

UNIVERSIDADE SALGADO DE OLIVEIRA

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física – PPGCAF

MEL FRANÇA PEREIRA

**Efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua Anódica sobre o
Volume de Repetições e Percepção Subjetiva de Esforço em uma Sessão de
Treinamento Full Body em Homens Treinados**

Niterói

2026

MEL FRANÇA PEREIRA

Efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua Anódica sobre o
Volume de Repetições e Percepção Subjetiva de Esforço em uma Sessão de
Treinamento Full Body em Homens Treinados

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física, da Universidade Salgado de Oliveira, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Atividade Física. Área de Concentração: Aspectos Biodinâmicos e socioculturais das atividades físicas. Linha de Pesquisa: Aspectos fisiológicos e neuropsicológicos da prescrição do exercício físico na saúde e desempenho humano. Projeto de Pesquisa: Estimulação transcraniana por corrente contínua aplicada à saúde e ao desempenho físico. Prof. Dr. Claudio Melibeu Bentes

Orientador: Prof. Dr. Claudio Melibeu Bentes

Coorientador: Prof. Dr. José Eduardo Lattari Rayol Prati

Niterói

2026

CIP - Catalogação na Publicação

Pereira, Mel França.

P436 Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua anódica sobre o volume de repetições e percepção subjetiva de esforço em uma sessão de treinamento *full body* em homens treinados. / Mel França Pereira. – Niterói, RJ, 2026.

x, 11-83.; il.; tabs.

[Numeração da publicação: [i] – x -11-83p.

Referências: P. 66-75.

Apêndice: P. 76-78.

Anexo: P. 79-83.

Orientador: Prof. Dr. Claudio Melibeu Bentes.

Coorientador: Prof. Dr. José Eduardo Lattari Rayol Prati.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Atividade Física) - Universidade Salgado de Oliveira, 2026.

1. Treinamento de força – Estimulação transcraniana (ETCC-a). 2. Estimulação transcraniana (ETCC-a) - Neuromodulação. 3. Treinamento de força – Volume – Percepção subjetiva. I. TÍTULO.

CDD 613.711

Elaborado pela Biblioteca Universo Niterói, com os dados fornecidos pelo (a) autor (a), sob a responsabilidade de Sirléia Rodrigues de Mattos - CRB-7/5230.

MEL FRANÇA PEREIRA

**“EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE
CONTÍNUA ANÓDICA SOBRE O
VOLUME DE REPETIÇÕES E PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO
EM UMA SESSÃO DE
TREINAMENTO FULL BODY EM HOMENS TREINADOS.”**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física da Universidade Salgado de Oliveira, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Ciências da Atividade Física, aprovada no dia 18 de agosto de 2026 pela banca examinadora, composta pelos professores:

Documento assinado digitalmente
 **CLAUDIO MELIBEU BENTES**
Data: 04/09/2026 10:38:18-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Claudio Melibeu Bentes

Professor do PPG em Ciências da Atividade Física da Universidade Salgado de Oliveira
(UNIVERSO)

Documento assinado digitalmente
 **HUMBERTO LAMEIRA MIRANDA**
Data: 09/09/2026 08:12:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Humberto Lameira Miranda

Professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro
(UFRJ)

Documento assinado digitalmente
 **JOSE EDUARDO LATTARI RAYOL PRATI**
Data: 08/09/2026 08:31:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. José Eduardo Lattari Rayol Prati

Professor do PPG em Ciências da Atividade Física da Universidade Salgado de Oliveira
(UNIVERSO)

AGRADECIMENTOS

A realização desta dissertação foi possível graças ao apoio, à colaboração e ao incentivo de pessoas e instituições que contribuíram, direta ou indiretamente, para esta trajetória acadêmica. A todas elas, expresso minha sincera gratidão.

Agradeço, primeiramente, a minha família, principalmente, aos meus pais, pelo amor, apoio, compreensão e incentivo em todos os momentos. Obrigada por acreditarem em mim e por me apoiarem ao longo desta trajetória. Ao meu orientador, Claudio Melibeu Bentes, agradeço pela orientação, confiança e contribuições fundamentais para o desenvolvimento deste estudo. Seus ensinamentos foram essenciais para minha formação acadêmica e profissional desde a graduação.

Em especial, ao professor Dr Eduardo Lattari, meu coorientador, expresso minha profunda gratidão. Sua orientação foi fundamental para aumentar em mim o desejo de me tornar pesquisadora. Agradeço pela confiança, pela oportunidade de participar das coletas e estudo, e por todas as contribuições para a minha formação acadêmica. À professora Martha Copolillo, agradeço pelos conhecimentos compartilhados, pelas reflexões e pelas contribuições ao longo das aulas. Aos membros da banca examinadora, agradeço pela disponibilidade, pelas considerações e pelas sugestões que contribuíram para o aprimoramento desta dissertação. Aos participantes da pesquisa, agradeço pela disponibilidade, pelo comprometimento e pela colaboração durante todas as etapas do estudo. Sem a participação de vocês, este trabalho não seria possível.

Aos meus colegas de turma, Igor, Matheus, Emmanuel e Luiz, agradeço pela parceria, pelo apoio e pelas discussões ao longo deste mestrado. Em especial, à Désirée Mahet, agradeço pelo auxílio, pela parceria e pelo apoio nos momentos mais desafiadores. Aos meus amigos, agradeço pelo incentivo, pela compreensão e pelos momentos de descontração que tornaram esta jornada mais leve. Principalmente, à Raiane da Silva Rachid, que esteve presente e me apoiou desde a graduação, expresso meus sinceros agradecimentos pelo apoio, suporte e carinho.

À Universidade Salgado de Oliveira e ao PPGCAF, agradeço pelo apoio institucional e pela possibilidade de obtenção de bolsa, fundamentais para a realização deste estudo.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta dissertação. Cada gesto de apoio, palavra de incentivo e colaboração foi importante para que este trabalho pudesse ser concluído.

FRANÇA, Mel P. Efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua Anódica sobre o Volume de Repetições e Percepção Subjetiva de Esforço em uma Sessão de Treinamento Full Body em Homens Treinados. Dissertação (Mestrado em Ciências da Atividade Física). Universidade Salgado de Oliveira, Niterói, 2026.

RESUMO

Introdução: A estimulação transcraniana por corrente contínua anódica (ETCC-a) tem sido investigada como uma estratégia de neuromodulação com potencial para melhorar o desempenho durante o treinamento de força. Evidências anteriores indicam efeitos positivos sobre o volume de treinamento e a percepção subjetiva de esforço (PSE), sobretudo quando a estimulação é aplicada sobre o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo (CPFDL-E). Entretanto, seus efeitos durante uma sessão completa de treinamento resistido composta por múltiplos exercícios ainda não estão completamente esclarecidos. **Objetivo:** Verificar o efeito da ETCC-a sobre o volume de repetições e a PSE durante uma sessão de treinamento de força do tipo *full body* em homens treinados. **Métodos:** Participaram do estudo 18 homens saudáveis, com idade entre 18 e 35 anos e experiência mínima de dois anos em treinamento de força. Foi realizado um estudo *crossover*, randomizado, simples-cego e controlado por condição *sham*. Na condição ETCC-a, a estimulação foi aplicada sobre o CPFDL-E, com intensidade de 2 mA durante 20 minutos. Na condição *sham*, foi utilizado o mesmo posicionamento dos eletrodos, com 60 segundos de estimulação efetiva. Após a estimulação, os participantes realizaram uma sessão *full body* composta por levantamento terra, supino reto, agachamento parcial e remada curvada, executados em três séries até a falha concêntrica voluntária, a 80% de 1RM, com dois minutos de intervalo entre séries e exercícios. A PSE da sessão foi mensurada 10 minutos após o término do protocolo. **Resultados:** O volume total de repetições foi significativamente maior na condição ETCC-a em comparação à condição *sham* ($86,4 \pm 14,4$ vs. $69,2 \pm 12,9$ repetições; $p < 0,001$), com diferença média de 17,3 repetições (IC95%: 13,3–21,2). Também foi observado maior volume total de repetições na condição ETCC-a no levantamento terra ($p < 0,001$), supino reto ($p < 0,001$), agachamento ($p = 0,005$) e remada curvada ($p < 0,001$). Adicionalmente, a PSE da sessão foi significativamente menor na condição ETCC-a em comparação à condição *sham* (mediana: 8,0 vs. 9,0; $p = 0,012$). **Conclusão:** A aplicação aguda da ETCC-a sobre o CPFDL-E aumentou o volume de repetições durante uma sessão de treinamento resistido do tipo *full body*, além de reduzir a PSE da sessão em homens treinados. Esses resultados reforçam o potencial ergogênico agudo da ETCC-a em sessões de treinamento resistido compostas por múltiplos exercícios.

Palavras-chave: Estimulação transcraniana por corrente contínua anódica; Treinamento de força; Córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo; Corpo inteiro.

FRANÇA, Mel P. *Effects of Anodal Transcranial Direct Current Stimulation on Repetition Volume and Rating of Perceived Exertion During a Full-Body Training Session in Trained Men. Dissertation (Master's Degree in Physical Activity Sciences). Salgado de Oliveira University, Niterói, 2026.*

ABSTRACT

Introduction: Anodal transcranial direct current stimulation (a-tDCS) has been investigated as a neuromodulation strategy with the potential to improve performance during resistance training. Previous evidence indicates positive effects on training volume and rating of perceived exertion (RPE), particularly when stimulation is applied over the left dorsolateral prefrontal cortex (left DLPFC). However, its effects during a complete resistance training session involving multiple exercises remain unclear. **Objective:** To investigate the effect of a-tDCS on repetition volume and RPE during a full-body resistance training session in resistance-trained men. **Methods:** Eighteen healthy men aged 18–35 years with at least two years of resistance training experience participated in the study. A randomized, single-blind, sham-controlled crossover design was employed. In the a-tDCS condition, stimulation was applied over the left DLPFC at an intensity of 2 mA for 20 minutes. In the sham condition, the same electrode placement was used, with 60 seconds of effective stimulation. Following stimulation, participants performed a full-body session consisting of the deadlift, bench press, partial squat, and bent-over row, with three sets performed to voluntary concentric failure at 80% of one-repetition maximum (1RM) and two-minute rest intervals between sets and exercises. Session RPE was assessed 10 minutes after completion of the protocol. **Results:** Total repetition volume was significantly greater in the a-tDCS condition compared with the sham condition (86.4 ± 14.4 vs. 69.2 ± 12.9 repetitions; $p < 0.001$), with a mean difference of 17.3 repetitions (95% CI: 13.3–21.2). Greater total repetition volume was also observed in the a-tDCS condition for the deadlift ($p < 0.001$), bench press ($p < 0.001$), partial squat ($p = 0.005$), and bent-over row ($p < 0.001$). Additionally, session RPE was significantly lower in the a-tDCS condition compared with the sham condition (median: 8.0 vs. 9.0; $p = 0.012$). **Conclusion:** Acute a-tDCS applied over the left DLPFC increased repetition volume during a full-body resistance training session and reduced session RPE in resistance-trained men. These findings reinforce the potential acute ergogenic effect of a-tDCS during resistance training sessions involving multiple exercises.

Keywords: Anodal transcranial direct current stimulation; Resistance training; Left dorsolateral prefrontal cortex; Full-body training.

