



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

A ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE
CONTÍNUA APLICADA DE FORMA AGUDA OTIMIZA O
DESEMPENHO EM CORREDORES AMADORES DE 5000
METROS

LEILA FERNANDA DOS SANTOS

São Cristovão

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

A ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE
CONTÍNUA APLICADA DE FORMA AGUDA OTIMIZA O
DESEMPENHO EM CORREDORES AMADORES DE 5000
METROS

LEILA FERNANDA DOS SANTOS

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Educação Física da
Universidade Federal de Sergipe como
requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Raphael Fabricio de Souza
Coorientador: Prof. Dr. Lúcio Marques Vieira Souza

São Cristovão

2024

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Santos, Leila Fernanda dos

S237e A estimulação transcraniana por corrente contínua aplicada de forma aguda otimiza o desempenho em corredores amadores de 5000 metros / Leila Fernanda dos Santos ; orientadora Raphael Fabricio de Souza. – São Cristóvão, SE, 2024.
47 f. : il.

Dissertação (mestrado em Educação Física) – Universidade Federal de Sergipe, 2024.

1. Educação física. 2. Atletismo. 3. Corridas (Atletismo). 4. Neurologia. 5. Estimulação transcraniana por corrente contínua. I. Souza, Raphael Fabricio de, orient. II. Souza, Lucio Marques Vieira, coorient. III. Título.

CDU 796.422:616.8

Dedico este trabalho ao meu pai (*in memoriam* – Lealdo Jorge dos Santos), e a mim por sempre persistir.

AGRADECIMENTOS

Hoje estou tão feliz e agradecida porque estou concluindo essa etapa da minha vida, o tão sonhado mestrado, mas para isso acontecer foram necessários alguns encaixes divinamente providências.

Para chegar até esse momento foi fundamental internalizar a seguinte frase “nada tenho a temer quanto ao futuro, a menos que eu me esqueça de como Deus tem conduzido todos os meus passos”, logo agradeço à Ele, por me guiar e sempre deixar claro que comigo está. Desde a entrada no programa, o direcionamento ao professor Raphael, meu orientador, a cada etapa concluída, a cada obstáculo vencido, a cada prazo cumprido, tua Mão estava presente.

Agradeço ao professor Lúcio pela oportunidade e orientações iniciais. Agradeço ao professor Raphael que foi um divisor de águas para o meu desenvolvimento, na criação e execução de todo o projeto no tempo previsto, cada mensagem, cada reunião, cada incentivo, cada correção, fizeram dessa caminhada mais leve, obrigada professor, pelo tempo dedicado a mim, espero ter correspondido a altura.

Aos meus pais, agradeço e devo tudo, porque sem eles não teria como chegar aqui, especialmente minha mãe pelo incentivo e exemplo, por estar sempre disposta a me ajudar quando preciso e sempre compartilhar das minhas ideias. Obrigada minha tia Geni, que é como uma segunda mãe, um refúgio, referência de mulher. Ao meu irmão que mesmo sem perceber me incentiva ser uma pessoa melhor.

Agradeço ao meu amigo, Armoni, que sempre me incentiva, me escuta, me entende, me acalma e motiva com suas palavras acolhedoras, aos meus amigos próximos que sempre me distraem e alegram minha vida. A senhora Janete, por fazer vista grossa com minhas faltas ao trabalho e meus alunos que me motivam diariamente aperfeiçoar meus conhecimentos.

Agradeço ao grupo de pesquisa Clube de Corrida UFS, toda equipe que esteve comigo nas coletas, na elaboração dos artigos, vocês foram parte essencial para realização desse projeto/sonho.

Agradeço a cada atleta corredor que se dispôs participar sem receber nada em troca, minha eterna gratidão. Gratidão também aos avaliadores que se dispuseram e agregaram ao material.

Por último, mas não menos importante, agradeço ao programa e todos envolvidos nele pela dedicação em manter essa universidade como referência, terei prazer em ser egressa da Universidade Federal de Sergipe.

“Nada temos a temer quanto ao futuro, a menos que nos esqueçamos como Deus tem nos conduzido no passado.”

(Ellen G. White)

RESUMO

Os benefícios da estimulação transcraniana de corrente contínua (ETCC) na função cerebral, na resposta cognitiva e capacidade motora estão descritos na literatura científica. Entretanto, o efeito agudo da ETCC sobre o desempenho atlético ainda não está estabelecido, havendo fortes indicativos de que a neuromodulação influencie na excitabilidade cortical do indivíduo. Com isso, o presente estudo teve como objetivo comparar o efeito agudo da ETCC sobre o desempenho de corrida de 5000 metros (m) de atletas. Dezoito atletas foram randomizados nos grupos Anodal (n=9, 29±7 anos, 63±8 Kg) e Sham (n=9, 25±4 anos, 67±12 Kg). Foram avaliados tempo total da corrida (t), velocidade (m/s) esforço percebido (PE), carga interna UA) e pico de torque (Pt). O tempo de corrida, velocidade do grupo anodal foi menor em comparação com o grupo Sham ($p = 0,02$; 95% CI 0,11 - 2,32; $d=1,24$) e ($p=0,02$, 95% CI 0,05 - 2,20; $d = 1,15$) respectivamente. Entretanto, nenhuma diferença foi encontrada no Pt ($p = 0,70$; 95% CI -0,75 - 1,11; $d = 0,18$), PE ($p = 0,23$ 95% CI -1,55 - 0,39; $d = 0,60$) e carga interna ($p = 0,73$; 95% CI -0,77 - 1,09; $d = 0,17$). Nossos dados indicaram que o ETCC pode otimizar de forma aguda o tempo e a velocidade de corredores de 5000m.

Palavras chave: Atletas, Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua, Desempenho atlético.

ABSTRACT

The benefits of transcranial direct current stimulation (tDCS) on brain function, cognitive response and motor capacity have been described in the scientific literature. However, the acute effect of tDCS on athletic performance has not yet been established, and there are strong indications that neuromodulation influences the individual's cortical excitability. With this in mind, the aim of the present study was to compare the acute effect of tDCS on athletes' 5000-meter (m) running performance. Eighteen athletes were randomized into the Anodal (n=9, 29±7 years, 63±8 Kg) and Sham (n=9, 25±4 years, 67±12 Kg) groups. Total running time (t), speed (m/s), perceived exertion (RPE), internal load and peak torque (Pt) were assessed. The running time and speed of the anodal group were lower compared to the Sham group (p = 0.02; 95% CI 0.11 - 2.32; d=1.24) and (p=0.02, 95% CI 0.05 - 2.20; d=1.15) respectively. However, no difference was found in Pt (p = 0.70; 95% CI -0.75 - 1.11; d = 0.18), RPE (p = 0.23 95% CI -1.55 - 0.39; d = 0.60) and internal load (p = 0.73; 95% CI -0.77 - 1.09; d = 0.17). Our data indicated that tDCS can acutely optimize the time and speed of 5000m runners.

Key words: Athletes, Transcranial Direct Current Stimulation, Athletic performance.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	14
	2.1 CORRIDA DE 5000 METROS E PERFORMACE: DA HISTORICIDADE A PERFORMANCE.....	14
	2.2 ESTIMULAÇÃO CEREBRAL POR CORRENTE CONTÍNUA	15
	2.2.2 APLICAÇÃO	16
	2.2.3 MECANISMO DE AÇÃO DA ETCC.....	17
	2.3 ETCC NO ESPORTE.....	18
3	INTRODUÇÃO À AREA MOTORA E POTENCIAL DE AÇÃO	19
4	OBJETIVOS.....	21
	4.1 OBJETIVO GERAL	21
	4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
5	METODOLOGIA.....	22
	5. 1 DESENHO DO ESTUDO	22
	5.2 LOCAL DE ESTUDO	22
	5.3 ASPECTOS ÉTICOS	22
	5.4 SUJEITOS	23
	5.5 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE	23
	5.5.1 INCLUSÃO.....	23
	5.5.2 EXCLUSÃO.....	23
	5.6 FLUXOGRAMA	24
	5.7 INTERVENÇÃO	24
	5.7.1 PROCEDIMENTOS DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA.....	24
	5.7.2 AVALIAÇÃO DO PICO DE TORQUE.....	25
	5.7.3 TESTE DE CORRIDA.....	25
	5.7.4 PERCEPÇÃO DE ESFORÇO E CARGA INTERNA DA SESSÃO DE TREINO	25
	4.7.5 DADOS ANTROPOMÉTRICOS	25
	5.7.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA	25
6	RESULTADOS	26
7	DISCUSSÃO	30
8	CONCLUSÃO.....	32
	REFERÊNCIAS	33

APÊNDICE A	38
APÊNDICE B.....	43
APÊNDICE C.....	44
ANEXO 1	45
ANEXO 2	52

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exemplo de montagem dos eletrodos na região córtex motor	17
Figura 2: Área funcional do córtex cerebral.....	19
Figura 3: Desenho do Experimento	22
Figura 4: Pico de Torque	27
Figura 5: Pico de Torque ANODAL	27
Figura 6: Pico de Torque Sham	27
Figura 7: Tempo total de 5000 m	28
Figura 8: Velocidade Média	28
Figura 9: Percepção de Esforço	29
Figura 10: Carga Interna.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Caracterização da Amostra.....	26
--	----

LISTA DE SIGLAS

ETCC	Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua
M1	Córtex Motor Primário
PE	Percepção de Esforço
Pt	Pico de Torque
SHAM	Grupo simulado

1 INTRODUÇÃO

À medida que a tecnologia e a ciência avançam, na busca por recursos ergogênicos, a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) vem com a promessa de ultrapassar os limites corporais (1) principalmente de atletas na busca desenfreada pela melhor performance. Com a ETCC é possível proporcionar um maior desempenho esportivos, além dos treinamentos, pois, ela tem o objetivo de promover a excitabilidade neural do potencial da membrana em repouso através dos eletrodos, por meio de estímulos elétricos diretamente no couro cabeludo (2).

A ETCC é uma técnica de neuromodulação que fornece um fluxo constante de corrente elétrica em baixa intensidade ao cérebro(1). Além disso, pode promover o aumento da excitabilidade cortical após uma estimulação anódica (3), resultando em alterações do potencial de membrana em repouso dos neurónios alvo (2). Os benefícios da ETCC no cérebro e nas funções cognitivas já foram identificados (4) e foram também associados a uma melhoria das capacidades motoras (1,5,6). Se apresentando com destaque por ter baixo custo, não ser invasiva, com fácil aplicação, tendo seu começo em tratamento de doenças como parkinson, alzheimer, depressão, esquizofrenia entre outras sendo utilizada como recurso terapêutico (7).

Os estímulos na região do córtex motor (M1) podem influenciar diretamente o desempenho desportivo (8). Evidências indicam que a ETCC pode promover alterações psicofisiológicas e no desempenho físico, permitindo melhorias na performance de saltos em contramovimento após 20 minutos (min) de estimulação (9) e aumento do tempo de exaustão na atuação de ciclistas num percurso de 10 quilômetros (Km) após 13 min de estimulação (8). Também foi registada uma melhoria no desempenho da resistência de grupos musculares (flexores de cotovelo) isolados em testes isométricos (10).

No entanto, alguns estudos não conseguiram identificar qualquer efeito agudo no desempenho de corredores amadores (11) e na capacidade de pontapé de atletas de taekwondo após 15 min de estimulação a uma intensidade de 2mA (12). A percepção do esforço (PE) em corredores recreativos não se alterou num teste em esteira rolante após 20 minutos de ETCC (13), bem como em saltos de contramovimento em indivíduos saudáveis (14). Além disso, não foram observadas diferenças na PE através de um teste de esforço máximo de contrações sustentadas dos membros superiores do corpo (15).

Durante a corrida, a amplitude da ativação muscular individual e dos agrupamentos pode variar. A ativação muscular incompleta ocorre consistentemente durante o exercício exaustivo e de alta resistência (16). A identificação de respostas de desempenho de corredores relacionadas com a aplicação da ETCC permanece inconclusiva. Acreditamos que a ETCC aplicada de forma aguda pode potencializar os neurônios especificamente associados à ativação muscular dos membros inferiores promovendo melhor desempenho de atletas que utilizem dessa técnica.

