como objetivo avaliar o desempenho no salto vertical em atletas de futebol submetidos a estimulação transcraniana por corrente contínua.

Para participar do estudo será necessário autorizar a coleta das informações clínicas do prontuário Questionário de Prontidão para Atividade Física.

Grupo 1: participará das seguintes etapas: i) será questionado sobre a sua escala de recuperação da sessão anterior e, ao mesmo tempo, será aferida a Frequência Cardíaca (FC) de repouso pelo cardiofrequencímetro da marca Geonate®. Ainda serão questionados sobre a Escala da Percepção Subjetiva da Recuperação (EPR) e a Escala Visual Analógica (EVA); ii) na seguinte etapa, será realizada a avaliação antropométrica por um profissional instruído para aferir as dobras cutâneas tricipital + Suprailíaca + Abdominal; iii) Serão realizados 3 Saltos Verticais Abalakov na Plataforma de Contato e; Será questionada a Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) de 1 a 10 e, novamente, a FC será aferida. A seguir será colocado o aparelho de Eletromiografia nos músculos vasto medial e semitendinoso (1 minuto antes da aplicação da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua), para posteriormente; no item iv) o participante receber a estimulação de corrente contínua do aparelho da marca *Neuroconn (Ilmenau Germany)*, com intensidade de 2 milliamperes, de acordo com o protocolo de segurança descrito pelos autores Bikson; Datta; Elwassif (2010) e baseado em referências internacionais (TRANSCRANIAL TECHNOLOGIES, 2012). O aplicador dessa corrente de 2 milliamperes é

chamado de eletrodo ânodo. Este será aplicado sobre o couro cabeludo localizado numa Região chamada de CZ (marcada com um círculo vermelho na FIGURA 1). Esta aplicação demorará 15 min e será repetida por 10 sessões com intervalo de 48 a 72h entre elas. Os eletrodos anodos estarão inclinados para o lado esquerdo (para destros) e direito (para canhotos) na direção da região cortical (região do cérebro) chamada de Córtex Motor Primário (M1) que participa do movimento de todo o corpo. Essa estimulação visa excitar esta região cerebral visando atingir as pernas (o membro inferior). Será colocado outro eletrodo, chamado de catódico. Este será colocado de 1 a 2 cm abaixo de uma região na nuca, chamada de *inion*. Esta colocação fica acima de uma região chamada de cerebelo (como é possível ver na FIGURA 2).

Figura – 1

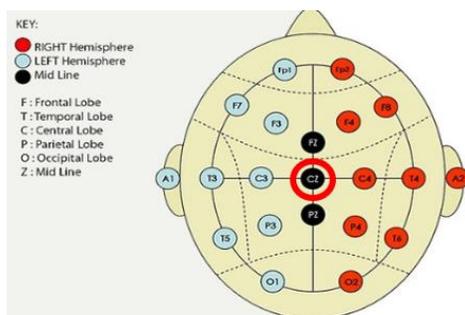
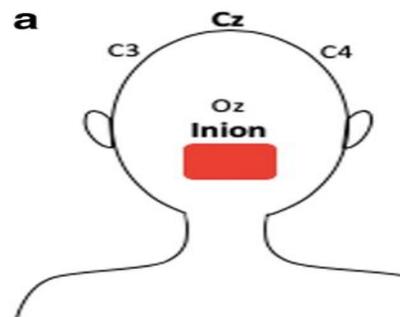
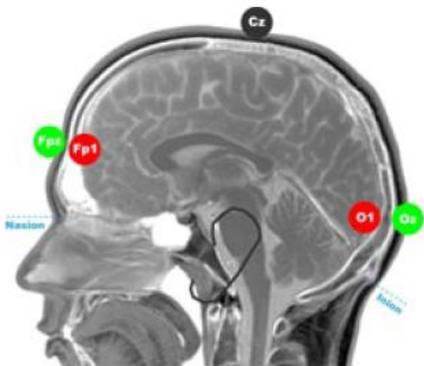


Figura – 2



Para encontrar os pontos descritos acima seguiremos a seguinte rotina: 1) estabelecimento do ponto CZ. Que é o ponto central entre final do osso nasal (e início do osso frontal) na parte anterior da cabeça, e o ínion (protuberância occipital – ponto mais baixo do crânio) na nuca (FIGURA 3) (TRANSCRANIAL TECHNOLOGIES, 2012).