LISTA DE ABREVIATURAS

1RM - Uma repetição máxima

ANOVA - Análise de variância

CPFDL - Córtex pré-frontal dorsolateral

CPFDL- E - Córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo

CSO - Córtex supraorbital

DP - Desvio Padrão

EEG - Eletroencefalografia

ETCC - Estimulação transcraniana por corrente contínua

ETCC-a - Estimulação transcraniana por corrente contínua anódica

FB - *Full body*

FM - Força muscular

PAR-Q - *Physical Activity Readiness Questionnaire*

PSE - Percepção subjetiva de esforço

SHAM - Condição placebo de estimulação

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TF - Treinamento de força

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Procedimentos experimentais.	56
Figura 2- Volume total de treinamento nas condições ETCC e SHAM...	61
Figura 3- Volume de repetições por série nas condições ETCC-a e SHAM...	62
Figura 4- Comparação da percepção subjetiva de esforço da sessão entre as condições	64

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Característica da amostra (n=18).	54
Tabela 2- Número total de repetições por série nos exercícios quatro exercícios isolados, nas condições ETCC-a e SHAM...	63

SUMÁRIO

	12
1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Problematização	14
1.2 Justificativa	18
1.3. Hipóteses	19
1.4 Objetivo Geral	19
1.5 Objetivos Específicos	20
2. REVISÃO DE LITERATURA	53
3. MÉTODOS	53
4.1. Participantes	53
4.2. Desenho do estudo	55
4.3. Medidas antropométricas	56
4.4. Determinação da carga no teste de uma repetição máxima (1RM)	56
4.5. Protocolo de treinamento full body	58
4.6. Aplicação da estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC)	59
4.7 Volume de treinamento	59
4.8 Mensuração da percepção subjetiva de esforço da sessão.	60
4.9 Análise Estatística	60
4. RESULTADOS	61
4.1 Confiabilidade teste de 1RM	61
4.2 Volume de repetições	61
4.3 Volume de repetições por série	61
4.4 Volume de repetições por exercício	62
4.4.1 Levantamento terra	62
4.4.2 Supino reto	63
4.4.3 Agachamento	63
4.4.4 Remada curvada	63
4.5 Percepção Subjetiva de Esforço da Sessão	64
5. DISCUSSÃO	64
6. CONCLUSÃO	68
7. REFERÊNCIAS	69
8 APÊNDICES E ANEXOS	79

1. INTRODUÇÃO

1.1 Problemática

O treinamento de força (TF) envolve o uso de diversas variáveis agudas, tais como a ordem dos exercícios, o intervalo entre as séries, o tipo de exercício, a frequência semanal, a velocidade de execução, o tipo de ação muscular, a sobrecarga, bem como o número de repetições e séries (Simão *et al.*, 2012). Dentre os principais objetivos do TF, destaca-se o desenvolvimento da força muscular (FM) e o aumento da hipertrofia. Dessa forma, a adequada manipulação e organização das variáveis metodológicas são fundamentais para promover adaptações neuromusculares favoráveis e alcançar os objetivos propostos com o treinamento (ACSM, 2026).

Adicionalmente às variáveis de manipulação, a utilização de recursos ergogênicos pode demonstrar alterações significativas no desempenho neuromuscular (Kreider *et al.*, 2017; Da Silva *et al.*, 2015). Alguns ergogênicos tradicionais parecem promover aumento no desempenho de força, como a cafeína (Bilondi *et al.*, 2024; Grgic, J., & Del Coso, J., 2021) e a creatina (Mielgo-Ayuso *et al.*, 2019 ; Kreider *et al.*, 2017). Corroborando essa ideia, a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC), que consiste em um método não invasivo de neuromodulação que emite uma baixa corrente elétrica direta e contínua sobre diferentes áreas do córtex cerebral (Nitsche & Paulus 2000; Bolognini *et al.*, 2009), tem se destacado no âmbito do desempenho físico (Angius *et al.*, 2017; Chinzara *et al.*, 2017). Especificamente a polaridade de estimulação anódica (ETCC-a), que promove a excitabilidade cortical, (Nitsche *et al.*, 2003) parece ser uma estratégia promissora no aumento agudo da força muscular (Lattari *et al.*, 2023).

Entretanto, os estudos pioneiros que avaliaram os efeitos da ETCC-a aplicada sobre o córtex motor na contração isométrica voluntária máxima (CIVM) apresentaram resultados inconsistentes, com relatos de aumento da força (Cogiamanian *et al.*, 2007) e de ausência de efeitos significativos (Kan *et al.*, 2013). Posteriormente, meta-análises identificaram efeitos pequenos da ETCC-a aplicada sobre o córtex motor (M1) na CIVM (Lattari *et al.*, 2018), o que levantou a possibilidade de um efeito-teto associado à estimulação dessa região (Kan *et al.*, 2013). Nesse contexto, estudos sugerem a participação de mecanismos de inibição intracortical durante tarefas fisicamente fatigantes (Taylor *et al.*, 1996; Gandevia *et al.*, 1996). Assim, o aumento da atividade do córtex pré-frontal (CPF) poderia contribuir para o atendimento das demandas cognitivas e motoras impostas por tarefas de força, especialmente em condições de fadiga (Alix-Fages *et al.*, 2020). Dessa forma, a estimulação do CPF, em vez do córtex motor, passou a ser considerada uma alternativa potencial para investigar os efeitos da ETCC-a sobre o desempenho muscular em tarefas resistidas.

Dado o exposto, os efeitos ergogênicos da ETCC-a têm sido evidenciados pelo aumento no volume total de treinamento em exercícios isolados de força, como o “supino horizontal” (Lattari *et al.*, 2019; Alix-Fages *et al.*, 2020), a “rosca bíceps” (Lattari *et al.*, 2016), o “*Leg press*” (Lattari *et al.*, 2018; Lattari *et al.*, 2020) e o “agachamento livre” (Vieira *et al.*, 2020). Tais efeitos sobre o volume parecem ocorrer quando a ETCC-a é aplicada sobre o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo (CPFDLE) (Lattari *et al.*, 2019; Lattari *et al.*, 2016; Lattari *et al.*, 2020; Vieira *et al.*, 2020; Alix-Fages *et al.*, 2020; Rodrigues *et al.*, 2022; Lattari *et al.*, 2020). Contudo, mesmo que a ETCC-a promova aumento no volume de treinamento em exercícios resistidos de maneira isolada (Lattari *et al.*, 2019; Lattari *et al.*, 2016; Lattari *et al.*, 2020), a literatura ainda carece de evidências que elucidem seus efeitos positivos sobre uma sessão completa de TF nessa região cortical. Para maior conhecimento, apenas Montenegro *et al.* (2016) investigaram os efeitos da ETCC-a aplicada sobre o M1 em 13 homens treinados durante uma sessão de treinamento resistido composta por seis exercícios: *leg press* 45°, supino, extensão unilateral de joelhos, remada sentada, flexão de joelhos e elevação frontal. O protocolo foi constituído por três séries de 10 repetições em cada exercício, realizadas com carga correspondente a 85% de 8–12RM. A ETCC-a foi aplicada sobre o M1 durante 20 minutos, com intensidade de 2 mA, previamente à sessão de treinamento. Os autores verificaram os efeitos na percepção subjetiva de esforço (PSE) e não encontraram diferenças entre as condições, indicando que a estimulação do M1 não foi capaz de modular a PSE ao longo da sessão. Esses achados sugerem que os efeitos da ETCC-a durante sessões compostas por múltiplos exercícios podem depender, entre outros fatores, da região cortical estimulada, reforçando o interesse pela investigação do CPFDL como alvo potencial para a modulação de respostas relacionadas ao desempenho e à percepção de esforço.

Por outro lado, Rodrigues *et al.* (2021) identificaram efeitos positivos no volume de treinamento quando a ETCC-a aplicada sobre o CPFDL esquerdo durante uma sessão de treinamento resistido envolvendo exercícios para membros superiores e inferiores. O estudo foi conduzido com 12 homens treinados, que realizaram o supino reto seguido do agachamento, ambos em três séries de repetições máximas a 80% de 1RM, após a aplicação da ETCC-a. Os autores observaram maior volume de carga na condição ETCC-a em ambos os exercícios, sendo esse aumento decorrente de um maior número de repetições ao longo das séries no supino e, no agachamento, de um maior número de repetições, principalmente na primeira série. Além do desempenho, foram investigadas respostas afetivas relacionadas ao prazer percebido e à ativação, por meio da *Feeling Scale* (FS) e da *Felt Arousal Scale* (FAS).

Embora não tenham sido observadas diferenças significativas no prazer percebido no agachamento, o modelo circunflexo indicou respostas ligeiramente mais prazerosas na condição ETCC-a, enquanto, no supino, a resposta afetiva permaneceu no quadrante de prazer ativado e apresentou tendência a tornar-se mais prazerosa ao longo das séries. Dessa forma, os achados sugerem que a estimulação do CPFDL esquerdo pode favorecer a manutenção do desempenho ao longo de exercícios consecutivos, possivelmente acompanhada pela modulação de respostas afetivas relacionadas ao exercício.

Nesse sentido, além do aumento no volume, estudos anteriores demonstraram que a ETCC-a, aplicada sobre o CPFDL esquerdo, está relacionada a melhorias cognitivas e afetivas em indivíduos saudáveis (Schuijjer *et al.*, 2017; Peter *et al.*, 2019). Adicionalmente, a ETCC-a tem sido relacionada à redução da percepção subjetiva de esforço (PSE) durante a realização de tarefas cíclicas e intermitentes (Okano *et al.*, 2013; Lattari *et al.*, 2016). Corroborando o fato, uma recente revisão sistemática apontou que a ETCC-a aplicada sobre o CPFDL esquerdo pode reduzir a PSE experimentada durante os exercícios (Baharlouei *et al.*, 2024). Tais evidências sugerem que o CPFDLE desempenha um papel importante na integração de sinais aferentes e na tomada de decisão que influencia a tolerância ao exercício (Robertson & Marino, 2016). Em consonância com esses achados, algumas pesquisas demonstraram que a ETCC-a pode promover reduções na PSE, melhorias na capacidade de gerar força muscular e incrementos no volume de treinamento (Williams *et al.*, 2013; Lattari *et al.*, 2016; Lattari *et al.*, 2019; Lattari *et al.*, 2020). No entanto, a associação entre os incrementos de volume e a redução da PSE não parece ser consistente na literatura (Lattari *et al.*, 2020).

Teoricamente, a PSE corresponde à sensação de quão duro, pesado e extenuante um esforço físico é percebido pelo indivíduo (Borg, 2000). De acordo com Marcora (2009), está relacionada a processos neurais centrais associados ao comando motor e a áreas corticais envolvidas na tomada de decisão, o que fornece suporte teórico para a utilização da ETCC-a sobre regiões corticais relacionadas à regulação do esforço e à tolerância ao exercício. Nesse contexto, alguns estudos sugerem que o aumento do volume de treinamento promovido pela ETCC-a pode ser acompanhado por alterações na PSE. Lattari *et al.* (2016) observaram efeitos favoráveis da estimulação relacionados ao volume e às respostas perceptivas durante o exercício resistido. De maneira semelhante, Alix-Fages *et al.* (2020), ao investigarem os efeitos da ETCC-a aplicada sobre o CPFDL-E durante o supino reto, observaram maior volume de repetições associado à menor PSE na condição ETCC-a em comparação à condição *sham*. Contudo, Lattari *et al.* (2020) verificaram aumento significativo do volume de treinamento no *leg press* 45° após a aplicação da ETCC-a sobre o CPFDLE, sem diferenças

significativas na PSE em relação à condição *sham*. Dessa forma, embora a modulação da PSE constitua um possível mecanismo associado aos efeitos ergogênicos da ETCC-a, o aumento do desempenho não parece depender necessariamente de uma redução concomitante da PSE, sugerindo que outros mecanismos centrais, cognitivos e motivacionais também podem contribuir para seus efeitos sobre o volume.