O objetivo principal do presente estudo foi explorar os efeitos de um eletrodo anódico no M1 e no desempenho e PE em corredores de 5000m. O objetivo secundário foi investigar o efeito da ETCC no pico de torque (Pt) dos músculos extensores do joelho, que são fundamentais para os corredores. Por conseguinte, colocámos a hipótese de que a ETCC a uma intensidade de 2mA melhoraria os tempos de corrida após uma aplicação de 20 minutos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 CORRIDA DE 5000 METROS E PERFORMANCE: DA HISTORICIDADE A PERFORMANCE

É possível encontrar registros em diversos materiais arqueológicos sobre a presença da corrida na civilização ainda primitiva (17). Nas civilizações antigas, a corrida era utilizada como meio de comunicação, um exemplo disso, foi no ano de 490 a.C., Phedípedes, um mensageiro corredor, demonstrou uma grande capacidade em percorrer longas distâncias para anunciar nas cidades vizinhas a vitória dos gregos sobre os persas (18).

Ao longo dos séculos, as corridas sofreram algumas transformações, sendo a mais marcante, uma prova de maratona, que era considerada ter 40 quilômetros, mas pelo fator da realeza desejar ver a chegada, no ano de 1908, passou a finalizar no quilômetro 42.195, pois só assim seria possível observar a chegada do White City Stadium, ou seja, o camarote real (18).

Atualmente as corridas configuram as principais provas do atletismo disputadas em variadas distâncias. Dentre os principais percursos, as provas de 5000m apresentam robusta participação tanto nas competições realizadas na pista de atletismo quanto nas ruas. As corridas de 5000m por muito tempo foram consideradas a porta de entrada para as provas de fundo, no entanto atualmente é conhecido que o desenvolvimento da velocidade nesta prova é uma capacidade indispensável nos treinamentos (19), além dos trabalhos neuro musculares (20). Assim, um grande desafio nesta prova é a manutenção da resistência de velocidade (21).

É conhecido que corredores de 5 km tendem a correrem em uma velocidade média de 20km/h, cadência de 180 passos por minuto (22) e em provas como por exemplo o Troféu Brasil de 2018 o índice masculino foi de 14:46.59 nos 5000m (23). Em geral, uma das principais estratégias desta corrida envolve administrar a intensidade, preservando o estoque de energia, evitando a fadiga prematura (24–26)

Recentemente foi realizado a análise das principais estratégias de ritmo de corrida em variadas provas do atletismo de pista, identificado que as estratégias de ritmo usadas por corredores de 5000 metros finalistas de Campeonatos Mundiais regulados pela World Athletics e Jogos Olímpicos diferiram substancialmente daquelas mostradas durante as apresentações de recordes mundiais e foram caracterizada por uma estratégia de ritmo negativo onde os atletas que terminaram entre as 8 primeiras posições, e principalmente medalhistas, iniciaram a corrida em um ritmo mais lento aumentando gradativamente a velocidade até o final da prova (27).

Para tanto, os resultados de performance no alto rendimento, é um processo é amplo, desgastante e requer planejamento (28). A principal capacidade responsável pelo desenvolvimento do corredor de 5000 m, a resistência aeróbica, sendo a capacidade de manter um ritmo acelerando por longos períodos, deve ser priorizada. Para atingir os resultados esperados, diversos métodos de treinamentos são realizados (29).

Os principais métodos utilizados são o contínuo e o intervalado. O método contínuo pode ainda ser realizado de forma a variar a intensidade do treinamento, começando calma e aumentando o ritmo de forma progressiva, nunca reduzindo, sem períodos de descanso, utilizando-se de treinamentos com jogos de ritmos conhecido como *fartlek*. Já o treino intervalado é realizado com uma sequência de tiros de corridas normalmente em elevada intensidade, porém havendo pausas entre cada *Sprint*. Neste método variações crescentes e decrescentes na distância ou intensidade podem ser programadas (30,31).

Naturalmente, cada método de treinamento terá seu objetivo de trabalho para o desenvolvimento da corrida de 5000m. Na periodização tradicional o foco ocorre primeiramente no volume para somente depois avançar com os treinos de velocidade (32). Esta fase do treinamento ocorre próximo do período competitivo. Além disso, neste momento estratégias para melhorar a performance podem ser aplicadas, como por exemplo estratégias não invasivas com a neuromodulação, sendo utilizada a estimulação cerebral por corrente contínua poderia ser uma interessante opção.

2.2 ESTIMULAÇÃO CEREBRAL POR CORRENTE CONTÍNUA

Os primeiros relatos da aplicação de corrente elétrica cerebral são do século XIX, realizadas em animais, especificamente em um ponto isolado do cérebro, no quarto ventrículo com o objetivo de alcançar a região do sistema nervoso central (33). Experiências com cadáveres de prisioneiros foram realizadas, em 1802, por um professor de física, Giovanni Aldini, da Universidade de Bologna, foi realizada estimulação da superfície cortical e das meninges. Resultando em contrações musculares faciais (34,35).

Ele, Aldini, também realizou o uso transcraniano da corrente galvânica em pacientes diagnósticos com melancolia, acreditando que a corrente aplicada no couro cabeludo seria benéfico no tratamento das perturbações mentais (36). Anos depois houve relatos de sucesso com caso depressão (37).

Em 1960, foi descoberto que através da corrente contínua de baixa intensidade por meio dos potenciais elétricos, seria possível alterar a excitabilidade neural, sendo testado em ratos e com efeitos posteriores a algumas horas após aplicação (38). No ano de 1998, foi observado na região do córtex motor humano após aplicação uma estimulação positiva, chamada de ânodo e uma negativa, cátodo (39). A estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) tornou-se amplamente utilizada como recurso terapêutico, devido os resultados obtidos por (3), eles demonstraram o efeito da excitabilidade cortical, na região motora, de indivíduos saudáveis.

A ETCC pode ser definida como uma técnica indolor na região do escalpo, não invasiva, capaz de alterar a excitabilidade neuronal em diferentes regiões cerebrais, na plasticidade sináptica, tempo e limiar de potencial de ação e alterações morfológicas e moleculares, sendo aplicada por meio de uma corrente contínua de baixa intensidade, através de uma diferença de potencial elétrico entre dois eletrodos conhecidos por ânodo, conhecida como polo positivo e o cátodo, polo negativo (2,40,41).

2.2.2 APLICAÇÃO

Para administração da ETCC, é necessário um aparelho eletroestimulador conectado em eletrodos com superfície de borracha condutora de eletricidade e cobertos por uma esponja embebida por solução salina, colocados diretamente no couro cabeludo (13,40,42,43). A intensidade da corrente é variável, sendo mais comum entre 0,5 mA e 2,0 mA e até 20 minutos, também sendo a duração variável.

A posição dos eletrodos vai depender da área cortical de interesse a modular. Existindo apenas leves efeitos adversos como formigamentos nas áreas do eletrodo durante a aplicação, coceira, desconforto, utilizando de forma errônea por haver queimadura se não houver o uso de solução salina(8). Tendo como escolha a área motora, por exemplo, na qual, encontra-se na metade posterior do lobo frontal, sendo dividido em: córtex motor, corte pré-motor e a área da broca (6), sendo específica, na região do córtex motor, que atua no controle dos movimentos gerais.

Figura 1: Exemplo de montagem dos eletrodos na região córtex motor



Fonte: Arquivo Pessoal, 2022.

2.2.3 MECANISMO DE AÇÃO DA ETCC

A ETCC funciona por meio de correntes diretas de baixa intensidade que são capazes de penetrar o crânio, chegando ao cérebro, promovendo modulação no limiar de excitabilidade, na taxa de disparo das células neuronais, agindo nos potenciais neuronais da membrana (22). Com base no que já foi pesquisado na neurofisiologia, a estimulação de forma anódica aumenta a excitabilidade cortical, e a catódica, diminui a excitabilidade, respectivamente, uma gera hipopolarização na membrana neuronal e a outra uma hiperpolarização (3).

Uma vez em que haja modulação do potencial de membrana com a ETCC no nível sináptico, de forma geral, atingindo todo o axônio, podendo ter resultados de efeitos não sinápticos, contribuindo para efeitos pós estimulação (44). No entanto, ocorrendo uma modulação de despolarização ou hiperpolarização nas populações neuronais, o resultado fisiológico da estimulação pode variar, pois depende da rede afetada seja ela inibitória ou excitatória.

2.3 ETCC NO ESPORTE

Com o objetivo de verificar a possível melhora no desempenho esportivo, a ETCC, está sendo cada vez mais investigada a fim de se verificar sua influência na força máxima dinâmica, força máxima isométrica, resistência muscular, desempenho aeróbico, flexibilidade e potência muscular, controle autonômico cardíaco e percepção de esforço (8,45). Conhecido que essas capacidades físicas podem ser modificadas por técnicas de neuromodulação (8).

Os efeitos no desempenho físico por exemplo, foram estudados em pessoas saudáveis identificando alterações positivas na fadiga neuromuscular, aumentando o tempo de contração dos extensores de joelho quando foram avaliados nove sujeitos, randomizados em grupo controle e *Sham*, utilizando 10 min de estimulação e 2,0mA, com um teste isométrico dos extensores de joelho, até a exaustão (46).

Em ciclistas, foi observado um aumento no pico de potência no cicloergômetro e uma tolerância ao exercício melhorada, neste estudo, foram avaliados onze atletas, utilizando três condições (ETCC anódica, catódica ou simulada) com 48h de intervalo, recebendo estímulos por 13 min e 2,0mA, para medir os efeitos da ETCC no desempenho até exaustão (8)

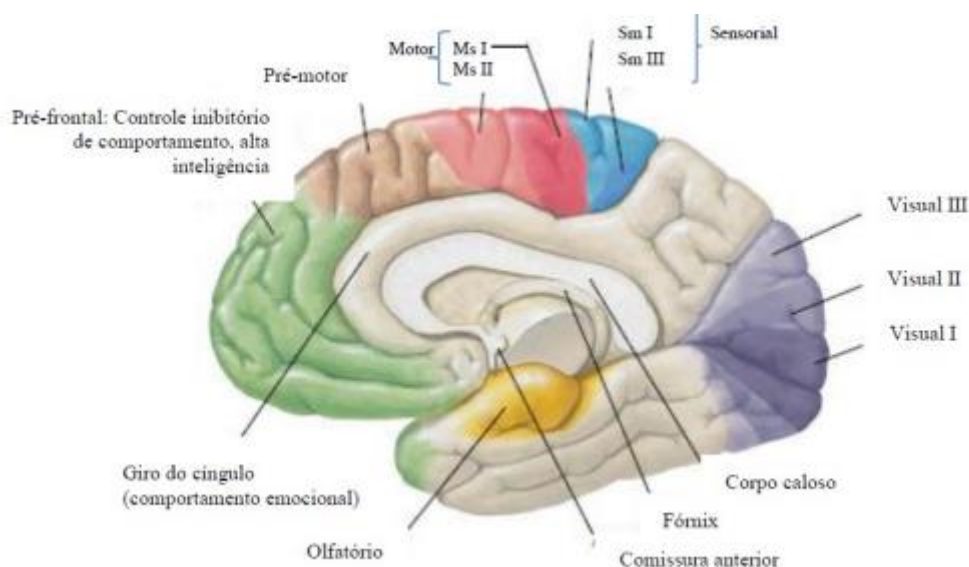
Por outro, em corredores, não foi encontrado qualquer alteração no pico de torque e resistência de fadiga foram avaliados vinte corredores, randomizados em controle e ETCC ativo, com estímulos de 20 min e 2mA, após a ETCC, eles foram submetidos a um teste de contrações concêntricas de flexão/extensão do joelho até atingir três contrações de 50% da contração voluntária máxima, e após uma semana receberam o estímulo contrário ao da primeira vez (47). Os corredores foram avaliados com um dinamômetro isocinético, protocolos de imagens e coleta de sangue, sendo que no presente foi utilizado uma célula de carga de carga e uma corrida em pista, apresentando resultados da especificidade de um corredor.

O uso da ETTC de forma anodal, sugere um desempenho melhorado na performance, prologando a resistência motora e em atividades de contração submáxima em corredores (48). E sendo avaliada em uma atividade de alta intensidade e curta duração buscando efeitos agudos em um sprint e no esforço percebido não foram encontrados resultados eficazes para o aumento do desempenho (49) . Logo, como pode ser observado não há um consenso nos resultados ao utilizar a ETCC, por se tratar de uma técnica relativamente nova, parece interessante e viável aprofunda-se nessa linha afim de exaurir as controvérsias a respeito do uso da ETCC no esporte.