FIGURA – 3



auri
 É feita essa medição com a fita métrica, em cm, entre esses dois pontos. O valor total é dividido por dois, sendo a metade (50%) a localização da região CZ; II) Marcar, 10% acima da ponto nasal e do ínon as respectivas regiões Fpz e Oz (regiões do cérebro que são coordenadas); III) a 20% do CZ no sentido frontal e dorsal é possível demarcar, respectivamente, as regiões Fz e Pz; IV) Tendo como referência a região pré-mático é possível traçar uma linha reta para a região similar no lado oposto. A intersecção desse ponto com a linha longitudinal baterá precisamente no ponto Cz. Desta forma, 10% na direção medial (CZ) marcará, respectivamente, os pontos T3 e T4; V) A partir desse ponto, na metade entre os pontos T3 e T4 e a região CZ encontra-se o ponto C3 e C4; VI) 50% da circunferência total dos pontos Fpz ao Oz confirmam a precisão dos registros desses pontos. Logo, a 10% lateralmente de ambos os pontos é possível estabelecer os pontos Fp1 e Fp2 e O1 e O2; VII) com a mesma lógica anteriormente descrita é possível demarcar os pontos F7 e F8. Em linha reta é possível demarcar os pontos F7 e F8 e, a intersecção entre esses pontos e da linha Fpz e CZ é possível estabelecer o ponto Fz; VIII) a 10% dos pontos F7 e F8, na direção dos pontos Fz, é possível estabelecer, respectivamente, os pontos F3 e F4 (o que pode ser confirmado como a intersecção entre o 20% do ponto Nasal ao Ínon, entre os pontos F7, F8 e Fp1 e Fp2); IX) Esta mesma lógica serve para a marcação dos pontos T5, P3, Pz, P4, T6 para a montagem das coordenadas respectivas figuras anteriores (FIGURA 1 e 2).

Os participantes ficarão sentados com os membros inferiores relaxados, tronco e cabeça eretos recebendo a estimulação pelo tempo previamente estipulado.

A aplicação do da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua será realizada um profissional instruído e; X) Serão coletadas novas informações sobre o EPR, EVA e a FC; XI) seguidamente serão realizados 3 Saltos Verticais Abalakov na Plataforma de Contato e; XII) Será questionada a Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) de 1 a 10 e, novamente, a FC será aferida e; XIII) um mês após estas intervenções, será requisitada a sua participação novamente com as mesmas avaliações anteriores, com exceção da leitura da Eletromiografia e da intervenção por Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua. Esta última etapa servirá como acompanhamento da intervenção.

Grupo 2 e Grupo 3:

O grupo 2 e 3 realizarão o mesmo protocolo com as seguintes exceções: O grupo 2, realizará a estimulação com a mesma intensidade, porém apenas nos primeiros 30s

(segundos) e realizará todas as outras etapas conforme o grupo 1. O grupo 3, realizará apenas os saltos verticais. Os participantes não saberão sobre qual procedimento estão recebendo.