Em indivíduos avançados no TF, tanto o volume quanto a intensidade de carga desempenham um papel crucial nas adaptações neuromusculares promovidas pelo treinamento (Figueiredo, *et al.*, 2017; Schoenfeld *et al.*, 2018; Schoenfeld *et al.*, 2016; Schoenfeld *et al.*, 2015; Grgic *et al.*, 2018). Nesse contexto, a literatura tem explorado diferentes métodos voltados à otimização dos ganhos de força e hipertrofia muscular a longo prazo, destacando-se, dentre eles, o modelo de treinamento do tipo corpo inteiro, comumente denominado como '*full body*' (FB) (Bartolomei *et al.*, 2020; Ramos-Campo *et al.*, 2022). Os programas de treinamento FB integram exercícios que mobilizam os principais grupamentos musculares em uma única sessão, viabilizando múltiplas execuções semanais dos mesmos grupamentos. Além de promover um menor acúmulo de fadiga em uma mesma sessão, esse protocolo parece ser interessante para otimizar tempo, aumentar a queima calórica, melhorar do condicionamento geral, podendo ser aplicado para praticantes de diferentes níveis de treinamento (Zaroni *et al.*, 2019; Kraemer & Ratamess 2004; Fleck & Kraemer 2014. p. 225-227.)

Ademais, algumas evidências têm sugerido que, quando o volume semanal de treinamento do FB é equiparado com programas tradicionais (rotinas segmentadas), o programa FB gera adaptações musculares de força e hipertrofia similares, embora com menor fadiga local durante a sessão (Zaroni *et al.*, 2019; Evangelista *et al.*, 2021; Ramos-Campo *et al.*, 2022; Gomes *et al.*, 2018). Entendendo que o aumento do volume de treinamento é considerado um dos principais fatores associados às adaptações de força e hipertrofia muscular (Grgic *et al.*, 2018; Schoenfeld *et al.*, 2016; ACSM 2026), o treinamento FB pode constituir uma estratégia eficiente para distribuir o volume semanal entre diferentes sessões, permitindo o estímulo frequente de diferentes grupamentos musculares sem concentrar todo o volume em uma única sessão. Essa organização também parece favorecer a gestão da fadiga ao longo da semana e otimizar o tempo destinado ao treinamento. Assim, a aplicação da ETCC-a em sessões FB pode ser uma estratégia promissora para investigar a possibilidade de aumentar o volume de repetições acumulado ao longo do treinamento. Nesse contexto, a associação entre o treinamento FB e a ETCC-a apresenta-se como uma estratégia potencialmente interessante, uma vez que os efeitos ergogênicos da estimulação poderiam

favorecer a manutenção do desempenho, constituindo uma abordagem relevante para investigar os efeitos da neuromodulação em condições mais próximas da organização de uma sessão completa de treinamento de força

Diante disso, as principais questões que esse projeto de dissertação se propõe a investigar são: a estimulação transcraniana por corrente contínua anódica é capaz de aumentar o volume de repetições em programas de treinamento FB para homens treinados? Essa técnica neuromoduladora pode reduzir a PSE nesse método de treinamento, em homens treinados?

1.2 Justificativa

Sabe-se que o aumento da força e da hipertrofia muscular desempenha um papel fundamental na promoção da saúde e qualidade de vida da população (Westcott, Wayne L., 2012; Antoun *et al.*, 2025). O ganho de força está diretamente associado à melhora da funcionalidade, permitindo a realização de atividades diárias com maior autonomia e reduzindo o risco de quedas e lesões, especialmente em idosos (Khodadad Kashi *et al.*, 2022; Philippe *et al.*, 2022; Seguin & Nelson 2003). Além disso, a hipertrofia contribui para a preservação da massa muscular, fator essencial na prevenção da sarcopenia, condição caracterizada pela perda progressiva de músculo esquelético, que compromete a mobilidade, força e independência na realização de atividades diárias. (Vikberg *et al.*, 2019; Otsuka *et al.*, 2022). Outro benefício relevante é a melhora da composição corporal, contribuindo para a redução do percentual de gordura corporal e, conseqüentemente, para a prevenção de obesidade e doenças cardiovasculares. Dessa forma, o treinamento de força não apenas melhora o desempenho físico, mas também exerce um impacto positivo na longevidade e na manutenção da saúde (Shailendra *et al.*, 2022; Burtcher *et al.*, 2022; Han *et al.*, 2025; Feng, *et al.*, 2025).

O Colégio Americano de Medicina Esportiva (ACSM, 2011) destaca que, em indivíduos avançados no treinamento de força, os ganhos de força muscular ao longo do tempo tendem a ser pequenos, geralmente cerca de 2% por ano, o que reforça a importância da manutenção da prática regular do treinamento resistido. Desse modo, a manipulação adequada das variáveis do treinamento torna-se essencial para garantir a continuidade dos ganhos de força e hipertrofia, além de evitar possíveis platôs no desempenho (ACSM, 2011). A literatura sugere que o aumento do volume de treinamento, por meio do acréscimo do número de exercícios, repetições, séries e sobrecarga, pode otimizar os ganhos de força muscular, especialmente em sujeitos avançados no treinamento de força (ACSM, 2009). Esse aumento no volume total de treinamento tem sido consistentemente associado a melhorias significativas na força muscular e hipertrofia muscular em indivíduos treinados (Peterson *et*

al., 2005; Grgic *et al.*, 2018; Ralston *et al.*, 2017). Dessa forma, o aumento do volume de treinamento, combinado com a manipulação de outras variáveis de treinamento, pode ser uma estratégia eficaz para maximizar os ganhos de força e hipertrofia, fatores fundamentais para a saúde muscular e funcionalidade ao longo da vida (Schoenfeld *et al.*, 2018).

Nesse sentido, a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC-a) tem se mostrado como uma intervenção promissora para o aumento da força muscular, especialmente em indivíduos treinados. Estudos anteriores demonstraram que a ETCC-a, quando aplicada ao córtex CPFDL esquerdo resulta em aumentos no volume de total em exercícios como leg-press, rosca bíceps e supino horizontal (Lattari *et al.*, 2016, 2018, 2019). Esses resultados sugerem que a ETCC-a pode potencializar os ganhos de força em combinação com o treinamento resistido. Portanto, esta pesquisa apresenta potencial contribuição para o avanço do conhecimento acerca dos efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua anódica (ETCC-a) sobre o aumento progressivo da força muscular em indivíduos treinados. Adicionalmente, a possível atenuação da percepção subjetiva de esforço (PSE) frente a sessões de exercícios com maiores volumes de treinamento (Baharlouei *et al.*, 2024; Williams *et al.*, 2013) reforça o potencial da ETCC-a como estratégia neuromodulatória para otimizar o desempenho e minimizar o esforço percebido em indivíduos treinados. Essa intervenção pode beneficiar praticantes de atividade física e atletas ao melhorar o desempenho muscular e tornar o treinamento mais eficiente, contribuindo para a saúde e qualidade de vida da população ativa.

1.3. Hipóteses

Espera-se que a aplicação da estimulação transcraniana por corrente contínua anódica (ETCC-a) sobre o CPFDL esquerdo seja capaz de aumentar significativamente o volume de treinamento em homens treinados durante uma sessão de treinamento resistido do tipo *full body*, quando comparada à condição placebo (sham). Além disso, espera-se que esse aumento no volume de treinamento se manifeste também de forma isolada em cada exercício do protocolo. Por fim, pressupõe-se que a condição ETCC-a promova uma redução na percepção subjetiva de esforço (PSE) ao longo da sessão de treinamento resistido.

1.4 Objetivo Geral

Verificar o efeito da estimulação transcraniana por corrente contínua sobre o volume de repetições e percepção subjetiva de esforço em uma sessão de treinamento de força do tipo *full body* em homens treinados.

1.5 Objetivos Específicos

Para atender ao objetivo geral do estudo, os seguintes objetivos específicos foram elaborados, a saber:

- Comparar o volume de repetições entre as condições experimentais (ETCC-a e sham) em uma sessão de treinamento full body;
- Comparar o volume de repetições dos exercícios levantamento terra, supino, agachamento e remada entre as condições experimentais (ETCC-a e sham) durante uma sessão de treinamento *full body*;
- Comparar a percepção subjetiva de esforço da sessão entre as condições experimentais (ETCC-a e sham).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Manipulação das variáveis metodológicas no treinamento de força

O TF é amplamente reconhecido como uma estratégia eficaz para promover adaptações neuromusculares, incluindo aumentos na força muscular e hipertrofia (Schoenfeld *et al.*, 2017; Currier *et al.*, 2023). Nesse contexto, a magnitude dessas adaptações depende da adequada manipulação das variáveis metodológicas do treinamento, tais como número de série, repetições, intensidade, volume, intervalo entre séries, carga e ordem dos exercícios (Bernárdez-Vázquez *et al.*, 2022; McLeod *et al.*, 2024). Evidências recentes têm demonstrado que a interação entre essas variáveis exerce papel determinante na resposta adaptativa, reforçando a necessidade de uma prescrição bem estruturada (ACSM, 2026).

2.1.1 Variáveis agudas do treinamento de força

A manipulação das variáveis supracitadas influencia diretamente nas respostas neuromusculares e hipertróficas decorrentes do treinamento resistido, sendo fundamental para direcionar as adaptações de acordo com os objetivos propostos (Benavente *et al.*, 2025; Bernárdez-Vázquez *et al.*, 2022; Pelland *et al.*, 2025).

Nesse contexto, a sobrecarga progressiva é considerada um dos princípios centrais do TF e refere-se ao aumento gradual do estímulo imposto ao organismo com o objetivo de promover adaptações fisiológicas positivas, como aumento de força muscular, hipertrofia e potência muscular. Para que essas adaptações continuem ocorrendo ao longo do tempo, é necessário manter um estímulo compatível com a capacidade adaptativa do indivíduo. Desse modo, à medida que o praticante se torna mais treinado, maiores estímulos tornam-se necessários para continuar promovendo adequações relevantes ao treinamento (Currier *et al.*, 2023; ACSM, 2026).

Embora essa progressão possa ocorrer por diferentes modelos de periodização e estratégias de treino, os métodos mais utilizados normalmente envolvem a manipulação da carga de treino ou volume de séries/repetições (Kraemer; Ratamess; French, 2002; Suchomel *et al.*, 2021). A carga, comumente utilizada como sinônimo de intensidade, exerce influência sobre as alterações fisiológicas e estruturais resultantes do TF, especialmente no desenvolvimento da força muscular (Schoenfeld *et al.*, 2021; Pelland *et al.*, 2023; Nuzzo *et al.*, 2023; Steele *et al.*, 2024). Dessa forma, a carga pode ser definida como o tamanho do peso (kg) levantado e, ao longo de uma sessão, sua manipulação geralmente desencadeia alterações em outras variáveis, como número de séries, repetições, velocidade de execução e fadiga percebida (Balsalobre-Fernández; Torres-Ronda, 2021; Lorenz; Morrison, 2015; Helms *et al.*, 2016).