3 ÁREA MOTORA E POTENCIAL DE AÇÃO

O córtex motor é subdividido em córtex motor primário (M1 ou área 4 de Brodmann), o M1 se localiza na primeira convolação do lobo frontal, anterior ao sulco central, sendo seu papel principal é enviar axônios à medula espinhal para fazer sinapses direto com os neurônios motores interligado com os músculos, atuando no controle geral dos movimentos. O córtex pré motor está diretamente ligado a coordenação de atividades voluntárias, tomar decisões, criatividade na execução de tarefas. Já a área de Broca funciona como centro da fala, organizando os movimentos da laringe e boca (50,51).

Figura 2: Área funcional do córtex cerebral



fonte: (52)

Os sinais nervosos são transferidos por potenciais de ação, que são mudanças rápidas no potencial de membrana que viajam através da membrana da fibra nervosa em alta velocidade. Cada potencial de ação começa com uma mudança repentina do potencial de membrana negativo normal para um potencial positivo e termina com um retorno ao potencial negativo. Para transmitir sinais nervosos, os potenciais de ação viajam ao longo das fibras nervosas até suas extremidades terminais (50,51,53).

Existe sucessivos estágios do potencial de ação, o estágio de repouso, pode ser dita como a membrana está “polarizada”, ou seja, potencial da membrana está em repouso, antes do início

do potencial de ação. O estágio de despolarização é quando a membrana fica permeável aos íons de sódio, permitindo que esses íons se espalhem para o interior do axônio. O estágio de Repolarização é logo após a membrana ter ficado permeável aos íons de sódio, os canais se fechando e os de potássio se abrindo, sendo assim, com essa difusão os íons de potássio para o exterior restabelece o potencial de repouso negativo da membrana (50,51,53).

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

- Analisar o efeito da estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) em corredores fundistas em uma corrida de 5000 metros.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar o esforço percebido durante a corrida de 5000 metros pós estimulação na ETCC anodal e comparar com o *Sham*.
- Mensurar a força muscular com pico de torque em um momento pré e pós estimulação;
- Verificar o desempenho na velocidade, carga interna, percepção de esforço dos corredores que receberam pós estimulação e o desempenho do grupo *Sham*.

5 METODOLOGIA

5.1 DESENHO DO ESTUDO

Trata-se de um estudo clínico, controlado por *Sham*, cego, em atletas de corrida fundista, com idade de 18 a 32 anos, conforme linha do tempo (fig. 2).

Figura 3: Desenho do Experimento

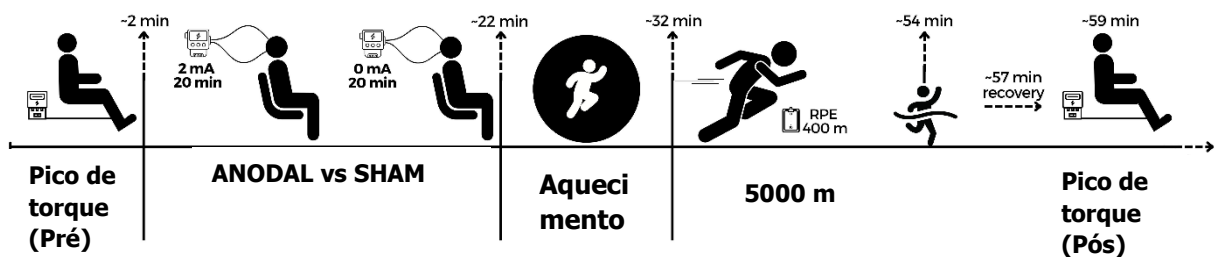


Fig 2. Pico de torque é realizado, depois a estimulação cerebral por 20 min observando as condições para os diferentes grupos, seguido pelo aquecimento da corrida, uma ligeira recuperação e volta para realizar o torque de pico.

5.2 LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi realizado na Pista de Atletismo na Universidade Federal de Sergipe – Campus São Cristóvão, localizado na Avenida Marechal Rondon Jardim s/n - Rosa Elze, São Cristóvão.

5.3 ASPECTOS ÉTICOS

O projeto foi submetido ao Comitê de Ética da Universidade Federal de Sergipe e aprovado (5.409.610) com Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (RBR-4yt3pvc). Os voluntários que participaram receberam instruções e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (APÊNDICE A), livre a retirar-se e desiste se sua participação em qualquer momento sem penalidade.

5.4 SUJEITOS

Participaram do estudo 22 corredores amadores, do sexo masculino, recrutados pelo Clube de Corrida e acessórias esportivas especializadas em corrida na cidade de Aracaju, contato por meio de redes sociais, selecionando os que preenchiam os critérios de elegibilidade.

5.5 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

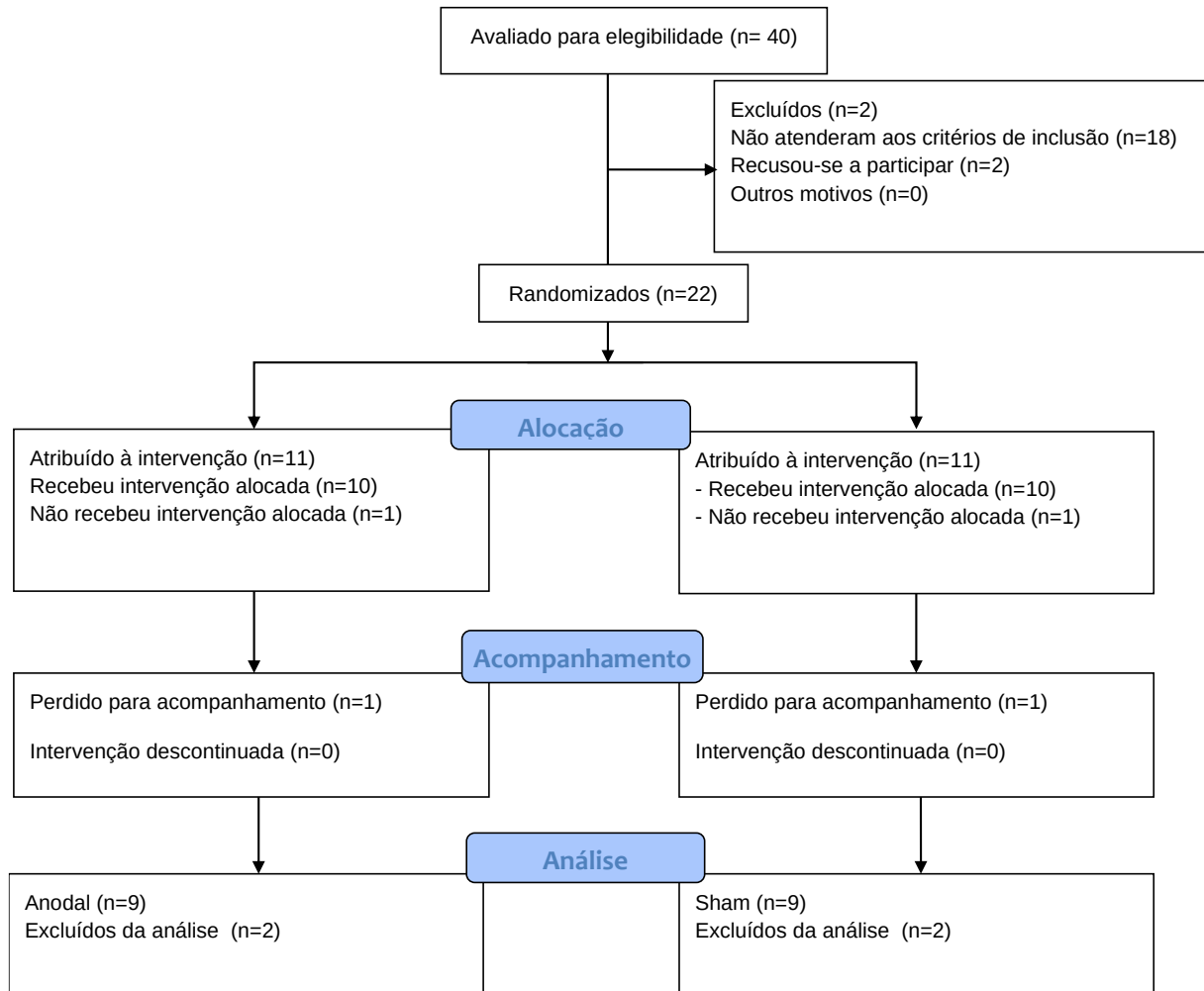
5.5.1 INCLUSÃO

- a) Indivíduo voluntário de livre espontânea vontade;
- b) Com mínimo de 01 ano de experiência de treinamento em Clube de Corrida;
- c) Idade entre 18 e 32 anos com participação em uma prova ou treino de 5 km nos últimos dois meses com tempo máximo de 22 minutos para cumprir a prova;
- d) Preencher adequadamente o assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido autorizando a participação na pesquisa em todos os testes como orientado.

5.5.2 EXCLUSÃO

- a) Indivíduos que não realizassem todas as etapas como orientado;
- b) Apresentar depravação no trato respiratório superior (resfriado, coriza);
- c) Lesões que impossibilite a realização de esforço máximo durante os testes, de qualquer natureza.

5.6 FLUXOGRAMA



5.7 INTERVENÇÃO

5.7.1 PROCEDIMENTOS DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA

A ETCC foi administrada de acordo com as direções similares as do (54) e (1). A corrente foi aplicada por um eletroestimulador Microestim Genius, fabricante NKL, registro ANVISA 80191680008, dimensões 13,7cm x 8,2cm x 4,2cm embebidos em solução salina. O posicionamento dos eletrodos foi no M1, sendo o ânodo no ponto C3, na região responsável pelos músculos dos membros inferiores (quadríceps) e o cátodo foi posicionado na região supraorbital, com intensidade de corrente 2 mA por 20 min, a corrente elétrica teve rampa de

subida e descida com duração de 30s e a resistência elétrica frequentemente era monitorada pelo display do estimulador. Para a condição *Sham* todo procedimento e montagem dos eletrodos foi a mesma, no entanto, sendo desligada um min após o início, tempo que não causa qualquer alteração.

5.7.2 AVALIAÇÃO DO PICO DE TORQUE

O pico de torque (Pt) foi avaliado como o máximo torque isométrico gerado pelos músculos extensores do joelho. O Pt foi determinado multiplicando-se o pico de força isométrica e o comprimento do segmento, dado pela distância entre o ponto de fixação do cabo da célula de carga e o centro da articulação do joelho. Para esta avaliação foi utilizado uma célula de carga (Kratos modelo CZC500) que fixado em um cordão inextensível e preso próximo ao maléolo por meio de um sistema de velcro posicionado ao lado dos maléolos (55).

5.7.3 TESTE DE CORRIDA

Após a estimulação os atletas foram instruídos para que ao comando do sinal sonoro iniciar a corrida de 5000m pela pista de atletismo oficial – 400 m da UFS. O tempo para concluir o percurso foi registrado por meio de um cronômetro manual (Besportble XL-013).

5.7.4 PERCEPÇÃO DE ESFORÇO E CARGA INTERNA DA SESSÃO DE TREINO

A escala de percepção de esforço CR-10 (Borg) (ANEXO 1) foi utilizada para avaliar a percepção esforço (PE). Para o cálculo da carga interna da sessão (CIS) foi utilizado a proposta de Foster (56) que é o valor da percepção de esforço obtido após o teste de esforço e aquecimento x tempo total da sessão em minutos.

4.7.5 DADOS ANTROPOMÉTRICOS

Para caracterização da amostra foi coletada por meio de um questionário o qual foi solicitado aos atletas a sua estatura (Height 26SM) e sua massa corporal (G-Tech), idade (anos).

5.7.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro Wilk, um *test t de Student* pareado foi realizado para comparar o Pt e o tempo total para concluir o percurso entre os

grupos. A PE a cada volta foi examinada pela análise de variância (Anova) de um fator, assim com a carga interna. O teste de *post-hoc* de *Tukey* para comparações múltiplas foi utilizado sempre que necessário. O teste *d* de Cohen foi usado para avaliar o tamanho do efeito, adotando os adotando os pontos de corte de 0,02-0,15 para um efeito pequeno, 0,16 a 0,35 como um efeito médio e mais de 0,35 como um efeito grande. Realizamos uma análise de poder estatístico a priori para estimar o número adequado de participantes necessários para gerar esses resultados, utilizando o programa G Power v. 3.1.9.7, calculamos um tamanho de efeito ($f = 1,5$). Foi adotado um intervalo de confiança de 95% com valor de significância de $p < 0,05$. Os dados estatísticos foram tabulados por meio software JAMOV v. 2.3.