Riscos e desconfortos: O tratamento por Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua apresenta algumas possíveis desconfortos: I) leve dor de cabeça; II) coceira e, III) leve queimação. Contudo, é um método não invasivo com poucos riscos inerentes (GODINHO et al., 2017). Embora com baixo riscos decorrerão, de qualquer forma, os procedimentos para a minimização dos riscos. Estes procedimentos são os seguintes: I) o seguimento rigoroso do protocolo de aplicação do protocolo da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua sob as recomendações científicas tendo respeito, ainda, II) pela densidade da corrente, a carga total, a carga por fase e a densidade da carga, III) localização dos eletrodos no couro cabeludo e; IV) a utilização de uma esponja grossa banhada de uma solução salina de cloreto de sódio. As realizações dos saltos podem originar cansaço. Para minimizar este impacto os jogadores serão previamente instruídos sobre a técnica do salto em todas as sessões, como recomendado na literatura. Os pesquisadores e médicos responsáveis, ao perceberem qualquer risco ou possível desventura ao participante da pesquisa, como previstos neste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, comunicarão o fato, imediatamente, ao Sistema CEP/CONEP, e avaliarão, em caráter emergencial, a necessidade de adequar ou suspender o estudo. O pesquisador e as instituições envolvidas na pesquisa proporcionarão pronta assistência para quaisquer das adversidades como afirmadas acima, nos termos do item II.3 da resolução 466/2012. Neste caso, os participantes serão retirados prontamente do protocolo, sendo deixados em segurança, em repouso, num local apropriado, ventilado, deitado em decúbito dorsal sob orientação de um médico responsável. Também os responsáveis pela pesquisa se responsabilizarão pela assistência integral aos participantes no tocante ao apropriado encaminhamento até uma unidade de saúde até a quaisquer custos inerentes como previsto neste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Estes participantes têm direito à indenização, por parte do pesquisador e instituições envolvidas nas diferentes fases da pesquisa.

Benefícios: Os resultados do presente estudo poderão trazer benefícios claros para os atletas e treinadores em termos de treinamento da modalidade. Em especial pelo aumento da performance cognitiva e física dos futebolistas.

Ainda, os parâmetros do Salto Vertical servirão de referência para os atletas e comissão técnica, em especial, para o Grupo 3, que

não receberá intervenção, mas terá como benefício a obtenção dos dados do Salto que em muitos locais não têm disponível.

Custos: Não haverá custo para os participantes que participarem desta pesquisa. Todo e quaisquer deslocamentos ao local de coleta de dados e deste ao clube será arcado, previamente, pelos responsáveis pela pesquisa.

Sigilo: Toda informação obtida não será fornecida a pessoas não envolvidas neste projeto de pesquisa sem consentimento. Seu nome jamais será utilizado em trabalhos científicos ou apresentações em congressos/simpósios, ou seja, fica assegurado o anonimato da identidade.

O participante ou o responsável receberá uma via do termo de consentimento livre esclarecido. (Item IV. 3.F.)

Liberdade do participante: A participação neste projeto de pesquisa é voluntária e o participante ou responsável não receberá nenhuma remuneração. O participante ou o responsável poderá recusar-se a participar ou retirar-se do projeto em qualquer momento sem penalidades ou suspensão do acompanhamento médico.

Consentimento pós-esclarecimento: Declaro que _____ me esclareceu sobre todos os itens acima. Eu livremente concordo em participar deste projeto de pesquisa e declaro que recebi uma via deste consentimento. Caso eu necessite de qualquer informação adicional sobre a minha participação neste projeto eu poderei contatar o Prof. Dr. Fernando Zanela da Silva Arêas (Telefone +55 (27) 3335-7017 / 3357-950).

Consentimento do pesquisador: Eu _____ (pesquisador responsável), _____ declaro que:

- Os objetivos que serão utilizados na pesquisa, com detalhamento dos métodos utilizados, informando a possibilidade de inclusão em grupo controle ou experimental.

- O participante ou o responsável poderá recusar-se a participar ou retirar-se do projeto em qualquer momento sem penalidades, e sem comprometer seu acompanhamento e atendimento por parte da equipe de saúde.

-O participante receberá uma via do termo do consentimento livre e esclarecido. (Item IV.5.A)

-O participante e o pesquisador deverão assinar e rubricar todas as páginas.

Voluntário (nome, assinatura e data)

Pesquisador Responsável (nome, assinatura e data)

Testemunha da assinatura voluntária do participante

Caso de dúvidas contatar pesquisador responsável:

Prof. Dr. Fernando Zanela da Silva Arêas

fernandozanela@hotmail.com

(27) 3335-7017 / 3357-950

ANEXO I

Questionário de Prontidão para Atividade Física (PAR-Q)

Este questionário tem o objetivo de identificar a necessidade de avaliação por um médico antes do início da atividade física. Caso você responda "SIM" a uma ou mais perguntas, converse com seu médico ANTES de aumentar seu nível atual de atividade física. Mencione este questionário e as perguntas às quais você respondeu "SIM".