Permanecendo no contexto da sobrecarga progressiva, espera-se que o treinamento promova um aumento gradual do estresse imposto ao organismo para continuar gerando adaptações positivas (Kraemer; Ratamess; French, 2002). Nesse sentido, a aumento da carga(kg) é tradicionalmente utilizada como principal estratégia para gerar esse estresse. Modelos clássicos de periodização geralmente buscam essa progressão por meio da manipulação da relação entre intensidade da carga e volume de treinamento, utilizando prescrições baseadas no percentual de 1RM (Lorenz; Morrison, 2015).

Ademais, o número de séries e repetições está diretamente relacionado ao volume de treinamento, variável que pode ser definida como a quantidade total de trabalho realizado durante o TF (Schoenfeld; Grgic, 2017). O volume pode ser expresso pelo número total de séries e repetições por grupamento muscular ao longo da semana, bem como pela quantidade total de carga levantada, considerando a relação entre carga utilizada, número de repetições e séries executadas (Wernbom *et al.*, 2007; Schoenfeld *et al.*, 2016a; Schoenfeld *et al.*, 2017; Schoenfeld *et al.*, 2019). Tradicionalmente, assume-se que maiores volumes de treinamento promovem maiores ganhos de massa muscular, possivelmente devido ao aumento do tempo total sob tensão imposto ao músculo esquelético, variável considerada importante para o estímulo anabólico (Burd *et al.*, 2012). Além disso, algumas evidências demonstram que a realização de múltiplas séries promove maiores adaptações de força e hipertrofia quando comparada à realização de apenas uma série, principalmente em indivíduos treinados (Pelland *et al.*, 2025; ACSM, 2026).

As diferentes faixas de repetições também parecem influenciar de maneira distinta os ganhos de força muscular, hipertrofia e resistência muscular localizada (Schoenfeld *et al.*, 2017; Lopez *et al.*, 2021). Esquemas de treinamento com baixo número de repetições e cargas

elevadas, geralmente entre 1 e 5 repetições por série utilizando intensidades entre 80% e 100% de 1RM, parecem favorecer principalmente os ganhos de força muscular. Por outro lado, protocolos com número moderado de repetições e cargas moderadas, normalmente entre 8 e 12 repetições por série com intensidades entre 60% e 80% de 1RM, tendem a otimizar as adaptações hipertróficas. Já esquemas caracterizados por elevado número de repetições, geralmente acima de 15 repetições por série com cargas inferiores a 60% de 1RM, parecem favorecer predominantemente melhorias na resistência muscular localizada (Schoenfeld *et al.*, 2021). Entretanto, apesar da relação positiva entre maior volume de treinamento e as adaptações musculares, o número ideal de séries e repetições necessário para otimizar esses resultados, ou um valor “limite”, ainda não pode ser determinado pela literatura atual (Swinton; Schoenfeld; Murphy, 2024).

O intervalo entre séries influencia diretamente a recuperação neuromuscular e metabólica durante a sessão de treinamento. Intervalos mais longos favorecem maior manutenção do desempenho de força e do número de repetições nas séries subsequentes, enquanto intervalos mais curtos aumentam o estresse metabólico e a fadiga acumulada (De Salles *et al.*, 2009; Yamazaki *et al.*, 2025).

A ordem dos exercícios também exerce influência significativa sobre o desempenho agudo no treinamento de força. Exercícios realizados no início da sessão geralmente apresentam maior capacidade de produção de força, maior número de repetições e menor fadiga quando comparados aos exercícios executados posteriormente, indicando que exercícios prioritários devem ser posicionados no início da sessão (Simão *et al.*, 2012).

2.1.2 Relação entre manipulação das variáveis e adaptações neuromusculares

As respostas adaptativas induzidas pelo TF dependem da grandeza e da natureza do estímulo aplicado ao sistema neuromuscular. A manipulação das variáveis metodológicas do treinamento modifica a demanda mecânica, metabólica, fisiológica e neural imposta ao organismo, influenciando diretamente os processos de desenvolvimento decorrente do treinamento resistido (Currier *et al.*, 2023; Benavente *et al.*, 2025). Inicialmente, os aumentos de força são atribuídos predominantemente a adaptações neurais, incluindo maior recrutamento de unidades motoras, aumento da frequência de disparo e melhorias na coordenação intermuscular. Com a continuidade do treinamento, adaptações estruturais, como a hipertrofia muscular, passam a contribuir de maneira mais significativa para a produção de força (Lopez *et al.*, 2021). Dessa forma, diferentes combinações entre intensidade, volume e proximidade da falha podem resultar em respostas adaptativas distintas, reforçando a importância de um correto controle das variáveis de treinamento.

2.2 Importância do volume total de treinamento para força e hipertrofia

Entre as variáveis que compõem a prescrição do treinamento de força, o volume tem sido apontado como um dos principais determinantes das modificações musculares crônicas (Schoenfeld *et al.*, 2019). Evidências demonstram uma relação positiva entre o aumento do volume de treinamento e os ganhos de hipertrofia muscular, sugerindo que uma maior quantidade de trabalho realizada ao longo do tempo favorece o estímulo anabólico e o remodelamento muscular (Schoenfeld *et al.*, 2019; Bernárdez-Vázquez *et al.*, 2022). Embora os ganhos de força também sejam influenciados pelo volume, essa adaptação parece apresentar maior dependência da intensidade da carga utilizada. Ainda assim, volumes insuficientes podem limitar tanto os ganhos de força quanto de hipertrofia, evidenciando a relevância dessa variável na organização dos programas de treinamento (Currier *et al.*, 2023; Pelland *et al.*, 2025).

2.2.1 Papel do volume em indivíduos treinados

Em indivíduos treinados, o volume de treinamento assume papel ainda mais relevante devido à redução da responsividade adaptativa observada com o avanço da experiência no treinamento. Como esses indivíduos já apresentam adaptações neurais e estruturais mais consolidadas, a continuidade dos ganhos depende da aplicação de estímulos progressivamente mais expressivos para superar o estado atual de adaptação (Currier *et al.*, 2023). Nesse contexto, evidências sugerem que praticantes treinados podem necessitar de maiores volumes semanais para maximizar os ganhos de hipertrofia quando comparados a indivíduos iniciantes (Schoenfeld *et al.*, 2019; Baz-Valle *et al.*, 2022).

Dessa forma, à medida que o indivíduo se torna mais treinado, a obtenção de adaptações adicionais tende a se tornar mais desafiadora, exigindo estímulos progressivamente maiores. Nesse contexto, torna-se relevante a busca por estratégias capazes de aumentar o volume de treinamento e potencializar o desempenho sem necessariamente promover aumentos excessivos na fadiga. Entretanto, o aumento do volume deve ser cuidadosamente planejado, uma vez que volumes excessivos podem elevar a fadiga residual e comprometer a recuperação e o desempenho subsequente. Assim, a manipulação do volume torna-se uma das principais estratégias para promover sobrecarga progressiva e manter a evolução do treinamento em indivíduos com elevado nível de experiência.

2.3 Recursos ergogênicos no treinamento de força

O desempenho no TF é influenciado por diversos fatores, incluindo aspectos relacionados à prescrição/periodização do treinamento, estado nutricional, recuperação, características individuais e utilização de estratégias capazes de potencializar a resposta ao

exercício. Nesse contexto, os recursos ergogênicos são amplamente investigados e utilizados no contexto esportivo com o objetivo de potencializar o desempenho físico, otimizar as respostas ao treinamento, aumentar a tolerância ao esforço e favorecer os processos de recuperação.

No TF, os recursos ergogênicos podem atuar por diferentes mecanismos fisiológicos, incluindo alterações metabólicas, neuromusculares, biomecânicas e psicológicas, contribuindo para melhorias na produção de força, potência muscular, resistência à fadiga e recuperação entre sessões de treinamento (Maughan *et al.*, 2018; Bonilla *et al.*, 2023; Porrini; Del Bo', 2016). A utilização desses recursos tem sido cada vez mais investigada como estratégia complementar para potencializar os efeitos do treinamento resistido e otimizar suas adaptações (Wang *et al.*, 2024; Pakulak *et al.*, 2022; Kruszewski *et al.*, 2022).

Entre os recursos nutricionais mais investigados destacam-se a creatina, cafeína, beta-alanina, bicarbonato de sódio e nitrato dietético, substâncias que apresentam evidências consistentes quanto à melhora do desempenho físico em diferentes modalidades esportivas (Maughan *et al.*, 2018; Fernández-Lázaro *et al.*, 2023; Zart; Fröhlich, 2025). Embora apresentem mecanismos de ação distintos, todos possuem em comum o objetivo de melhorar o desempenho e potencializar os efeitos do treinamento físico.

2.3.1 Conceito de recurso ergogênico

O termo ergogênico deriva das palavras gregas *ergon* (trabalho) e *gennan* (produzir), sendo utilizado para descrever qualquer substância, estratégia, técnica ou dispositivo capaz de otimizar a capacidade de realizar trabalho físico ou o desempenho esportivo (Mcardle; Katch; Katch, 2016). Os recursos ergogênicos podem ser classificados em cinco categorias principais, de acordo com o mecanismo pelo qual exercem seus efeitos sobre o desempenho físico: recursos mecânicos, psicológicos, fisiológicos, farmacológicos e nutricionais (Williams, 1983; Mcardle; Katch; Katch, 2016).

2.3.2 Ergogênicos tradicionais

A cafeína (1,3,7-trimetilxantina) é um dos recursos ergogênicos mais estudados e utilizados no contexto esportivo, apresentando efeitos positivos sobre diferentes capacidades físicas, incluindo força muscular, potência, resistência aeróbica e resistência muscular localizada (Grgic *et al.*, 2018; Grgic *et al.*, 2020). Sua utilização é amplamente difundida tanto na população geral quanto entre atletas. Devido à consistente evidência científica que sustenta seus efeitos sobre o desempenho físico, a cafeína é atualmente considerada uma das estratégias nutricionais mais eficazes e amplamente empregadas no esporte justamente pelo seu efeito estimulante.

No contexto do TF, a cafeína tem demonstrado potencial para aumentar o desempenho muscular por meio da melhora da capacidade de produção de força, potência e resistência muscular. Seus efeitos são multifatoriais podendo estar relacionados principalmente ao antagonismo dos receptores de adenosina no sistema nervoso central, promovendo maior excitabilidade neural, aumento do estado de alerta e redução da percepção subjetiva de esforço durante o exercício (Guest *et al.*, 2021).

Uma revisão conduzida por Grgic *et al.* (2020) observou que a suplementação aguda de cafeína melhora diferentes aspectos do desempenho físico, incluindo força máxima e potência muscular. No contexto do TF, a cafeína tem sido investigada principalmente em doses moderadas a elevadas, geralmente variando entre 3 e 6 mg/kg de massa corporal, enquanto doses de 9 mg/kg são menos utilizadas na literatura devido ao maior potencial de efeitos adversos. Grgic *et al.* (2020). verificaram que doses de 4 e 6 mg/kg promoveram aumentos na força do supino reto, observando uma tendência dose-dependente para os efeitos ergogênicos da cafeína. Corroborando esses achados, o posicionamento da International Society of Sports Nutrition destaca que doses entre 3 e 6 mg/kg de massa corporal são eficazes para melhorar o desempenho em diferentes modalidades de exercício, incluindo exercícios resistidos. Por outro lado, doses mais elevadas, como 9 mg/kg, apresentam maior incidência de efeitos adversos e não parecem proporcionar benefícios adicionais que justifiquem sua utilização. Além disso, a literatura sugere que a ingestão de cafeína aproximadamente 60 minutos antes do exercício constitui a estratégia mais frequentemente empregada, embora o momento ideal possa variar de acordo com a forma de administração utilizada.