6 RESULTADOS

A tabela 1 apresenta a caracterização da amostra, no qual os atletas do grupo Anodal tinham uma idade com média de 29 ± 7 anos, estatura média 173 ± 6 cm, massa corporal média 63 ± 8 , IMC 20 ± 2 e o grupo Sham com idade 25 ± 4 , estatura média 173 ± 6 , massa corporal média 67 ± 12 , IMC 22 ± 2 .

Tabela 1: Caracterização da Amostra

Participantes ANODAL	Idade (anos)	Composição Corporal (kg)	Altura (cm)	IMC (Kg/m ²)	Participantes SHAM	Idade (anos)	Composição Corporal (kg)	Altura (cm)	IMC (Kg/m ²)
A1	36	69	173	23	A0	26	65	169	23
B1	29	70	189	20	B0	20	63	169	22
C1	24	59	170	20	C0	25	58	177	19
D1	42	66	174	22	D0	31	66	170	23
E1	25	73	178	23	E0	24	51	166	19
F1	25	59	167	21	F0	34	65	169	23
G1	40	71	170	25	G0	23	89	185	26
H1	24	59	178	19	H0	26	68	175	22
I1	21	45	166	16	I0	26	64	174	21
Média	29	63	173	21		25	67	173	22
DP	7	8	6	2		4	12	8	2

O pico de torque nos diferentes momentos é apresentado na (Fig 4). Não foi possível observar uma diferença estatística significativa entre os grupos, com um valor de $p = 0.70$; 95% CI ± 1.11 ; $d = 0.18$, no entanto pela média é possível observar as médias entre o momento pré e pós no grupo Anodal (25 ± 5 vs 30 ± 10) e o grupo Sham (34 ± 8 vs 33 ± 10), (Fig. 5 e 6).

Figura 4: Pico de Torque

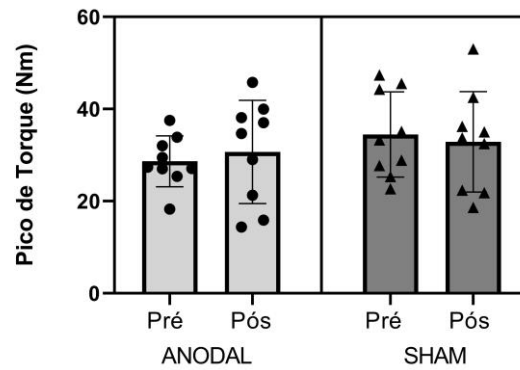


Fig 4. Valor do pico de torque realizado em dois momentos com atletas (n=18). Todos valores apresentados como média $\pm$ desvio padrão. $p = 0.70$

Figura 5: Pico de Torque ANODAL

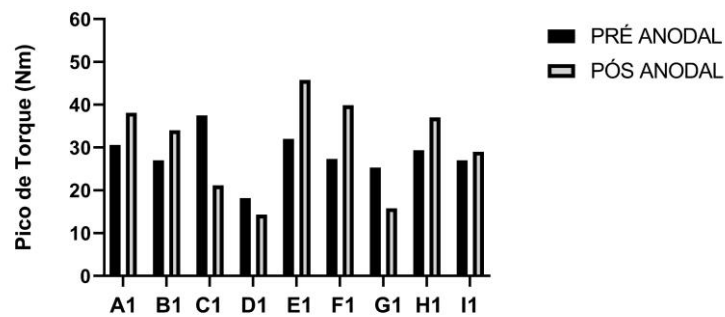


Figura 6: Pico de Torque Sham

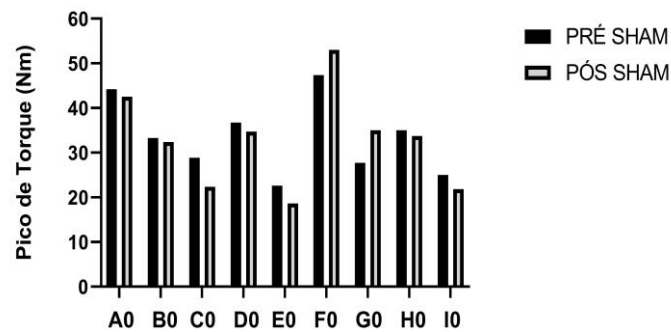
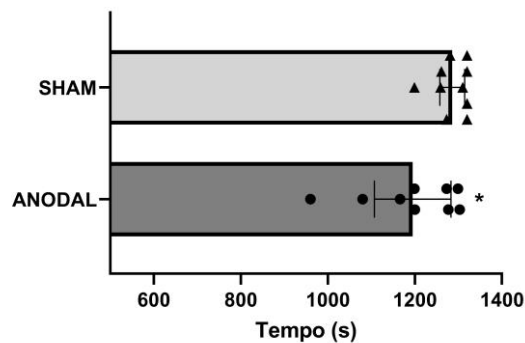


Fig 5 e 6. Valor do pico de torque individual realizado em dois momentos com atletas (n=18).

A (fig. 7) mostra o tempo total do percurso pós estimulação entre grupos anodal e *Sham*. O grupo anodal apresentou valor estatisticamente significativo ($p=0.02$; 95% CI 0.11–2.32; $d=1.24$). O grupo Anodal obteve um tempo menor que o grupo *Sham*, uma diferença de 96s. Já na (fig. 8) apresenta a velocidade média alcançada pelos corredores, reforçando a melhora no grupo anodal em comparação com o grupo *Sham*.

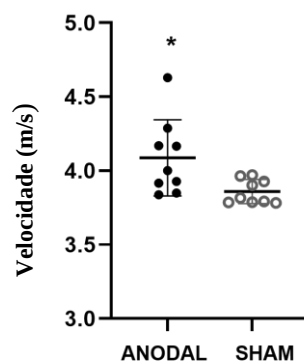
Figura 7: Tempo total de 5000 m



*Diferença estatisticamente significativa quando comparado os grupos ($p=0.02$).

Fig. 7. Tempo total dos atletas para concluir os 5000m realizado entre grupos ($n=18$). Todos valores apresentados como média $\pm$ desvio padrão.

Figura 8: Velocidade Média



*Diferença estatisticamente significativa quando comparado os grupos ($p=0.02$).

Fig. 8. Velocidade média para concluir os 5000m realizado entre grupos ($n=18$). Todos valores apresentados como média $\pm$ desvio padrão.

Os valores da PE são mostrados na (Fig. 9). Não apresenta diferença estatística significativa entre os grupos ($p = 0,18$), a PE dos atletas se manteve similar entre os grupos a cada volta de 400m. Assim, como na carga interna não apresenta diferença estatisticamente significativa (Fig. 10-).

Figura 9: Percepção de Esforço

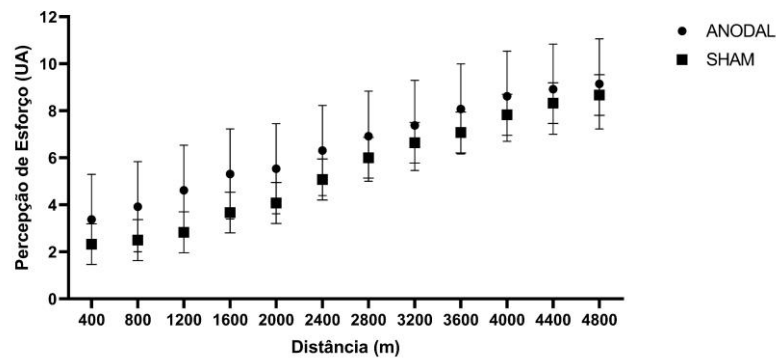


Fig 9. Percepção de Esforço (UA) a cada volta de 400m na pista oficial de atletismo por atletas. Apresentados como média e desvio padrão. (n=18).

Figura 10: Carga Interna

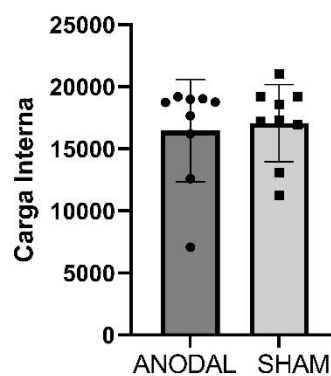


Fig 10: Carga Interna (UA). Apresentados como média e desvio padrão. (n=18).

7 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi verificar os efeitos da ETCC no desempenho de corredores fundistas (5000), no desempenho esportivo, força muscular e na PE. Os resultados demonstram que 20 min de estimulação com intensidade de 2mA sobre o córtex motor primário (C3) (57) promoveu uma melhora estatisticamente significativa com menor tempo para concluir o percurso do grupo anodal em comparação ao *Sham*, no entanto não houve diferença na PE, na carga interna e no pico de torque em corredores.

Em um estudo com corredores recreacionais foi verificado que 15 min de ETCC e 2mA não foi apresentado resultado significativo em relação a fadiga dos corredores (47), assim como um experimento realizando com atletas de taekwondo no qual foram estimulados por 15 min com intensidade de 2mA e a variável analisada foram os chutes, no qual a performance nos chutes teve um número menor e aumentou a PE dos atletas (12). Em contraponto, (58) Vitor-Costa, 2015, atestou um aumento significativo de tolerância ao exercício em atletas de ciclismo após seres submetidos a ETCC e pedalam de 60 a 90 rpm até a exaustão com 13 min de estimulação e 2mA.

Uma perspectiva possível para os achados neste estudo é de que a ETCC anodal influenciou na excitabilidade neural dos atletas fornecendo estímulos motivacionais e motores (1), melhorando assim o tempo na corrida necessários até finalizar a tarefa. PE que não houve redução, como é subjetiva pode ser entendida como um esforço máximo realizado devido as repostas do grupo anodal.

A avaliação do esforço percebido foi inalterada entre os grupos. Logo, é possível que a área de estimulação do córtex motor não interfere no esforço percebido, devido a percepção de esforço está ligada ao córtex cerebral (insular, cíngulo anterior, tálamo e opérculo frontal) (59). Como também existe uma enorme variabilidade interindividual, como genética, anatomia craniana e cerebral, estado psicológico, organização dos circuitos inibitórios e excitatórios, bem como as atividades de neurotransmissores (60).

Uma possibilidade para justificar dos resultados com a ETCC é a montagem dos eletrodos, todavia para melhorar o desempenho em exercícios de resistência a montagem extracéfalica no M1 é a mais adequada (61). Essa mesma montagem pode influenciar na PE, devido o processamento dos sinais neurais para gerar a PE serem descargas da área motora suplementar do córtex motor (62).

Foi observado que a autoconsciência é um ponto importante na decisão da estratégia de estimulação durante o exercício, por isso, a PE de cada exercício pode auxiliar o indivíduo a entender melhor a tensão momentânea causada pelo esforço físico, ajudando o indivíduo a decidir modular a intensidade do exercício (63).

Um possível efeito benéfico da ETCC no córtex motor estaria relacionado ao papel ao desenvolvimento da execução motora e fadiga, Além disso poderia melhorar a capacidade do sistema nervoso de gerar força durante esforços máximos (64). No entanto, os resultados não demonstram uma melhora significativa nos atletas corredores, não alterou de forma aguda a percepção de esforço e do pico de torque. Até o presente momento, esse é o primeiro estudo a investigar os efeitos desta técnica nesse população com um teste de corrida, força muscular e esforço percebido.

Um fator de limitador para este estudo talvez seja que por se tratar de atletas, o limiar de excitabilidade deles já esteja no máximo e uma estimulação aguda não produza melhores efeitos. Há também a heterogeneidade dos atletas pois são fundistas e suas quilometragens variam, entre 5km a 21 km e o tempo na prática do esporte também foi variada. E o possível efeito a longo prazo da estimulação, não acompanhar os atletas dias após realizada a sessão. Contudo, todas as etapas do presente estudo seguiram os parâmetros relatados por (8,9,61) no qual atestaram o uso de forma eficiente da ETCC no desempenho psicofisiológico. Tornando assim possível a replicabilidade dos testes em diferentes esportes.

Também acreditamos que uma investigação com atletas recreativos ainda pode ser oportuna, pois eles apresentam sensibilidades diferentes após a estimulação devido ao limiar de excitabilidade mais baixo do que os corredores treinados. Outras pesquisas devem ser realizadas para investigar os efeitos crônicos da ETCC, aprofundando assim o conhecimento sobre a amplitude das respostas no desempenho nesses protocolos.