Por favor, assinale "SIM" ou "NÃO" às seguintes perguntas:

1. Algum médico já disse que você possui algum problema de coração e que só deveria realizar atividade física supervisionado por profissionais de saúde?
 Sim Não
2. Você sente dores no peito quando pratica atividade física?
 Sim Não
3. No último mês, você sentiu dores no peito quando praticou atividade física?
 Sim Não
4. Você apresenta desequilíbrio devido à tontura e/ ou perda de consciência?
 Sim Não
5. Você possui algum problema ósseo ou articular que poderia ser piorado pela atividade física?
 Sim Não
6. Você toma atualmente algum medicamento para pressão arterial e/ou problema de coração?
 Sim Não
7. Sabe de alguma outra razão pela qual você não deve praticar atividade física?
 Sim Não

Nome completo _____ Idade: _____

Data _____ Assinatura: _____

Se você respondeu "SIM" a uma ou mais perguntas, leia e assine o "Termo de Responsabilidade para Prática de Atividade Física"

Termo de Responsabilidade para Prática de Atividade Física

Estou ciente de que é recomendável conversar com um médico antes de aumentar meu nível atual de atividade física, por ter respondido "SIM" a uma ou mais perguntas do "Questionário de Prontidão para Atividade Física" (PAR-Q). Assumo plena responsabilidade por qualquer atividade física praticada sem o atendimento a essa recomendação.

Nome completo _____

Data _____ Assinatura: _____

ANEXO II

TABELA DE CONSUMO DE CAFEÍNA SEMANAL

Jogador	Nome:		
Alimento	Porção	Dia/Semana	Porções/Dia
Café	1 Xícara		
Chá	1 Xícara		
Achocolatado	1 Copo		
Chocolate	50g (1 barra peq.)		
Coca-Cola ou Pepsi	1 Lata		
Energético	1 Lata		

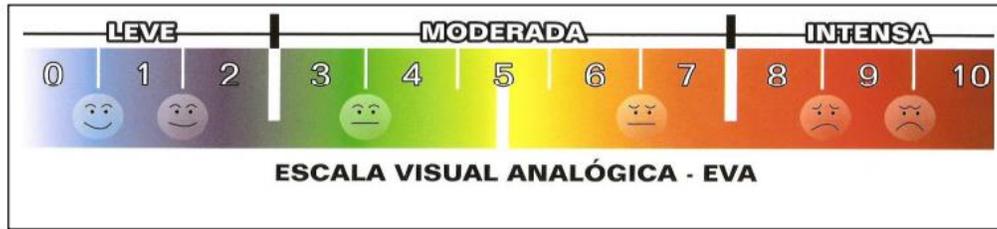
ANEXO III

ESCALA VISUAL ANALÓGICA – EVA

Nome: _____

Data: __/__/____.

A Escala Visual Analógica - EVA consiste em escore de aferição da intensidade de dor pelo paciente. Trata-se de uma linha reta, indicando em uma extremidade a marcação "sem dor" e, na outra, "pior dor possível". Para utilizar a EVA, o médico deve questionar o paciente quanto ao seu grau de dor, sendo que 0 significa ausência total e 10 o nível de dor máxima suportável pelo paciente.



Resultado: _____

ANEXO IV

PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE RECUPERAÇÃO

Classificação	Descritores
10	Muito bem recuperado / Altamente disposto
9	
8	Bem recuperado / Um pouco disposto
7	
6	Moderadamente recuperado
5	Adequadamente recuperado
4	Um pouco recuperado
3	
2	Não muito bem recuperado / Um pouco cansado
1	
0	Muito mal recuperado / Extremamente cansado

ANEXO V

PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO – BORG CR10

Classificação	Descritor
0	Nada
0,5	Muito, muito fraco
1	Muito fraco
2	Fraco
3	Moderado
4	Um pouco forte
5	Forte
6	
7	Muito forte
8	
9	
10	Muito, muito forte
•	Máximo

ANEXO VI