O posicionamento também ressalta que os efeitos ergogênicos da cafeína podem ser observados tanto em indivíduos treinados quanto em não treinados. Entretanto, a resposta apresenta considerável variabilidade individual, podendo ser influenciada por fatores genéticos relacionados ao metabolismo, consumo habitual da substância e diferenças na sensibilidade fisiológica e psicológica. Adicionalmente, evidências indicam que a cafeína pode promover benefícios não apenas sobre o desempenho físico, mas também sobre aspectos cognitivos, como atenção, vigilância e desempenho em condições de privação de sono (Guest *et al.*, 2021).

A creatina, diferente da cafeína, não apresenta efeitos agudos ou sensações estimulantes, mas vem se consagrando como um dos ergogênicos nutricionais mais utilizados por praticantes de esportes e exercícios de alta intensidade, especialmente no TF (Tscholl *et al.*, 2010; Wang *et al.*, 2024). Seus efeitos ergogênicos são amplamente discutidos na

literatura, sendo observados aumentos na força muscular, potência e desempenho em exercícios de alta intensidade principalmente quando sua suplementação é associada ao treinamento de resistência (Kreider *et al.*, 2025; Wang *et al.*, 2024). Além do alto rendimento, a suplementação de creatina tem sido investigada em diversos contextos relacionados à saúde. Evidências sugerem potenciais benefícios sobre a recuperação pós-exercício, prevenção de lesões, termorregulação, reabilitação e neuroproteção. Adicionalmente, seu uso tem sido estudado em diferentes populações clínicas, incluindo indivíduos com doenças neurodegenerativas, distúrbios metabólicos e condições associadas ao envelhecimento (Kreider *et al.*, 2025).

Outro aspecto relevante é o seu perfil de segurança. A literatura científica demonstra que a suplementação de creatina, tanto em curto quanto em longo prazo, é segura e bem tolerada em indivíduos saudáveis e em diferentes populações clínicas. Dessa forma, além de representar um dos recursos ergogênicos mais eficazes para o treinamento de força, a creatina apresenta um amplo potencial de aplicação em contextos clínicos e de promoção da saúde (Kreider *et al.*, 2025).

2.3.3 Mecanismos de ação

A influência da cafeína sobre o sistema nervoso central é um dos mecanismos que promove a melhora no desempenho físico. Os efeitos ergogênicos da cafeína parecem ser mediados principalmente por sua ação antagonista sobre os receptores de adenosina, especialmente os subtipos A1 e A2A. Ao bloquear a ação da adenosina, molécula associada à sensação de fadiga e sonolência, a cafeína promove alterações na neurotransmissão, aumentando a liberação de neurotransmissores como dopamina e noradrenalina. Como consequência, observa-se aumento do estado de alerta, da atenção e da disposição para o exercício, além da redução da percepção subjetiva de esforço e fadiga durante a atividade física (Guest *et al.*, 2021).

Esses efeitos sobre o sistema nervoso central são atualmente considerados o principal mecanismo de ação responsável pelas melhorias de desempenho observadas após a suplementação aguda de cafeína. Embora outros mecanismos fisiológicos tenham sido propostos na literatura, as evidências disponíveis apontam que os efeitos centrais decorrentes do antagonismo dos receptores de adenosina representam a explicação mais consistente para sua ação ergogênica (Guest *et al.*, 2021; Grgic *et al.*, 2018).

A creatina é um composto nitrogenado pertencente à família dos fosfagênios guanidínicos, sendo obtida principalmente por meio do consumo de alimentos de origem animal, especialmente carnes vermelhas e peixes. No organismo humano, aproximadamente

95% da creatina encontra-se armazenada no músculo esquelético, enquanto os 5% restantes estão distribuídos em tecidos como cérebro, testículos e outros órgãos (Kreider *et al.*, 2025; Harris, 2011). No músculo esquelético, cerca de dois terços da creatina encontram-se na forma de fosfocreatina (PCr), enquanto o restante permanece como creatina livre.

Os efeitos ergogênicos da creatina parecem estar relacionados a múltiplos mecanismos fisiológicos. O principal deles envolve o aumento das reservas intramusculares de creatina livre e fosfocreatina, favorecendo a ressíntese de ATP durante exercícios de alta intensidade e contribuindo para a manutenção da produção de força muscular (Candow *et al.*, 2019). Além disso, evidências sugerem que a suplementação de creatina pode aumentar a atividade do transportador de glicose GLUT-4, potencializando a captação de glicose pelo músculo esquelético e favorecendo a ressíntese de glicogênio muscular (Candow *et al.*, 2019).

Outro possível mecanismo está relacionado à sua capacidade de atenuar o acúmulo de íons hidrogênio (H^+) durante o exercício, ou seja, a creatina reduz a acidose do sangue e suprime a formação de H^+ durante o exercício, diminuindo o estresse metabólico associado à fadiga muscular. Em conjunto, esses efeitos podem aumentar a capacidade de realizar repetições ao longo das séries e elevar o volume total de treinamento realizado (Lee *et al.*, 2020). Quando associada ao treinamento de força, a suplementação de creatina parece promover adaptações superiores no desempenho muscular, resultando em maiores ganhos de força quando comparada ao treinamento realizado sem suplementação.

2.3.4 Limitações dos ergogênicos nutricionais

Os recursos ergogênicos nutricionais representam uma das estratégias mais estudadas para otimização do desempenho físico e esportivo. Dentre eles, a cafeína e a creatina destacam-se pelo elevado nível de evidência científica, demonstrando efeitos positivos sobre variáveis como força muscular, potência, resistência muscular e capacidade de treinamento (Guest *et al.*, 2021; Kreider *et al.*, 2025).

Apesar de sua eficácia comprovada, a utilização desses recursos apresenta algumas limitações. No caso da cafeína, embora seja amplamente reconhecida por sua capacidade de melhorar o desempenho físico, a magnitude da resposta ergogênica pode variar consideravelmente entre indivíduos em função de fatores como genética, consumo habitual, sensibilidade individual e nível de treinamento (Guest *et al.*, 2021; Pickering & Kiely, 2019). Além disso, aumentar as doses não parecem promover benefícios extras, mas aumentam a ocorrência de efeitos adversos, como ansiedade, nervosismo, insônia, desconforto gastrointestinal e aumento da frequência cardíaca (Guest *et al.*, 2021). Dessa forma, a

utilização da cafeína é limitada pela necessidade de equilibrar os potenciais benefícios sobre o desempenho com a tolerabilidade individual e o risco de efeitos indesejáveis.

De forma semelhante, embora a creatina seja considerada um dos recursos ergogênicos mais eficazes para o aumento da força, potência e capacidade de treinamento, seus efeitos diferem daqueles observados com a cafeína por dependerem de adaptações crônicas decorrentes da elevação dos estoques musculares de creatina e fosfocreatina (Kreider *et al.*, 2025). Dessa forma, a suplementação de creatina não promove efeitos ergogênicos agudos significativos após uma única dose, sendo necessário um período de suplementação para que ocorra o aumento da disponibilidade intramuscular de fosfocreatina e, consequentemente, seus benefícios sobre o desempenho físico (Kreider *et al.*, 2022; Antonio *et al.*, 2021).

Além disso, a musculatura esquelética apresenta uma capacidade limitada de armazenamento de creatina. Evidências demonstram que doses diárias de aproximadamente 3 a 5 g são suficientes para elevar progressivamente os estoques musculares, enquanto protocolos com doses mais elevadas apenas aceleram o processo de saturação, sem resultar em concentrações musculares substancialmente superiores a longo prazo (Antonio *et al.*, 2021; Kreider *et al.*, 2025). Adicionalmente, a magnitude da resposta à suplementação apresenta considerável variabilidade interindividual, sendo influenciada por fatores como os níveis basais de creatina muscular, massa muscular e padrão alimentar (Kreider *et al.*, 2022). Portanto, embora a creatina apresente elevada eficácia e segurança, seus efeitos dependem de suplementação contínua e encontram limitações relacionadas ao tempo necessário para saturação muscular e à capacidade fisiológica de armazenamento de creatina.

2.4 Necessidade de novas abordagens ergogênicas

Diante das limitações inerentes aos recursos ergogênicos tradicionalmente utilizados, surge o interesse de analisar novas estratégias capazes de complementar e/ou suprir os efeitos obtidos por meio das intervenções nutricionais tradicionais. Nesse contexto, a busca por novas abordagens ergogênicas tem sido impulsionada pela necessidade de explorar mecanismos fisiológicos ainda pouco investigados e potencialmente relevantes para a otimização do desempenho físico.

Paralelamente, o avanço das ciências do exercício tem ampliado a compreensão dos fatores que influenciam o desempenho físico, demonstrando que a capacidade de produzir força e sustentar esforços não depende exclusivamente de adaptações musculares e metabólicas. Evidências sugerem que fatores neurais também exercem papel importante na

regulação do recrutamento motor, na percepção de esforço e no desenvolvimento da fadiga, tornando-se potenciais alvos para intervenções voltadas à melhora do desempenho.

Nesse contexto, intervenções não farmacológicas passaram a ser investigadas como alternativas para otimizar o rendimento físico por meio de mecanismos distintos daqueles tradicionalmente explorados pelos recursos nutricionais. Entre as ferramentas emergentes, destacam-se as técnicas de neuromodulação não invasiva. Dentre elas, a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) tem atraído interesse científico devido à sua capacidade de modular a excitabilidade cortical e influenciar fatores associados à produção de força, percepção de esforço e desempenho durante o exercício.

2.5 Fundamentos neurofisiológicos da estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC)

2.5.1 Neuroplasticidade induzida por ETCC

Os efeitos ergogênicos da ETCC são atribuídos à sua capacidade de induzir alterações neuroplásticas. Evidências demonstram que os efeitos da estimulação dependem da polaridade utilizada, de modo que a estimulação anódica está geralmente associada ao aumento da excitabilidade cortical, enquanto a estimulação catódica tende a reduzi-la (Nitsche & Paulus, 2000; Nitsche & Paulus, 2001; Nitsche *et al.*, 2003). Os mecanismos responsáveis por essas alterações parecem envolver processos de plasticidade sináptica dependentes de receptores N-metil-D-aspartato (NMDA), além da participação de canais de cálcio e da modulação de neurotransmissores excitatórios e inibitórios (Liebetanz *et al.*, 2002; Nitsche *et al.*, 2003; Nitsche *et al.*, 2008; Stagg & Nitsche, 2011).

2.5.2 O que é ETCC

Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) é uma técnica de neuromodulação não invasiva que modula a atividade neural em diferentes regiões corticais do cérebro por meio da aplicação de uma corrente elétrica de baixa intensidade (2mA) através de eletrodos posicionados sobre o couro cabeludo no local onde se deseja investigar (Nitsche & Paulus, 2000). Essa corrente elétrica atravessa o couro cabeludo por meio de um eletrodo posicionado sobre uma região específica do escalpo, denominado eletrodo alvo, atingindo o cérebro com intensidade suficiente para modular a excitabilidade neuronal e influenciar o disparo dos neurônios (Priori, 2003). Para completar o circuito elétrico, um segundo eletrodo, conhecido como eletrodo de referência, é posicionado em outra área do couro cabeludo ou do corpo, permitindo a condução adequada da corrente.