Por fim, as melhorias no desempenho físico relacionadas ao protocolo agudo aqui investigado podem ser de grande importância para o treinamento diário de atletas. Esse resultado implica considerações práticas, principalmente devido à possibilidade de acesso à estimulação e ao seu custo-benefício.

8 CONCLUSÃO

Evidenciamos que a estimulação transcraniana por corrente contínua aplicada de forma aguda pode otimizar a performance reduzindo o tempo de corrida sem alterar o pico de torque, percepção de esforço e carga interna. A conclusão deste estudo apresenta ser uma proposta alternativa dentre variadas estratégias de estimulação que podem ser realizadas anteriormente a realização da competição. Além disso o equipamento de ETCC pode facilmente ser transportado para todos os locais de competição. Novas pesquisas são sugeridas a fim de se verificar o efeito crônico e também em diferentes níveis de corredores.

REFERÊNCIAS

1. Angius L, Mauger AR, Hopker J, Pascual-Leone A, Santarnecchi E, Marcora SM. Bilateral extracephalic transcranial direct current stimulation improves endurance performance in healthy individuals. *Brain Stimul.* 2018;11(1):108–17.
2. Stagg CJ, Nitsche MA. Physiological Basis of Transcranial Direct Current Stimulation. *The Neuroscientist.* 2011 Feb 22;17(1):37–53.
3. Nitsche MA, Paulus W. Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. *J Physiol.* 2000 Sep 15;527 Pt 3:633–9.
4. Santarnecchi E, Brem AK, Levenbaum E, Thompson T, Kadosh RC, Pascual-Leone A. Enhancing cognition using transcranial electrical stimulation. *Curr Opin Behav Sci.* 2015 Aug;4:171–8.
5. Colzato LS, Nitsche MA, Kibele A. Noninvasive Brain Stimulation and Neural Entrainment Enhance Athletic Performance—a Review. *Journal of Cognitive Enhancement.* 2017 Mar 31;1(1):73–9.
6. Vitor-Costa M, Pereira LA, Montenegro RA, Okano AH, Altimari LR. A estimulação transcraniana por corrente contínua como recurso ergogênico: uma nova perspectiva no meio esportivo. *Revista da Educação Física/UEM.* 2012 Jul 28;23(2).
7. Lefaucheur JP, Antal A, Ayache SS, Benninger DH, Brunelin J, Cogiamanian F, et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of transcranial direct current stimulation (tDCS). *Clinical Neurophysiology.* 2017 Jan;128(1):56–92.
8. Vitor-Costa M, Okuno NM, Bortolotti H, Bertollo M, Boggio PS, Fregni F, et al. Improving Cycling Performance: Transcranial Direct Current Stimulation Increases Time to Exhaustion in Cycling. *PLoS One.* 2015 Dec 16;10(12):e0144916.
9. Lattari E, Campos C, Lamego MK, Legey S, Neto GM, Rocha NB, et al. Can Transcranial Direct Current Stimulation Improve Muscle Power in Individuals With Advanced Weight-Training Experience? *J Strength Cond Res.* 2020 Jan;34(1):97–103.
10. Abdelmoula A, Baudry S, Duchateau J. Anodal transcranial direct current stimulation enhances time to task failure of a submaximal contraction of elbow flexors without changing corticospinal excitability. *Neuroscience.* 2016 May;322:94–103.
11. Uehara L, Boari Coelho D, Leal-Junior ECP, Vicente de Paiva PR, Batista AF, Duarte Moreira RJ, et al. Effects of Transcranial Direct Current Stimulation on Muscle Fatigue in Recreational Runners. *Am J Phys Med Rehabil.* 2022 Mar;101(3):279–83.
12. Mesquita PHC, Lage GM, Franchini E, Romano-Silva MA, Albuquerque MR. Bi-hemispheric anodal transcranial direct current stimulation worsens taekwondo-related performance. *Hum Mov Sci.* 2019 Aug;66:578–86.
13. Baldari C, Buzzachera CF, Vitor-Costa M, Gabardo JM, Bernardes AG, Altimari LR, et al. Effects of Transcranial Direct Current Stimulation on Psychophysiological Responses to Maximal Incremental Exercise Test in Recreational Endurance Runners. *Front Psychol.* 2018;9:1867.

14. Romero-Arenas S, Calderón-Nadal G, Alix-Fages C, Jerez-Martínez A, Colomer-Poveda D, Márquez G. Transcranial Direct Current Stimulation Does Not Improve Countermovement Jump Performance in Young Healthy Men. *J Strength Cond Res*. 2021 Oct;35(10):2918–21.
15. Alix-Fages C, Garcia-Ramos A, Romero-Arenas S, Nadal GC, Jerez-Martínez A, Colomer-Poveda D, et al. Transcranial Direct Current Stimulation Does Not Affect Sprint Performance or the Horizontal Force-Velocity Profile. *Res Q Exerc Sport*. 2022 Jul 3;93(3):650–8.
16. Adams GR, Harris RT, Woodard D, Dudley GA. Mapping of electrical muscle stimulation using MRI. *J Appl Physiol*. 1993 Feb 1;74(2):532–7.
17. Oliveira SN. Lazer sério e envelhecimento: Loucos por corrida. [Dissertação de Mestrado] Universidade Federal do Rio Grande do Sul Departamento de Educação. 2010;
18. Ferreira A. Maratona. Bureau. Salvador; 1984.
19. Marques LF da S, Ribeiro JL. Relationship between the 1000-meter running test and performance in the 5-km and 10- km running competition of 40-50 year-old runners. *Arquivos em movimento*. 2020 Feb 20;16(1).
20. Weineck J. Treinamento ideal. Editora Manole. 2003;9:740.
21. Barnes KR, Kilding AE. Strategies to Improve Running Economy. *Sports Medicine*. 2015 Jan 28;45(1):37–56.
22. Lieberman DE, Warrener AG, Wang J, Castillo ER. Effects of stride frequency and foot position at landing on braking force, hip torque, impact peak force and the metabolic cost of running in humans. *Journal of Experimental Biology*. 2015 Nov 1;218(21):3406–14.
23. Silva MV da, Franco VHP, Amaral JF, Costa W da C, Lima FVP, de Lima JRP. Perfil de ritmo de corredores de elite de 5.000 m e 10.000 m no Troféu Brasil de Atletismo 2018. *Motricidade*. 2020 Dec 24;16(21).
24. Vernillo G, Piacentini MF, Drake A, Agnello L, Fiorella P, La Torre A. Exercise Intensity and Pacing Strategy of a 5-km Indoor Race Walk During a World Record Attempt: A Case Study. *J Strength Cond Res*. 2011 Jul;25(7):2048–52.
25. Tucker R, Noakes TD. The physiological regulation of pacing strategy during exercise: a critical review. *Br J Sports Med*. 2009 Jun 1;43(6):e1–e1.
26. Pryor JL, Johnson EC, Yoder HA, Looney DP. Keeping Pace: A Practitioner-Focused Review of Pacing Strategies in Running. *Strength Cond J*. 2020 Feb;42(1):67–75.
27. Casado A, Hanley B, Jiménez-Reyes P, Renfree A. Pacing profiles and tactical behaviors of elite runners. *J Sport Health Sci*. 2021 Sep;10(5):537–49.
28. Zelichenok V. The long-term competition activity of the world's top athletes. *New Studies in Athletics*. 2005;20(2):19–24.

29. García-Verdugo M, Leibar X. Entrenamiento de la resistencia de los corredores de medio fondo y fondo. Gymnos. Madrid; 1997.
30. Daniels J. Fórmula de corrida Daniels. Artimed. Porto Alegre; 2013.
31. Platonov VN. Tratado geral de treinamento desportivo. Phorte. 2008.
32. Weineck J. Treinamento ideal . Manole. São Paulo; 1999.
33. Brazier Mab. The History Of The Electrical Activity Of The Brain As A Method For Localizing Sensory Function. Med Hist. 1963 Jul 16;7(3):199–211.
34. Parent A. Giovanni Aldini: From Animal Electricity to Human Brain Stimulation. Canadian Journal of Neurological Sciences / Journal Canadien des Sciences Neurologiques. 2004 Nov 2;31(4):576–84.
35. Zago S, Ferrucci R, Fregni F, Priori A. Bartholow, Sciamanna, Alberti: Pioneers in the Electrical Stimulation of the Exposed Human Cerebral Cortex. The Neuroscientist. 2008 Oct 16;14(5):521–8.
36. Aldini G. Essai théorique et expérimental sur le galvanisme avec une série d'expériences faites en présence des Commissaires de l'Institut national de France et en divers amphithéâtres anatomiques de Londres. De l'Imprimerie de Fournier fils; 1804.
37. Arndt R. Eletricidade em Psiquiatria. 2nd ed. Vol. 2. Archives of Psychiatry and Nervous Disorders; 1870. 259–337 p.
38. Bindman LJ, Lippold OCJ, Redfearn JWT. The action of brief polarizing currents on the cerebral cortex of the rat (1) during current flow and (2) in the production of long-lasting after-effects. J Physiol. 1964 Aug 1;172(3):369–82.
39. Priori A, Berardelli A, Rona S, Accornero N, Manfredi M. Polarization of the human motor cortex through the scalp. Neuroreport. 1998 Jul;9(10):2257–60.
40. Nitsche MA, Doemkes S, Karaköse T, Antal A, Liebetanz D, Lang N, et al. Shaping the Effects of Transcranial Direct Current Stimulation of the Human Motor Cortex. J Neurophysiol. 2007 Apr;97(4):3109–17.
41. Nitsche MA, Cohen LG, Wassermann EM, Priori A, Lang N, Antal A, et al. Transcranial direct current stimulation: State of the art 2008. Brain Stimul. 2008 Jul;1(3):206–23.
42. Huang Y, Thomas C, Datta A, Parra LC. Optimized tDCS for Targeting Multiple Brain Regions: An Integrated Implementation. In: 2018 40th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC). IEEE; 2018. p. 3545–8.
43. Workman CD, Kamholz J, Rudroff T. Increased leg muscle fatigability during 2 mA and 4 mA transcranial direct current stimulation over the left motor cortex. Exp Brain Res. 2020 Feb 9;238(2):333–43.
44. Ardolino G, Bossi B, Barbieri S, Priori A. Non-synaptic mechanisms underlie the after-effects of cathodal transcutaneous direct current stimulation of the human brain. J Physiol. 2005 Oct;568(2):653–63.

45. Angius L, Santarnecchi E, Pascual-Leone A, Marcora SM. Transcranial Direct Current Stimulation over the Left Dorsolateral Prefrontal Cortex Improves Inhibitory Control and Endurance Performance in Healthy Individuals. *Neuroscience*. 2019 Nov;419:34–45.
46. Angius L, Pageaux B, Hopker J, Marcora SM, Mauger AR. Transcranial direct current stimulation improves isometric time to exhaustion of the knee extensors. *Neuroscience*. 2016 Dec;339:363–75.
47. Uehara L, Boari Coelho D, Leal-Junior ECP, Vicente de Paiva PR, Batista AF, Duarte Moreira RJ, et al. Effects of Transcranial Direct Current Stimulation on Muscle Fatigue in Recreational Runners. *Am J Phys Med Rehabil*. 2022 Mar;101(3):279–83.
48. Oki K, Mahato NK, Nakazawa M, Amano S, France CR, Russ DW, et al. Preliminary Evidence That Excitatory Transcranial Direct Current Stimulation Extends Time to Task Failure of a Sustained, Submaximal Muscular Contraction in Older Adults. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*. 2016 Aug;71(8):1109–12.
49. Alix-Fages C, Romero-Arenas S, Calderón-Nadal G, Jerez-Martínez A, Pareja-Blanco F, Colomer-Poveda D, et al. Transcranial direct current stimulation and repeated sprint ability: No effect on sprint performance or ratings of perceived exertion. *Eur J Sport Sci*. 2022 Apr 3;22(4):569–78.
50. Lent R. Cem Bilhões de Neurônios? Conceitos Fundamentais de Neurociência. 2nd ed. São Paulo: Atheneu; 2010.
51. Guyton A, Hall J, Moreno M. Tratado de Fisiologia Médica. Vol. 2011. México: Interamericana; 1971.
52. Netter FH. Atlas de Anatomia Humana. Rio de Janeiro: Elsevier; 2006.
53. Miziara IMMIM. Ativação do córtex motor com uso de jogo sério em adolescentes com paralisia cerebral hemiparética. [Uberlândia]: Universidade Federal de Uberlândia; 2019.
54. Vitor-Costa M, Okuno NM, Bortolotti H, Bertollo M, Boggio PS, Fregni F, et al. Improving cycling performance: Transcranial direct current stimulation increases time to exhaustion in cycling. *PLoS One*. 2015 Dec 1;10(12).
55. Kamali AM, Kazemiha M, Keshtkarhesamabadi B, Daneshvari M, Zarifkar A, Chakrabarti P, et al. Simultaneous transcranial and transcutaneous spinal direct current stimulation to enhance athletic performance outcome in experienced boxers. *Sci Rep*. 2021 Oct 5;11(1):19722.
56. Foster C. Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Med Sci Sports Exerc*. 1998 Jul;30(7):1164–8.
57. Bento PCB, Pereira G, Ugrinowitsch C, Rodacki ALF. Peak torque and rate of torque development in elderly with and without fall history. *Clinical Biomechanics*. 2010 Jun;25(5):450–4.