Uma das principais vantagens da ETCC em relação a outras técnicas de estimulação cerebral é seu caráter indolor, seguro e de baixo custo podendo ser aplicada por dispositivos

portáteis operados por bateria (Jeffery *et al.*, 2007; Bolognini *et al.*, 2009). Além disso, trata-se de um método amplamente utilizado para investigação e modulação da atividade corticoespinal, com efeitos colaterais mínimos. Durante sua aplicação, a maioria dos indivíduos não percebe a estimulação elétrica, embora alguns possam relatar uma leve sensação de formigamento, coceira ou leve queimação no local dos eletrodos, que geralmente desaparece em poucos segundos (Nitsche *et al.*, 2003a, 2003b).

2.5.3 Polaridade anódica e catódica

O mecanismo de ação da ETCC baseia-se na modificação do potencial transmembrana dos neurônios, resultando em alterações na excitabilidade cortical (Priori *et al.*, 1998; Nitsche *et al.*, 2008). A depender da polaridade da corrente aplicada sobre o couro cabeludo, a ETCC pode induzir dois tipos de efeitos, o estímulo anódico, que provoca um efeito excitatório ao promover a despolarização da membrana neural, alterando o potencial de repouso dos neurônios e modificando a condutividade dos canais iônicos. Em contrapartida, a estimulação catódica gera um efeito inibitório ao induzir uma repolarização da membrana neural, reduzindo a excitabilidade cortical (Nitsche *et al.*, 2000;2001; Bastani & Jaberzadeh, 2012). Durante a estimulação, uma corrente elétrica de baixa intensidade, variando geralmente entre 0,5 mA e 4,0 mA, circula entre os eletrodos, atravessando o cérebro para completar o circuito elétrico (Nitsche *et al.*, 2008).

2.5.4 Modulação da excitabilidade cortical

Nos últimos anos, a ETCC tem ganhado destaque nos campos da medicina esportiva e da reabilitação, sendo amplamente investigada por seu potencial de modulação do desempenho motor e da recuperação neuromuscular (Chang *et al.*, 2017; Xiao *et al.*, 2020). A intensidade das correntes elétricas aplicadas sobre o couro cabeludo parece influenciar diretamente as respostas fisiológicas obtidas. Enquanto uma corrente anódica de menor intensidade pode atuar predominantemente nos interneurônios corticais mais superficiais, uma corrente anódica de maior intensidade pode atingir camadas mais profundas, alcançando os neurônios motores superiores e, conseqüentemente, facilitando a resposta motora (Nitsche & Paulus, 2001).

Além da intensidade, o tempo de duração da estimulação também é um fator determinante para os efeitos produzidos pela ETCC. Para que ocorra a indução de efeitos secundários, é necessário um tempo mínimo de aplicação de três minutos com uma corrente contínua de pelo menos 1 mA (Priori, 2003). No estudo conduzido por Nitsche e Paulus (2001), a estimulação do córtex motor com uma polarização anódica de duração prolongada, igual ou superior a 13 minutos, foi capaz de aumentar a excitabilidade cortical por até 90

minutos após a sessão de ETCC. Desse modo, entende-se que a eficácia da ETCC-a na modificação da excitabilidade corticoespinal ou na potencialização dos efeitos do treinamento motor está diretamente relacionada à densidade da corrente e à duração da aplicação (Púrpura & McMurtry, 1965; Nitsche & Paulus, 2000, 2001; Nitsche *et al.*, 2008).

Por outro lado, a estimulação catódica induz uma inibição da atividade cortical devido à modificação da condutividade dos canais iônicos da membrana neural, resultando em um processo de repolarização. Do ponto de vista comportamental, a estimulação catódica pode reduzir o desempenho motor, a menos que ocorra uma inibição seletiva de neurônios inibitórios, o que poderia gerar um efeito facilitador (Nozari *et al.*, 2014). Assim como ocorre com a estimulação anódica, os efeitos da estimulação catódica dependem tanto da intensidade quanto da duração da aplicação. Nesse sentido, Nitsche *et al.* (2003) descobriu que a estimulação do córtex motor com corrente catódica por um período de nove minutos resultou na inibição da atividade cortical motora por até uma hora após o término da estimulação.

Ademais, esses dois fatores, intensidade e tempo de duração, também influenciam a segurança da técnica, sendo fundamentais para evitar potenciais danos ao tecido neural (Nitsche *et al.*, 2003a). McCreery *et al.* (1990) sugeriram que a densidade de corrente, definida como a razão entre a força da estimulação (A) e a área do eletrodo (cm²), deve ser o parâmetro central para determinar os limites de segurança da ETCC. Segundo esses pesquisadores, densidades abaixo de 25 mA/cm² são consideradas seguras e não promovem danos ao tecido cerebral.

O termo *sham*, derivado do inglês, é utilizado para designar procedimentos simulados ou falsos, frequentemente empregados como condição de controle em intervenções experimentais. No contexto da estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC), a condição *sham* refere-se a uma estimulação simulada que não promove alterações na excitabilidade cortical (Nitsche *et al.*, 2008), sendo amplamente adotada em estudos com delineamento duplo-cego. Trata-se de uma estratégia eficaz de cegamento, especialmente entre indivíduos sem familiaridade prévia com a técnica, uma vez que busca reproduzir as sensações iniciais provocadas pela ETCC real, sem gerar efeitos fisiológicos mensuráveis (Thair *et al.*, 2017; Gandiga *et al.*, 2006).

Nesse sentido, Gandiga *et al.* (2006) investigaram a eficácia do protocolo *sham* e observaram que os participantes relataram percepções sensoriais similares nas condições real e simulada, o que evidencia a viabilidade da técnica para garantir o cegamento das intervenções. Tradicionalmente, os protocolos de ETCC *sham* consistem em uma fase inicial de ativação denominada “rampa de subida”, em que a corrente atinge o valor estipulado,

permanecendo por um curto período (geralmente entre cinco e 60 segundos), seguida por uma “rampa de descida”, na qual a corrente é gradualmente reduzida até ser completamente interrompida. Esse padrão de aplicação tem sido considerado suficiente para provocar uma estimulação sensorial comparável àquela promovida pelas condições reais de ETCC anódica ou catódica, sem induzir efeitos neuromodulatórios (Neri *et al.*, 2020).

Dessa forma, entende-se que a ETCC como uma técnica de neuromodulação não invasiva que tem sido utilizada nas últimas duas décadas como ferramenta terapêutica eficaz e segura em diferentes contextos clínicos (Nitsche e Paulus, 2001). Inicialmente, sua aplicação esteve centrada em pesquisas voltadas ao tratamento de distúrbios neurológicos e psiquiátricos, incluindo condições como depressão, esquizofrenia, epilepsia, esclerose múltipla, acidente vascular cerebral, doença de Parkinson e doença de Alzheimer, além de dor crônica e transtornos relacionados à dependência química (Rogalewski *et al.*, 2004; Fleming *et al.*, 2018; Lefaucheur *et al.*, 2016).

Porém, além de seu uso clínico, a ETCC também pode ser associada a outros métodos terapêuticos ou de reabilitação, visando potencializar seus efeitos. Evidências indicam que essa técnica pode otimizar a plasticidade neuronal e facilitar a recuperação funcional em diferentes contextos, tornando-se uma abordagem promissora para intervenções voltadas à reabilitação neurológica e ao aprimoramento motor (Hummel & Cohen, 2006; Hesse *et al.*, 2007). Mais recentemente, a ETCC passou a ser investigada em contextos não clínicos, com foco em seu potencial ergogênico. Estudos têm demonstrado que sua aplicação pode contribuir para o aumento do desempenho físico, especialmente em atividades que envolvem força e resistência muscular (Lattari *et al.*, 2017; Lattari *et al.*, 2018; Angius *et al.*, 2019). Esses achados reforçam o interesse crescente pela técnica em áreas como o treinamento físico, a performance esportiva e a preparação de atletas. As implicações específicas da ETCC no contexto do exercício resistido serão abordadas no tópico seguinte.

3.5.4 Áreas cerebrais comumente estimuladas

Os efeitos da ETCC dependem não apenas da polaridade da estimulação, mas também da região cortical selecionada como alvo. As áreas mais frequentemente investigadas são o M1 e o CPFDL. O M1 desempenha papel central na execução dos movimentos voluntários e no recrutamento de unidades motoras. Dessa forma, a estimulação dessa região tem sido amplamente utilizada com o objetivo de aumentar a excitabilidade cortical e potencialmente influenciar a produção de força, a ativação muscular, resistência à fadiga, desempenho aeróbico e atividades de salto (Angius *et al.*, 2015; Angius *et al.*, 2017; Codella *et al.*, 2020; Grospretrê *et al.*, 2021). Existem evidências envolvendo a estimulação M1 no contexto do

exercício aeróbio. Vitor-Costa et al. (2015), por exemplo, observaram aumento no tempo até a exaustão durante uma tarefa de ciclismo após estimulação anódica do M1 quando comparada às condições catódica e *sham*. Porém, essa melhora ocorreu sem alterações significativas na atividade eletromiográfica, frequência cardíaca ou percepção subjetiva de esforço. Os autores sugeriram que o aumento do desempenho poderia estar relacionado a modificações na excitabilidade cortical e na facilitação intracortical induzidas pela estimulação.

No que se refere ao desempenho em exercícios de potência, particularmente o salto vertical, há evidências que também sustentam os efeitos positivos da ETCC-a. Lattari et al. (2020), por exemplo, avaliaram o desempenho no salto com contramovimento (CMJ) em 10 indivíduos treinados em força. Os participantes foram expostos a três condições: ETCC-a, ETCC-c e *sham*. Na condição anódica e no *sham*, o eletrodo anódico foi posicionado horizontalmente sobre o córtex motor (região Cz), abrangendo bilateralmente M1 dos membros inferiores, enquanto o eletrodo catódico foi alocado sobre a região supraorbital direita. Na condição catódica, a polaridade foi invertida. Em ambas as condições ativas, a estimulação foi aplicada com 2 mA por 20 minutos, enquanto na condição *sham*, a corrente foi interrompida após 30 segundos.

As variáveis analisadas foram altura do salto, tempo de voo e pico de potência. Embora não tenham sido observadas diferenças estatisticamente significativas entre os momentos ou condições, verificou-se um aumento nos valores de desempenho após a condição ETCC-a em comparação à linha de base. Especificamente, observou-se aumento na altura do salto (de 34,76 cm para 38,66 cm), no tempo de voo (de 532,6 ms para 560,5 ms) e no pico de potência (de 3.470,2 W para 3.707,5 W). Os autores sugerem que tais melhorias podem estar relacionadas ao aumento da excitabilidade do M1 induzido pela estimulação, o que pode ter modulado positivamente os mecanismos de fadiga central e facilitado o desempenho motor durante a tarefa.

Entretanto, evidências mais recentes sugerem que o desempenho durante o exercício não depende exclusivamente da capacidade neuromuscular. Fatores cognitivos e perceptivos também exercem papel importante na manutenção do esforço, especialmente em tarefas realizadas até a fadiga. Nesse contexto, o CPFDL tem recebido crescente atenção devido à sua participação em funções executivas, como controle atencional, tomada de decisão, memória de trabalho e autorregulação comportamental (Miller & Cohen, 2001; Robertson & Marino, 2016).