58. Vitor-Costa M, Okuno NM, Bortolotti H, Bertollo M, Boggio PS, Fregni F, et al. Improving Cycling Performance: Transcranial Direct Current Stimulation Increases Time to Exhaustion in Cycling. *PLoS One*. 2015 Dec 16;10(12):e0144916.
59. Morree HM, Klein C, Marcora SM. Perception of effort reflects central motor command during movement execution. *Psychophysiology*. 2012 Sep;49(9):1242–53.
60. Li LM, Uehara K, Hanakawa T. The contribution of interindividual factors to variability of response in transcranial direct current stimulation studies. *Front Cell Neurosci*. 2015 May 12;9.
61. Park SB, Sung DJ, Kim B, Kim S, Han JK. Transcranial Direct Current Stimulation of motor cortex enhances running performance. *PLoS One*. 2019 Feb 22;14(2):e0211902.
62. Angius L, Hopker J, Mauger AR. The Ergogenic Effects of Transcranial Direct Current Stimulation on Exercise Performance. *Front Physiol*. 2017 Feb 14;8.
63. Mauger AR. Fatigue is a pain—the use of novel neurophysiological techniques to understand the fatigue-pain relationship. *Front Physiol*. 2013;4.
64. Klem GH, Lüders HO, Jasper HH, Elger C. The ten-twenty electrode system of the International Federation. *The International Federation of Clinical Neurophysiology. Electroencephalogr Clin Neurophysiol Suppl*. 1999;52:3–6.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título do projeto: **EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA EM ATLETAS DE ATLETISMO DE SERGIPE**

COORDENADORES DA PESQUISA (PESQUISADORES RESPONSÁVEIS)

Departamento: Departamento de Educação Física

Nome: Raphael Fabricio de Souza - raphaelctba20@hotmail.com - (079) 99163-6001

Leila Fernanda dos Santos - santosf.leila@gmail.com - (079) 99828-7809

Você está sendo convidado para participar do projeto de pesquisa acima identificado. Todas as informações necessárias sobre a pesquisa encontram-se relacionadas abaixo e caso existam dúvidas, favor esclarecê-las antes da assinatura do presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE.

Para confirmação desta pesquisa, esclarecer dúvidas, fazer reclamações ou denúncias pode-se contactar o Comitê de Ética e Pesquisa CEP-UFS, pois a missão do CEP-UFS é salvaguardar os direitos e a dignidade dos participantes de pesquisa.

Endereço: Campus da Saúde Prof. João Cardoso Nascimento JR - Prédio do Centro de Pesquisas Biomédicas. Rua Cláudio Batista s/n - Bairro Sanatório - Aracaju/SE

Tel.: (79)3194-7208

E-mail: cep@academico.ufs.br

Atendimento externo: Das: 07h às 12h

Explicitação dos objetivos do estudo:

Com a pretensão de contribuir com o desenvolvimento e evidências sobre a estimulação transcraniana por corrente contínua além de fornecer compreensão acerca do assunto, para que influencie em desempenho nos treinos e competições de atletas, bem como para estudantes e pesquisadores para que aprofundem seus conhecimentos e obtenham argumentos diante de suas teses e hipóteses através dos resultados obtidos promovendo o conhecimento, tendo como

objetivo investigar os efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua no desempenho e respostas fisiológicas de atletas de atletismo.

Apresentação dos métodos para os avaliados:

Serão realizados alguns testes, em dois dias diferentes, no Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Sergipe (DEF-UFS) dentre eles, o teste de capacidade cardiorrespiratória na qual consiste em uma corrida em esforço máximo numa distância de 3200m em um tempo máximo de 12 minutos, e medidas antropométrica que será avaliado a estatura e a massa corporal. No segundo dia no qual será aplicada a estimulação, que é completamente segura e livre de efeitos adversos, realizada de forma que é fixados eletros no couro cabeludo e aplicada uma intensidade de 2mA por 20 minutos, logo depois, o teste de potência dos membros inferiores e a corrida de 5000m para verificar a eficiência da estimulação, e aplicação de um questionário sobre efeitos adversos, sendo que antes e após a corrida haverá uma verificação por meio da escala de borg. sobre a fadiga do corredor. Todos os testes terão o pesquisador como aplicador e colaboradores que serão devidamente capacitados.

Teste de capacidade cardiorrespiratória

Haverá um teste de esforço máximo por percurso de 3200 m pista de atletismo oficial – 400 m da UFS, no qual devem iniciar ao escutar o sinal sonoro e terão 12 minutos para concluir, então o tempo gasto para concluir o percurso será registrado e então o participante será classificado como muito fraco até excelente.

Avaliação antropométrica

Por meio de uma balança analógica com estadiômetro, então com esses dados será obtido o IMC - índice de massa corporal, assim como sua classificação.

Aplicação da ETCC

A estimulação será aplicada pelo pesquisador o qual será devidamente capacitado e treinado, será por meio do aparelho de estimulação e dois eletrodos embebidos em solução salina. Para a posição dos eletrodos em pontos específicos no couro cabeludo (córtex motor) que é a área central da cabeça, será posicionado o ânodo no ponto C3 e C4 e o cátodo será posicionado na protuberância occipital, com intensidade de corrente 2 mA por 20 minutos, a corrente elétrica terá aumento no início e diminuição no final com uma duração de 30 segundos.

Mensuração de potência muscular de membros inferiores

Para a avaliação do Counter Movement Jump – CMJ que um salto em contra movimento, o participante começará a partir de uma posição em pé e ereto, com os pés sobre um tapete, afastados aproximadamente na largura dos ombros e com as mãos nos quadris, logo após fará um movimento descendente flexionando os joelhos e quadris, em seguida, saltará verticalmente estendendo estas articulações.

Teste de Corrida

Após a estimulação os voluntários ETCC serão instruídos para que ao comando do sinal sonoro deverá iniciar a corrida de 5000m pela pista de atletismo oficial – 400 m da UFS. O

tempo que for gasto para concluir o percurso será registrado por meio de um cronometro manual.

Avaliação da Percepção de Esforço (PE)

PÁGINAS 3 DE 4

Por meio da Escola de Borg, adaptada será realizada a percepção de esforço (PE), no qual solicitará aos voluntários que informe uma nota de 0 a 10 com relação a sua sensação de fadiga ao realizar o teste, e deverá ser aplicada após o teste de corrida. Sendo que o 1 vai ser muito fácil e 10 extremamente difícil, então quanto maior a fadiga maior será a nota.

Efeitos Adversos

O questionário de efeitos adversos (tDCS – *Side Effects Questionnaire* versão BR) será aplicado logo após a estimulação, para verificar a possível ocorrência de efeitos provocados pela aplicação da estimulação.

Riscos

Por se tratar de uma pesquisa com seres humanos eventuais problemas podem, infelizmente, acontecer. Devido a prática esportiva com os riscos de lesões musculares, óssea e articular ou algum outro advento não previsto. E como medidas de segurança para minimizar todo e qualquer risco, as práticas serão evitadas em condições de clima desfavoráveis (tempestade). E com a estimulação podem ocorrer um leve formigamento e queimadura no couro cabeludo, no que deverá ser evitado pelo uso de solução salina nos eletrodos. Outro desconforto poderá ocorrer ao responder as perguntas sentindo-se intimidado a mentir, mas serão orientados e acalmados pelo pesquisador e informados que só precisarão responder as questões que estejam confortáveis, permitindo assim perguntas sem respostas. E devido a Covid-19 ainda atuante as recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS), do Estado e do Município serão obedecidas, permitindo a todos um processo de coleta com a devida segurança.

Benefícios

Os voluntários serão beneficiados indiretamente devido as informações de sua condição fisiológica devido ao teste de capacidade cardiorrespiratória e desempenho físico esportivo e pelo conhecimento posterior pós finalização da pesquisa. Após finalização da pesquisa haverá uma apresentação divulgados com dados e explicado toda a pesquisa, além de fornecer individualmente dos dados dos voluntários.

Providências e cautelas

Caso o participante em algumas das fases relate alguma dor seja ela onde for será orientado a cessar os testes, para prevenir agravos. Bem como haverá assistência de um enfermeiro para primeiros socorros e um carro de prontidão para necessidade de deslocamento do participante até um centro de atendimento de urgência e emergência.

Liberdade do participante:

É garantida ao participante a liberdade de se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma.

Sigilo:

Os resultados obtidos durante este estudo serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados em publicações científicas. Dos mecanismos adotados para a anonimização dos dados, o contato ocorrerá individualmente, solicitando a assinatura do TCLE. Depois de recrutados os participantes serão classificados como números. A lista com esses números será

repassada para um assistente de pesquisa, o qual não participará da coleta de dados, este fará por meio de números aleatórios a randomização de forma independente no Microsoft Excel. Fazendo com que seja preservada a identificação do participante.

Informação acerca:

PÁGINAS 4 DE 4

Ressarcimento

Um reembolso de taxa de deslocamento de R\$ 8,00 será distribuído para cada visita. Ademais, cada atleta será ofertado de 5 copos de água de 500ml para cada visita. Assim como, compensação material para extravio ou furto de algum objeto sob responsabilidade do grupo de avaliadores.

Assistência gratuita

Os pesquisadores se responsabilizam por dano associado (ou decorrente) da pesquisa o agravo imediato ou posterior, direto ou indireto, ao indivíduo ou à coletividade, decorrente da pesquisa, assim como, proporcionaremos assistência imediata e integral aos participantes da pesquisa no que se refere às complicações e danos decorrentes da mesma.

Indenização

Os participantes da pesquisa que vierem a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, terá direito à indenização, por parte do pesquisador, nas diferentes fases da pesquisa.

Direito a ter uma via do TCLE

Os pesquisadores asseguram que ao final da leitura deste documento, mediante a assinatura e rubrica de todas as páginas, o participante receberá uma via do mesmo.

Permissão para uso da imagem:

Serão feitos alguns registros do processo de coleta, no entanto, não haverá exposição dos participantes, apenas divulgação dos métodos. Mas como forma de pactuação nesse processo de filmagem, a página 5-6 o TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGENS E OU DEPOIMENTO.

DECLARAÇÃO DO PARTICIPANTE:

Declaro que fui informado dos objetivos e dos métodos referentes ao estudo “**EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA EM ATLETAS DE ATLETISMO DE SERGIPE**”, de maneira clara e detalhada, e esclareci as minhas dúvidas. Estou informado de que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar, se assim o desejar.

Declaro que concordo em participar desse estudo, que recebi uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e em caso de dúvidas não esclarecidas de maneira adequada pelo pesquisador responsável, de discordância com procedimentos ou irregularidade de natureza ética, posso buscar auxílio junto ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Sergipe, no seguinte endereço e contatos: Departamento de Educação Física, campus São Cristóvão - Universidade Federal de Sergipe-UFS

São Cristóvão, ____ de _____ de 2022.

Pesquisador

Participante da Pesquisa

APÊNDICE B



TERMO DE CONSENTIMENTO DE UTILIZAÇÃO DE IMAGEM PARA FINS ACADÊMICOS

Venho por meio deste termo autorizar a utilização de imagens referentes à coleta de dados do projeto intitulado **EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANINA POR CORRENTE CONTÍNUA EM ATLETAS DE ATLETISMO DE SERGIPE** para fins exclusivamente acadêmicos.

São Cristóvão, ____ de _____ de 2022.