2.6 Córtex Pré-Frontal

2.6.1 Definição do CPF e CPFDL

O córtex pré-frontal (CPF), também conhecido como neocórtex, corresponde à porção mais anterior do lobo frontal e integra uma ampla rede cortical envolvida no processamento de funções cognitivas de alta complexidade. Essa região apresenta conexões robustas com estruturas subcorticais como o tálamo, hipotálamo e sistema límbico. Essa região é funcionalmente subdividida em três principais áreas: ventromedial, orbitofrontal e dorsolateral. A área ventromedial está associada ao planejamento de ações, raciocínio e comportamento social; a orbitofrontal, por sua vez, está relacionada à tomada de decisões mediada por aspectos afetivos; enquanto a área dorsolateral, denominada CPFDL, tem sido amplamente vinculada às funções cognitivas superiores, especialmente aquelas envolvidas no controle comportamental e na tomada de decisão racional (Goldman-Rakic, 1996).

2.6.2 Papel do CPFDL na tomada de decisão e tolerância ao esforço

Dentre as subfunções atribuídas ao CPFDL, destacam-se os chamados domínios das funções executivas, como a memória de trabalho, a flexibilidade cognitiva e o controle inibitório (Diamond, 2012). A memória de trabalho refere-se à capacidade de manter e manipular informações em mente por um período breve, sendo essencial para processar eventos que se desdobram ao longo do tempo (Diamond, 2012). A flexibilidade cognitiva diz respeito à habilidade de ajustar pensamentos, estratégias e expectativas frente a novas demandas e situações inesperadas (Diamond, 2013). Já o controle inibitório está relacionado à capacidade de suprimir respostas automáticas, impulsos ou comportamentos inadequados, favorecendo o autocontrole, a autorregulação emocional e a concentração em tarefas específicas (Diamond, 2012).

Do ponto de vista do desempenho físico, há indicações de que o controle inibitório contribua diretamente para a tolerância ao esforço, atuando como um fator mediador na resistência à fadiga (Robertson & Marino, 2016). Essa capacidade permite ao indivíduo sustentar tarefas extenuantes, resistindo à “tentação” de interrompê-las antes do limite físico. De acordo com essa perspectiva, durante exercícios intensos, o foco atencional estaria mais vinculado a aspectos motivacionais e emocionais do que a sensações somatossensoriais relacionadas à fadiga (Robertson & Marino, 2016).

Diante disso, recursos ergogênicos capazes de modular positivamente o controle inibitório tornam-se promissores em contextos nos quais o objetivo é prolongar a tolerância ao exercício. Nesse cenário, a ETCC-a aplicada sobre o CPFDL tem se mostrado eficaz na (Fregni *et al.*, 2008; Loftus *et al.*, 2015; Jeon *et al.*, 2012; Soltaninejad *et al.*, 2015; Nejati *et*

al., 2018). A modulação dessa área cortical por meio da ETCC-a tem sido associada ao melhor desempenho em tarefas que exigem autorregulação e resistência ao esforço, com impacto direto sobre o tempo até a exaustão em exercícios de alta intensidade (Angius *et al.*, 2019).

2.6.3 Possíveis mecanismos que estariam envolvidos quanto ao aumento do volume induzido pela ETCC

Diversos estudos têm demonstrado que a aplicação da ETCC-a sobre o córtex CPFDL-E pode promover aumento agudo do volume de treinamento em exercícios de força, especialmente em protocolos realizados até a falha muscular (Lattari *et al.*, 2016; Lattari *et al.*, 2019; Vieira *et al.*, 2020; Rodrigues *et al.*, 2022; Lattari *et al.*, 2023). De modo geral, esses estudos observaram aumento no número de repetições realizadas, no número de séries executadas ou no *volume load*, tanto em exercícios para membros superiores quanto inferiores.

Dessa forma, os mecanismos envolvidos nos efeitos positivos da ETCC-a sobre o volume de treinamento ainda não estão completamente elucidados. Entretanto, os estudos disponíveis sugerem que a estimulação anódica do CPFDL-E possa modular processos centrais relacionados à regulação do esforço durante o exercício. Entre os mecanismos propostos destacam-se a influência sobre processos neurocognitivos, como a tomada de decisão e o controle inibitório, além da modulação de fatores perceptivos, evidenciada pela redução da percepção subjetiva de esforço, e de aspectos afetivos e motivacionais envolvidos na manutenção da atividade. Em conjunto, essas alterações poderiam favorecer maior tolerância ao esforço, permitindo que o indivíduo sustente o desempenho por mais tempo ao longo das séries e, conseqüentemente, realize um maior número de repetições e um maior volume de treinamento (Lattari *et al.*, 2019; Alix-Fages *et al.*, 2020; Rodrigues *et al.*, 2022; Vieira *et al.*, 2020).

Contudo, observa-se que os estudos disponíveis investigaram os efeitos da ETCC-a sobre o volume de treinamento em exercícios de força de forma isolada, sem avaliar uma sessão completa de treinamento composta por múltiplos exercícios. Dessa forma, permanece uma lacuna na literatura quanto aos efeitos da estimulação do CPFDL sobre o volume total de uma sessão de treinamento resistido. Nesse contexto, torna-se relevante investigar os efeitos da ETCC sobre o volume de treinamento em uma sessão completa de treinamento resistido, composta por diferentes exercícios e múltiplas séries realizadas até a falha concêntrica. Considerando a escassez de estudos com esse delineamento, o presente estudo surge para analisar o efeito da ETCC sobre o volume de treinamento em quatro exercícios distintos,

buscando ampliar a compreensão dos seus potenciais efeitos em um contexto de maior aplicação para a prática do treinamento de força.

2.7 Efeitos da ETCC sobre o CPFDL e desempenho neuromuscular

No que se refere ao desempenho físico, a estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) tem sido considerada como um potencial recurso ergogênico, capaz de modular áreas corticais associadas ao controle motor e à fadiga central. Especificamente, sua aplicação anódica vem sendo explorada com o objetivo de otimizar o desempenho em diferentes tipos de exercício físico, tanto de natureza aeróbica quanto anaeróbica (Angius *et al.*, 2017).

Uma revisão sistemática conduzida por Angius *et al.* (2017) sugeriu que a ETCC-a pode favorecer o desempenho físico em tarefas dinâmicas que envolvem grandes grupamentos musculares, como exercícios aeróbicos de resistência e saltos, sobretudo por sua atuação na modulação do córtex pré-frontal dorsolateral (CPFDL). Adicionalmente, meta-análises mais recentes também apontaram efeitos positivos da técnica em tarefas de força, incluindo exercícios isométricos e dinâmicos (Angius *et al.*, 2019; Lattari *et al.*, 2018).

No domínio do desempenho aeróbico, há evidências de que a ETCC-a seja eficaz para ampliar o tempo até a exaustão, além de reduzir a percepção subjetiva de esforço (PSE) em tarefas de alta intensidade (Lattari *et al.*, 2018; Costa *et al.*, 2015). Em um estudo conduzido por Lattari *et al.* (2018), foram avaliados os efeitos da ETCC sobre o tempo limite e a PSE durante uma tarefa realizada em cicloergômetro. Participaram 11 mulheres treinadas, submetidas a duas condições experimentais: ETCC-a e sham. Na condição ativa, o eletrodo anódico foi posicionado sobre o CPFDL esquerdo e o catódico sobre a região supraorbital direita, com corrente de 2 mA durante 20 minutos. Na condição sham, a corrente foi interrompida após 30 segundos, conforme os protocolos usuais de cegamento.

A tarefa física foi realizada com carga correspondente a 100% da potência associada ao consumo máximo de oxigênio ($PVO_{2\text{máx}}$), sendo o tempo limite (isto é, o tempo máximo de sustentação do esforço) a principal variável de desempenho. Ao final, os autores observaram um aumento significativo no tempo limite na condição ETCC-a em comparação à condição sham (199,5 s vs. 137,1 s). No entanto, não foram encontradas diferenças significativas entre as condições para a percepção subjetiva de esforço (PSE). Os autores sugerem que o aumento da excitabilidade do CPFDL pode ter atenuado os sinais relacionados à fadiga central, favorecendo uma maior tolerância ao esforço e, consequentemente, um tempo de execução superior durante a tarefa.

2.7.1 ETCC e força muscular

Teoricamente, a capacidade da ETCC de modular a excitabilidade cortical poderia influenciar o comando neural descendente e, conseqüentemente, a produção de força muscular. Entretanto, os resultados observados na literatura permanecem inconsistentes. Uma revisão sistemática recente identificou 16 estudos que avaliaram os efeitos da ETCC sobre indicadores de força muscular, incluindo testes de uma repetição máxima (1RM), contração voluntária isométrica máxima (MVIC), torque muscular e potência muscular (Alix-Fages *et al.*, 2023). Dentre os estudos analisados, apenas cinco relataram aumentos significativos da força muscular após a aplicação da ETCC quando comparada à condição sham (Frazer *et al.*, 2017; Hazime *et al.*, 2017; Kamali *et al.*, 2019; Vargas *et al.*, 2018; Washabaugh *et al.*, 2016). Em contrapartida, dois estudos observaram redução do desempenho em pelo menos uma variável relacionada à força muscular (Giboin & Gruber, 2018; Workman *et al.*, 2020), enquanto a maioria dos trabalhos não encontrou diferenças significativas entre as condições experimental e placebo (Alix-Fages *et al.*, 2020; Barwood *et al.*, 2016; Ciccone *et al.*, 2019; Esteves *et al.*, 2019; Holgado *et al.*, 2019; Lampropoulou & Nowicky, 2013; Montenegro *et al.*, 2015; Oki *et al.*, 2019; Workman *et al.*, 2020c).

A heterogeneidade dos resultados pode estar relacionada às diferenças metodológicas entre os estudos, incluindo a região cerebral estimulada, intensidade e duração da corrente, características da amostra e métodos utilizados para avaliação da força muscular. Dessa forma, apesar do racional neurofisiológico que sustenta a utilização da ETCC como potencial recurso ergogênico, as evidências atualmente disponíveis não permitem concluir de forma consistente que a técnica seja capaz de promover aumentos agudos da força muscular máxima.

Por outro lado, resultados mais promissores têm sido observados em variáveis relacionadas à resistência muscular e ao volume de treinamento, especialmente quando a estimulação é aplicada sobre o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo (CPFDL-E). Nesses casos, os efeitos parecem estar mais associados à tolerância ao esforço e à regulação de fatores cognitivos e perceptivos do que ao aumento direto da capacidade de produção de força.

Tem sido proposto que a modulação do CPFDL-E por meio da ETCC possa influenciar o desempenho em tarefas de força não necessariamente por aumentar diretamente a capacidade na produção de força, mas por favorecer a manutenção do esforço durante tarefas fisicamente exigentes. Essa hipótese é sustentada por estudos que demonstraram melhora do desempenho em exercícios realizados até a falha muscular após a estimulação

anódica do CPFDL-E, frequentemente acompanhada por alterações na percepção subjetiva de esforço ou aumento da tolerância ao exercício (Lattari *et al.*, 2019; Alix-Fages *et al.*, 2020).

2.7.2 ETCC e volume de treinamento

Algumas evidências apontam que a ETCC-a aplicada sobre o CPFDL-E pode promover aumento agudo do volume de treinamento em exercícios de força, principalmente em protocolos realizados até a falha muscular (Lattari *et al.*, 2016; Lattari *et al.*, 2019; Lattari *et al.*, 2020; Lattari *et al.*, 2023; Rodrigues *et al.*, 2022; Vieira *et al.*, 2020). De maneira geral, esses efeitos têm sido relacionados à uma provável modulação de mecanismos neurais referentes à PSE e a processos cognitivos e motivacionais que influenciam a capacidade de sustentar o desempenho durante o TF. Como consequência, alguns estudos demonstram um aumento do volume de treinamento em diferentes exercícios de força, envolvendo tanto membros superiores quanto inferiores, sendo o volume de carga (*volume load*), obtido pelo produto entre a carga externa e o número de repetições realizadas, o desfecho mais frequentemente empregado para essa quantificação.