Pesquisador

Participante da Pesquisa

Does the sequence of plyometric and dynamic stretching exercises influence subsequent sprint performance? A randomized crossover intervention study

AUTHORS: Devisson S. Silva^{1,2}, Daniel Boulosa^{3,4}, Erika V. M. Pereira¹, Micael D.J. Alves^{1,2}, Matheus S.S. Fernandes³, Felipe J. Aider^{1,2}, Leila F. dos Santos^{1,2}, Raphael F. de Souza^{1,2}

¹ Department of Physical Education, Federal University of Sergipe (UFS), São Cristóvão, Brazil,

² Graduate Program In Physical Education, Federal University of Sergipe (UFS), São Cristóvão, Brazil,

³ Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Brazil.

⁴ College of Healthcare Sciences, James Cook University, Townsville, Australia.

⁵ Graduate Program, Postgraduate Program In Neuropsychiatry and Behavioral Sciences, Federal University of Pernambuco (UFPE), Recife, Brazil

ABSTRACT: The objectives of this study were to evaluate the acute effects of the sequence order of drop jumps (DJ) and dynamic stretching (DS) on sprinting performances in competitive athletes and to investigate the relationships between post-activation performance enhancement (PAPE) in sprint performance and lower limb power. Thirteen male jumpers and sprinters participated in this study (19 ± 2 years; 177 ± 7 cm; 71.7 ± 5.6 kg). Through a randomized crossover design, the athletes were exposed to three different conditions after a standardized warm-up: DS+DJ, DJ+DS, and control. Sprinting performance over 40 m was analysed with consideration of initial (0 to 20 m) and final acceleration (20 to 40 m) phases. The effect of intervention was examined by two-way repeated-measures of ANOVA. Pearson's correlation test was used to determine the association between PAPE during sprinting and jump performance. There was no effect of any factor on 40-m sprint performance. Meanwhile, the performance at 20–40 m was higher after the DS+DJ condition when compared to baseline (8.79 ± 0.43 vs. 8.91 ± 0.35 m/s; $p = 0.015$). However, the initial acceleration was worsened in the DJ+DS condition when compared to baseline (6.26 ± 0.25 vs. 6.22 ± 0.26 m/s; $p = 0.002$). There was a negative correlation between CMJ height and the improvement in final acceleration ($r = -0.741$; $p = 0.004$). The use of DS prior to DJ is an effective strategy to improve performance in the final acceleration phase (20–40 m). The athletes with lower levels of lower limb power benefited the most from this PAPE strategy.

CITATION: Silva DS, Boulosa D, Pereira EVM et al. Does the sequence of plyometric and dynamic stretching exercises influence subsequent sprint performance? A randomized crossover intervention study *Int J Sport. 2024*;41(2):xx-xx.

Received: 2022-12-10; Reviewed: 2023-01-18; Re-submitted: 2023-07-01; Accepted: 2023-07-01; Published: 2023-08-xx.

Corresponding author:
Devisson dos Santos Silva
Department of Physical
Education, Federal University of
Sergipe (UFS), São Cristóvão,
Brazil
E-mail: devissondsilva@gmail.com

ORCID:
Devisson Silva
0000-0001-8760-2629

Daniel Boulosa
0000-0002-8477-127x

Erika Pereira
0000-0002-8864-2854

Micael Alves
0000-0002-6333-3367

Matheus Fernandes
0000-0002-1066-9176

Felipe Aider
0000-0001-7378-4629

Leila dos Santos
0000-0003-4060-2032

Raphael de Souza
0000-0002-3899-6849

Key words:
Track and field
Athletic performance
PAPE
Muscle stretching exercises
Plyometric
Warm-up

INTRODUCTION

Warming up is an important part of athletes' routine during both training sessions and competitions, aiming to provide adequate biomechanical and physiological conditions that can influence the performance of the subsequent main activity [1]. Hence, previous investigations have sought to determine the best warm-up strategies in various sports to promote higher levels of force production [2, 3], decrease the oxygen deficit [4], increase body temperature [1, 4] and induce post-activation performance enhancement (PAPE) [5, 6].

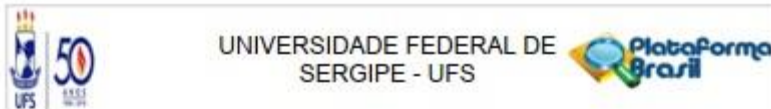
To promote PAPE, various types of conditioning activities (CAs) have been used, including traditional strength exercises [7], eccentric loading exercises [8], ballistic exercises [9] and sled towing [10], with the possibility of combining these exercises in different sequences [11]. However, some of these activities require the use of additional equipment, including supports, bars, etc., thus making them difficult to use in a competitive environment. From this perspective, the use of

ballistic exercises can be considered a viable alternative without the need for complementary equipment [9, 12, 13], therefore presenting greater applicability in competitive settings. Ballistic exercises have also shown greater concentric speed, strength and muscle activation compared to a similar traditional exercise movement [14]. Among the most commonly used ballistic exercises are plyometric exercises (PE) [10, 12, 15] and dynamic stretching (DS) [16, 17].

The use of DS exercises during the warm-up has previously shown improvements in jumping performance [18–20], peak strength [19], and linear sprinting speed [19]. In addition, PAPE has also been observed in sprint [21, 22], countermovement jump (CMJ) [23] and competitive performances in athletics [24, 25] after implementation of PE in the warm-up routine. Interestingly, the inclusion of three depth jumps after DS promoted higher performance enhancements in a 20-m sprint when compared to DS alone [22]. Moreover, the inclusion of

ANEXO 1

PARECER DE APROVAÇÃO DO PROJETO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA EM ATLETAS DE ATLETISMO

Pesquisador: RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 56703722.2.0000.5546

Instituição Proponente: FUNDACAO UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.409.610

Apresentação do Projeto:

As informações elencadas nos campos "Apresentação do Projeto", "Objetivo da Pesquisa" e "Avaliação dos Riscos e Benefícios" foram retiradas do arquivo "Informações Básicas da Pesquisa" (PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1900534.pdf) e do "Projeto Detalhado / Brochura Investigador" (PROJETO_POSPENDENCIAS2.pdf), postados em 30/04/2022.

Introdução:

No recente cenário de desenvolvimento esportivo, o estudo da estimulação cerebral tem evidenciado um promissor recurso para o atleta (COLZATO, NITSCHKE, KIBELE, 2017; MESQUITA, 2019). Dentre variadas estratégias com objetivos ergogênicos, a busca por métodos não-invasivos e indolores associados com treinamentos intensos, são constantemente estudados (VITOR COSTA et al. 2012; FRCZEK et al., 2016). Com este propósito, a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) tem sido pesquisada a fim de ajudar na melhora de doenças neurológicas, aumentar as habilidades cognitivas, memória e coordenação (KAMILI et al. 2021, UEHARA 2021).

A ETCC é caracterizada por ser uma técnica de estímulo com correntes diretas de baixa amplitude na região do escalpo, por meio de eletrodos, proporcionando alterações na excitabilidade da área cerebral de interesse (GEORGE; ASTON-JONES, 2010; SINGH, 2014; LÓPEZ-ALONSO, 2015). Robustas evidências indicam que as correntes elétricas podem modificar os potenciais neuronais transmembranares, influenciando assim os níveis de excitabilidade e das taxas de disparo das

Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº
Bairro: São João CEP: 49.060-110
UF: SE Município: ARACAJU
Telefone: (79)3194-7205 E-mail: cep@academico.ufs.br



células neuronais (MESQUITA, 2019). Neste contexto, estímulos nas regiões do córtex motor podem influenciar diretamente a performance esportiva (VITOR-COSTA et al. 2015)

Estudos publicados acerca dos efeitos da ETCC sobre alterações psicofisiológicas, no desempenho físico esportivo, concluíram melhoras no salto com contra movimento após 20min de estímulo (Lattari et al. 2017), aumento no tempo de exaustão e desempenho de ciclistas em percurso de 10km após 13 minutos de estimulação. Contudo, pesquisas controversas não identificaram qualquer efeito agudo no desempenho de corredores amadores (Uehara 2021) e também em atletas de taekwondo após com 15 minutos de estimulação, com intensidade de 2mA, para verificar o desempenho no chute (Mesquita, 2019). Diante disso, o presente estudo visa discorrer acerca das alterações na performance que a ETCC pode promover em corredores, hipotetizado uma melhora no tempo de corrida após 20 minutos de estimulação na intensidade de 2mA. O objetivo deste estudo foi verificar a influência da ETCC no desempenho esportivo em atletas de atletismo.

Hipótese:

Diante disso, o presente estudo visa discorrer acerca das alterações na performance que a ETCC pode promover em corredores, hipotetizado uma melhora no tempo de corrida após 20 minutos de estimulação na intensidade de 2mA. O objetivo deste estudo foi verificar a influência da ETCC no desempenho esportivo em atletas de atletismo.

Metodologia Proposta:

A pesquisa caracterizar-se-á por ser exploratória, descritiva com delineamento experimental, abordagem quantitativa e natureza empírica. Os participantes da pesquisa serão compostos por uma seleção, de maneira intencional de 20 atletas de atletismo – ambos os sexos que em provas e treinos obtenham o tempo máximo de cumprimento com 35 minutos nos últimos 2 meses – do "Clube de Corrida UFS", gerenciado pelo departamento de Educação Física da Universidade Federal de Sergipe sob coordenação do prof. Dr. Raphael Fabrício de Souza e Micael Delvison de Jesus Alves.

O contato será feito por meio dos registros do Clube de Corrida UFS, via rede social, convidando os atletas a participarem da pesquisa. A pesquisa irá arcar com os custos de deslocamento dos voluntários e com sua hidratação. Teste da Capacidade Cardiorrespiratória

Como meio para classificação dos voluntários da pesquisa será verificada a capacidade cardiorrespiratória e tal, será solicitado aos voluntários que após um sinal sonoro ele corra em sua

Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº
Bairro: Sanatório CEP: 49.060-110
UF: SE Município: ARACAJU
Telefone: (79)3194-7208 E-mail: cap@academico.ufs.br



Continuação do Parecer: 5.409.810

capacidade máxima por percurso de 3200 em uma pista de atletismo oficial – 400 m da UFS, serão Instruídos a Iniciarem após um sinal sonoro. O tempo que for gasto para concluir o percurso será registrado por meio de um cronômetro manual para realizar e anotado para o cálculo do VO2MÁX por Weltman et al. 1987. Avaliação Antropométrica

Ainda como critério de classificação, serão verificados a massa e a estatura dos voluntários para caracterização da amostra. Por meio de uma balança analógica com estadiômetro da marca Toledo® de precisão 100g e 1,0 cm, utilizando-se dos procedimentos de mensuração de Gordon, Chumlea e Roche (1988), então com esses dados será obtido o IMC - Índice de massa corporal, assim como sua classificação.

Aplicação da ETCC

A ETCC será administrada de acordo com as direções similares as do Vitor-Costa et al. (2015) e Angius et al. (2018). Então a corrente será aplicada por um eletroestimulador Microestim Genius, fabricante NKL, registro ANVISA 80191680008, dimensões 13,7cm x 8,2cm x 4,2cm embebidos em solução salina. Para a posição dos eletrodos o mapeamento 10-20 do EEG (KLEM et al., 1999) será utilizado, sendo posicionado o ânodo no ponto C3 e C4, e o cátodo será posicionado na protuberância occipital, com intensidade de corrente 2 mA por 20 minutos, a corrente elétrica terá aumento no início e diminuição no final com uma duração de 30 segundos. Para a condição sham todo procedimento e montagem dos eletrodos será a mesma, contudo, a intensidade adotada inferior, sendo desligada 30 segundos após o início.

Mensuração De Potência Muscular De Membros Inferiores

Para a avaliação do Counter Movement Jump - CMJ, o participante começará a partir de uma posição em pé e ereto, com os pés sobre um tapete, afastados aproximadamente na largura dos ombros e com as mãos nos quadril, logo após fará um movimento descendente flexionando os joelhos e quadril, em seguida, saltará verticalmente estendendo estas articulações. A análise será realizada utilizando um tapete da marca Probiotics Inc, 8502 ESSLINGER, CT, HUNTSVILLE que estará conectado a um software em um computador. A melhor pontuação de três tentativas será utilizada para análise.

Teste de Corrida

Após a estimulação os voluntários ETCC serão Instruídos para que ao comando do sinal sonoro deverá Iniciar a corrida de 5000m pela pista de atletismo oficial – 400 m da UFS. O tempo que for gasto para concluir o percurso será registrado por meio de um cronômetro manual. E para condição sham também farão da mesma forma para que seja comparado se houve melhora ou não entre os grupos.

Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº

Bairro: São João

CEP: 49.060-110

UF: SE Município: ARACAJU

Telefone: (79)3194-7208

E-mail: cap@academico.ufs.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SERGIPE - UFS



Continuação do Parecer: 5.409.610

Avaliação da Percepção de Esforço (PE). Por meio da Escala de Borg, adaptada, será realizada a percepção de esforço (PE). Efeitos Adversos

O questionário de efeitos adversos (IDCS – Side Effects Questionnaire versão BR) (ANEXO 3) será aplicado logo após a estimulação, para verificar a possível ocorrência de efeitos provocados pela aplicação da ETCC.

Critério de Inclusão:

Indivíduo voluntário e livre espontânea vontade, com mínimo de 01 ano de experiência de treinamento no Clube de Corrida, idade entre 18 e 32 anos com participação em uma prova ou treino de 5 km nos últimos dois meses com tempo máximo de 35 minutos para cumprir a prova, deverão preencher adequadamente o assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido autorizando a participação na pesquisa e participar de todos os testes como orientado.

Critério de Exclusão:

Indivíduos que não realizarem todas as etapas como orientado, apresentar depravação no trato respiratório superior, bem como lesões que impossibilitem a realização de esforço máximo durante os testes.

Metodologia de Análise de Dados:

Primeiramente, será adotado um intervalo de confiança de 99% com valor de significância de $p < 0,05$. Para calcular a amostra o software GPOWER3 será utilizado tendo como métrica o grupo ETCC e o grupo sham. Permitindo verificar a amostra total e as perdas. O teste de Shapiro-Wilk será empregado para verificação dos dados em sua normalidade. A ANOVA, análise de variância, processará as medidas dos grupos ETCC e sham. Os dados estatísticos serão tabulados por meio software SPSS - versão 22.0. E todos os dados serão apresentados de forma paramétrica descritiva por valores médios e desvio padrão.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Investigar os efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua - ETCC no desempenho e respostas fisiológicas de atletas de atletismo.

Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº
Bairro: Santônio CEP: 49.060-110
UF: SE Município: ARACAJU
Telefone: (79)3194-7208 E-mail: cep@academico.ufs.br



Continuação do Parecer: 5.409.610

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Por se tratar de uma pesquisa com seres humanos eventuais problemas podem, infelizmente, acontecer. Devido a prática esportiva com os riscos de lesões musculares, óssea e articular ou algum outro advento não previsto. E como medidas de segurança para minimizar todo e qualquer risco, as práticas serão evitadas em condições de clima desfavoráveis (tempestade). E com a ETCC podem ocorrer um leve formigamento e queimadura no couro cabeludo, no que deverá ser evitado pelo uso de solução salina nos eletrodos, mas caso aconteça, haverá profissional de capacitação adequada para minimizar os danos, bem para coleta de sangue, pois pode gerar desconforto por erros de coleta. Outro desconforto poderá ocorrer ao responder as perguntas sentindo-se intimidado a mentir, mas serão orientados e acalmados pelo pesquisador.

E devido a Covid-19 ainda atuante as recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS), do Estado e do Município serão obedecidas, permitindo a todos um processo de coleta com a devida segurança.

Benefícios:

Os voluntários serão beneficiados indiretamente devido as informações de sua condição fisiológica devido ao teste de capacidade cardiorrespiratória e desempenho físico esportivo e pelo conhecimento posterior pós finalização da pesquisa. Após finalização da pesquisa haverá uma apresentação divulgados com dados e explicado toda a pesquisa, além de fornecer individualmente dos dados dos voluntários.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O pesquisador não informa o desenho do estudo mas descreve em sua metodologia um ensaio clínico com Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) em atletas do Clube de Corrida da UFS, gerenciado pelo Departamento de Educação Física da UFS. Propõe a divisão dos participantes em 2 grupos: um grupo que receberá a ETCC e um grupo controle (sham). A coleta será realizada em duas etapas, em dias distintos primeiro a conscientização dos procedimentos e assinatura do TCLE, no mesmo dia será realizado um teste de capacidade cardiorrespiratória, coletas de dados antropométricos e aplicado o teste de Índice de Qualidade do Sono, no segundo dia recolhimento de sangue pré corrida, a aplicação da ETCC, o teste de potência dos membros inferiores, teste de corrida, recolhimento de sangue pós corrida e será solicitado aos voluntários a percepção subjetiva de esforço, eles dirão o quão

Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº
Bairro: São João CEP: 49.065-110
UF: SE Município: ARACAJU
Telefone: (79)3194-7208 E-mail: cep@academico.ufs.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SERGIPE - UFS



Continuação do Parecer: 5.409.610

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Por se tratar de uma pesquisa com seres humanos eventuais problemas podem, Infelizmente, acontecer. Devido a prática esportiva com os riscos de lesões musculares, óssea e articular ou algum outro advento não previsto. E como medidas de segurança para minimizar todo e qualquer risco, as práticas serão evitadas em condições de clima desfavoráveis (tempestade). E com a ETCC podem ocorrer um leve formigamento e queimadura no couro cabeludo, no que deverá ser evitado pelo uso de solução salina nos eletrodos, mas caso aconteça, haverá profissional de capacitação adequada para minimizar os danos, bem para coleta de sangue, pois pode gerar desconforto por erros de coleta. Outro desconforto poderá ocorrer ao responder as perguntas sentindo-se intimidado a mentir, mas serão orientados e acalmados pelo pesquisador.

E devido a Covid-19 ainda atuante as recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS), do Estado e do Município serão obedecidas, permitindo a todos um processo de coleta com a devida segurança.

Benefícios:

Os voluntários serão beneficiados indiretamente devido as informações de sua condição fisiológica devido ao teste de capacidade cardiorrespiratória e desempenho físico esportivo e pelo conhecimento posterior pós finalização da pesquisa. Após finalização da pesquisa haverá uma apresentação divulgados com dados e explicado toda a pesquisa, além de fornecer individualmente dos dados dos voluntários.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O pesquisador não informa o desenho do estudo mas descreve em sua metodologia um ensaio clínico com Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) em atletas do Clube de Corrida da UFS, gerenciado pelo Departamento de Educação Física da UFS. Propõe a divisão dos participantes em 2 grupos: um grupo que receberá a ETCC e um grupo controle (sham). A coleta será realizada em duas etapas, em dias distintos primeiro a conscientização dos procedimentos e assinatura do TCLE, no mesmo dia será realizado um teste de capacidade cardiorrespiratória, coletas de dados antropométricos e aplicado o teste de Índice de Qualidade do Sono, no segundo dia recolhimento de sangue pré corrida, a aplicação da ETCC, o teste de potência dos membros inferiores, teste de corrida, recolhimento de sangue pós corrida e será solicitado aos voluntários a percepção subjetiva de esforço, eles dirão o quão

Endereço: Rua Cláudio Batista s/nº
Bairro: Sãoatório CEP: 49.060-110
UF: SE Município: ARACAJU
Telefone: (79)3194-7205 E-mail: cep@academico.ufs.br



UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SERGIPE - UFS



Continuação do Parecer: 5.409.610

Outros	CARTA_RESPOSTA2.pdf	02:38:06	DE SOUZA	Acelto
Parecer Anterior	PB_PARECER_CONSUBSTANCIADO_CEP_5365031.pdf	30/04/2022 02:37:21	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Acelto
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_POSPENDENCIAS2.pdf	30/04/2022 02:36:57	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Acelto
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_ADEQUADO2.pdf	30/04/2022 02:36:39	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Acelto
Declaração de Instituição e Infraestrutura	TERMO_INFRAESTRUTURA_LEILA.pdf	12/04/2022 21:55:56	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Acelto
Declaração de concordância	AUTORIZAÇÃO_Micael.pdf	24/02/2022 14:34:52	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Acelto
Folha de Rosto	folhaDeRosto_Leila_Assinada.pdf	17/02/2022 17:23:39	RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA	Acelto

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

ARACAJU, 16 de Maio de 2022

Assinado por:
FRANCISCO DE ASSIS PEREIRA
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Cláudio Salata s/nº
Bairro: Santana
UF: SE Município: ARACAJU CEP: 49.060-110
Telefone: (79)3194-7205 E-mail: cep@academico.ufs.br

ANEXO 2

Escala de CR-10.

Classificação	Descritor
0	Repouso
0,5	Extremamente fácil
1	Muito, muito fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um pouco difícil
5	Difícil
6	–
7	Muito difícil
8	–
9	–
10	Extremamente difícil

ANEXO 3 – TRABALHOS REALIZADOS, CONGRESSOS, SIMPÓSIOS, RESUMOS.



Verifique o código de autenticação 9932258.5125428.118246.7.59886964863804408327 em <https://www.event3.com.br/documentos>



XVI SIMPÓSIO NORDESTINO DE ATIVIDADE FÍSICA E SAÚDE

"Iniquidades em Atividade Física e Saúde"

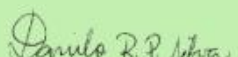


CERTIFICADO

Certificamos que o trabalho **UMA ÚNICA SESSÃO DE ESTIMULAÇÃO TRANSCANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA MELHORA O TEMPO DE CORREDORES DE 5 KM?** foi apresentado na Modalidade **Resumo Simples - Comunicação Oral**, no XVI Simpósio Nordestino de Atividade Física e Saúde, realizado de forma online, de 20 a 22/10/2022.

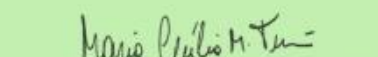
Autor(es): Leila Fernanda dos Santos, Erika Vitoria Moura Pereira, Lincoln Rodrigues Mol, Luan Marques De Santana Rosa¹, Hortência Reis Do Nascimento, Lucio Marques Vieira Souza e RAPHAEL FABRICIO DE SOUZA.

São Cristóvão/SE, 22 de outubro de 2022.


PROF. DR. DANILO RODRIGUES
PEREIRA DA SILVA

Presidentes do XVI Simpósio de Atividade Física e Saúde (SNAFS)


PROF. DR. RICARDO AURÉLIO
CARVALHO SAMPAIO


PROFA. DRA. MARIA CECÍLIA MARINHO TENÓRIO
Presidente da Sociedade Brasileira de Atividade
Física e Saúde (SBAFS)

REALIZAÇÃO:



Verifique o código de autenticação 9932260.5125428.3.7.598861648638087 em <https://www.event3.com.br/documentos>



XVI SIMPÓSIO NORDESTINO DE ATIVIDADE FÍSICA E SAÚDE

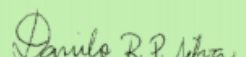
"Iniquidades em Atividade Física e Saúde"



CERTIFICADO

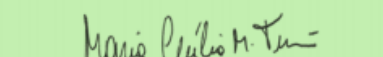
Certificamos que **Leila Fernanda dos Santos**, participou do XVI Simpósio Nordestino de Atividade Física e Saúde, realizado de 20 a 22/10/2022, de forma online, contabilizando carga horária total de 40 horas.

São Cristóvão/SE, 22 de outubro de 2022.


PROF. DR. DANILO RODRIGUES
PEREIRA DA SILVA

Presidentes do XVI Simpósio de Atividade Física e Saúde (SNAFS)


PROF. DR. RICARDO AURÉLIO
CARVALHO SAMPAIO


PROFA. DRA. MARIA CECÍLIA MARINHO TENÓRIO
Presidente da Sociedade Brasileira de Atividade
Física e Saúde (SBAFS)

REALIZAÇÃO:





Certificado

Certificamos que o trabalho intitulado "**Estimulação transcraniana por corrente contínua: Desempenho na corrida e percepção de esforço em corredores**", de autoria de **LEILA FERNANDA DOS SANTOS** CPF nº 059.725.045-61, **Hortência Reis do Nascimento**; **Gustavo Ivo de Carvalho e Silva**; **Gabriel Garcia da Silva**; **Larissa Christine Vieira dos Santos**; **Keile Jayne Nascimento Santos**; **Leonardo Andrade Fonseca**; **Raphael Fabrício de Souza** foi apresentado no III SIMPÓSIO DE ATIVIDADE FÍSICA NA REGIÃO CENTRO-OESTE DO BRASIL: promoção da atividade física como política de estado no Brasil., realizado pela Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, em Campo Grande/MS, no período de 22/05/2023 a 27/05/2023.

Edineia Aparecida Gomes Ribeiro
Coordenadora da Ação

Marcelo Fernandes Pereira
Pró-Reitor - Pró-reitoria de Extensão, Cultura e Esporte



Emissão em: 08/06/2023 08:31:40