Entretanto, apesar dos resultados promissores, a literatura disponível ainda apresenta limitações importantes. A maior parte das investigações avaliou os efeitos da ETCC em protocolos compostos por um único exercício executado até a falha concêntrica, restringindo os achados para sessões completas de treinamento de força, nas quais diferentes exercícios são realizados de forma sequencial e sob acúmulo progressivo de fadiga. Além disso, embora o volume de carga seja amplamente utilizado como variável de desempenho, poucos estudos empregaram o número total de repetições como desfecho principal, especialmente em exercícios multiarticulares, como o agachamento (Vieira *et al.*, 2020).

O número total de repetições constitui uma medida prática e amplamente utilizada no treinamento resistido, refletindo diretamente a capacidade de sustentar o desempenho ao longo das séries e sendo frequentemente empregado na prescrição de programas voltados à hipertrofia muscular (Kraemer; Ratamess, 2004). Considerando sua aplicabilidade no contexto profissional e sua relação direta com o volume de treinamento, o presente estudo adotou essa variável como desfecho principal, buscando oferecer um protocolo com maior potencial de transferência para a prática do treinamento resistido.

2.7.3 Estudos com exercícios isolados

Embora as evidências disponíveis demonstrem efeitos positivos da ETCC sobre o volume de treinamento, a maioria dos estudos foi conduzida utilizando apenas um exercício por sessão experimental. Nesse contexto, Lattari *et al.* (2016) investigaram os efeitos agudos da ETCC aplicada ao CPFDL-E sobre o volume de treinamento durante a execução do

exercício de rosca bíceps com barra livre em indivíduos treinados em treinamento resistido. O estudo contou com 10 homens treinados, submetidos a um delineamento crossover randomizado, no qual todos os participantes realizaram as condições ETCC anódica, catódica e sham. Após a determinação da carga correspondente a 10RM, os participantes receberam estimulação de 2 mA durante 20 minutos e, em seguida, realizaram o exercício utilizando a mesma carga, sendo avaliados o volume total de repetições e a percepção subjetiva de esforço pela escala OMNI-RES. Os resultados demonstraram que a condição de ETCC-a promoveu aumento significativo no volume total de repetições quando comparada às condições catódica e sham, além de reduzir a PSE.

Lattari *et al.* (2019) também avaliaram os efeitos da ETCC aplicada ao CPFDL-E sobre o volume de treinamento durante o exercício de supino reto. O estudo incluiu 15 participantes submetidos a quatro condições experimentais: sham + placebo, ETCC-a + placebo, sham + cafeína e ETCC-a + cafeína. A ETCC foi aplicada sobre o CPFDL-E durante 20 minutos, com intensidade de 2 mA. Após a estimulação, os participantes realizaram o exercício de supino reto com carga correspondente a 10RM, sendo o volume de carga (*volume load*) utilizado como desfecho principal. Os resultados demonstraram maior volume de carga na condição ETCC-a + placebo em comparação à condição sham + placebo ($800,7 \pm 139,3$ kg vs. $661,2 \pm 112,6$ kg, respectivamente). Entretanto, a redução da percepção subjetiva de esforço foi observada apenas na condição combinada de ETCC-a e cafeína. Os autores sugerem que o aumento do volume de treinamento promovido pela ETCC pode estar relacionado à modulação de mecanismos centrais envolvidos na regulação do esforço e na tomada de decisão durante o exercício. Também utilizando o exercício de supino reto, Alix-Fages *et al.* (2020) investigaram os efeitos da ETCC aplicada ao CPFDL-E sobre o volume de treinamento e a percepção subjetiva de esforço em 14 homens treinados. Os participantes foram submetidos às condições ETCC anódica, catódica e sham, recebendo estimulação durante 15 minutos com intensidade de 2 mA. Após a estimulação, realizaram séries de cinco repetições a 75% de 1RM, com intervalos de um minuto, até a falha concêntrica. Os resultados demonstraram maior número total de repetições na condição ETCC-a (77 ± 45 repetições) em comparação às condições ETCC-c (62 ± 36 repetições) e sham (58 ± 35 repetições). A ETCC-a promoveu menor PSE em relação às demais condições experimentais. Segundo os autores, esses resultados sugerem que a estimulação anódica do CPFDL-E pode aumentar a tolerância ao esforço ao modular mecanismos centrais relacionados à percepção da fadiga, favorecendo a manutenção do desempenho durante o exercício.

Expandindo as investigações para exercícios multiarticulares de membros inferiores, Vieira et al. (2020) avaliaram os efeitos da ETCC aplicada ao CPFDL-E sobre o volume de treinamento durante a execução do exercício de agachamento. O estudo foi realizado com 11 homens treinados, submetidos a um delineamento crossover, randomizado, duplo-cego e controlado por sham. A estimulação anódica foi aplicada sobre o CPFDL-E durante 20 minutos, com intensidade de 2 mA. Após a estimulação, os participantes realizaram três séries de agachamento até a falha concêntrica com carga correspondente a 80% de 1RM e intervalo de um minuto entre as séries. O volume de treinamento foi determinado pelo número total de repetições realizadas ao longo do protocolo. Os resultados demonstraram maior número total de repetições na condição ETCC-a em comparação à condição sham, além de maior número de repetições na primeira série. Os autores sugerem que esse aumento no volume de treinamento pode estar relacionado à modulação de mecanismos centrais decorrentes da estimulação do CPFDL-E, como o aumento da excitabilidade corticoespinal, fatores neurocognitivos envolvidos na tolerância ao esforço e a manutenção da velocidade de movimento durante o exercício, favorecendo a sustentação do desempenho ao longo das séries.

Corroborando os achados anteriores, Lattari *et al.* (2020) investigaram os efeitos da ETCC aplicada ao CPFDL-E sobre o volume de treinamento no exercício de leg press 45°. Participaram do estudo 15 homens jovens saudáveis com experiência avançada em treinamento de força, submetidos a um delineamento crossover randomizado e duplo-cego. Os participantes realizaram três condições experimentais (ETCC anódica, ETCC catódica e sham), recebendo estimulação de 2 mA durante 20 minutos direcionada ao CPFDL-E. Logo após a estimulação, foi realizada uma série até a falha com carga correspondente a 10RM no leg press 45°, sendo avaliados a carga volumétrica e a PSE. Os resultados demonstraram maior carga volumétrica na condição ETCC-a em comparação às condições ETCC-c e sham. Segundo os autores, esses achados sugerem que a ETCC aplicada ao CPFDL-E pode aumentar agudamente o volume de treinamento em exercícios de força, favorecendo a realização de maiores cargas de treinamento, fator considerado importante para maximizar adaptações relacionadas à força muscular.

Por fim, Rodrigues *et al.* (2022) investigaram os efeitos da ETCC aplicada ao CPFDL-E em um protocolo composto por dois exercícios multiarticulares realizados de forma sequencial. O estudo foi conduzido com 12 homens treinados em um delineamento crossover, no qual os participantes realizaram as condições ETCC-a e sham. A estimulação foi aplicada durante 20 minutos com intensidade de 2 mA sobre o CPFDL-E e, posteriormente, os

participantes realizaram três séries até a falha concêntrica a 80% de 1RM no exercício de supino reto, seguidas de três séries no exercício de agachamento. Os resultados demonstraram maior volume de carga na condição ETCC-a em comparação à condição sham tanto no supino ($1.415,2 \pm 426,6$ kg vs. $1.140,0 \pm 271,6$ kg) quanto no agachamento ($1.808,5 \pm 439,9$ kg vs. $1.458,3 \pm 266,5$ kg). Os autores destacam que a ETCC aplicada ao CPFDL-E foi capaz de aumentar o volume de treinamento no agachamento mesmo quando este foi realizado após o supino reto, sugerindo que o efeito ergogênico da ETCC pode persistir ao longo de exercícios realizados de forma sequencial.

Os estudos disponíveis demonstram que a ETCC aplicada ao CPFDL-E aumenta agudamente o volume de treinamento em exercícios de força. Entretanto, observa-se que a maior parte das investigações foi conduzida utilizando exercícios isolados, sendo Rodrigues et al. (2022) o único estudo que avaliou dois exercícios realizados de forma sequencial. Dessa forma, ainda não há evidências sobre os efeitos da ETCC aplicada ao CPFDL-E durante uma sessão completa de treinamento resistido composta por múltiplos exercícios, cenário que se aproxima das condições reais empregadas na prática. Nesse contexto, o presente estudo buscou investigar os efeitos da ETCC aplicada ao CPFDL-E sobre o volume de treinamento em uma sessão composta por quatro exercícios multiarticulares realizados em múltiplas séries até a falha concêntrica.

2.8 ETCC e percepção subjetiva de esforço (PSE)

2.8.1 Conceito de PSE

A percepção subjetiva de esforço (PSE) é reconhecida como um indicador subjetivo da intensidade do exercício físico. Conceitualmente, trata-se da sensação pessoal e interna do indivíduo sobre o quão difícil, pesado e extenuante determinada atividade física está sendo percebida (Borg, 2000). Essa medida perceptiva permite ao praticante monitorar seu estado de fadiga, promovendo ajustes voluntários na execução do exercício com o intuito de regular o desempenho (Marcora *et al.*, 2008).

2.8.2 PSE como indicador psicofisiológico

Embora a PSE seja considerada uma medida subjetiva, ela é amplamente reconhecida como um indicador psicofisiológico, uma vez que resulta da integração entre sinais fisiológicos periféricos e processos centrais envolvidos na interpretação do esforço (Borg, 2000; Marcora *et al.*, 2008). Durante o exercício físico, informações aferentes provenientes dos músculos, sistema cardiovascular e sistema respiratório são continuamente enviadas ao sistema nervoso central, onde são integradas a fatores cognitivos, emocionais, motivacionais e

contextuais, originando a percepção consciente do esforço necessário para sustentar a tarefa (Marcora *et al.*, 2008). Dessa forma, a PSE não reflete exclusivamente o estado fisiológico do organismo, mas também a maneira como essas informações são processadas e interpretadas pelo cérebro.

2.8.3 ETCC e redução da percepção de esforço

Evidências indicam que o CPFDL exerce um papel fundamental na modulação da PSE, uma vez que está envolvido na interpretação dos sinais aferentes originados durante a realização do exercício físico, além de contribuir para o processo de autorregulação do ritmo do esforço (Robertson & Marino, 2016). Nesse contexto, a ETCC-a, aplicada sobre o CPFDL, tem se mostrado uma estratégia neuromodulatória capaz de influenciar a PSE, aumentando a tolerância à atividade física intensa (Lattari *et al.*, 2016; Lattari *et al.*, 2018; Alix-Fages *et al.*, 2020). A hipótese é que o aumento da excitabilidade cortical promovido pela ETCC-a module o processamento de sinais aferentes relacionados ao esforço, aumentando a tolerância ao exercício e favorecendo a manutenção do desempenho (Lattari *et al.*, 2016; Lattari *et al.*, 2020; Alix-Fages *et al.*, 2020). Entretanto, os efeitos da ETCC sobre a PSE ainda não são consistentes entre os estudos, uma vez que parte das investigações demonstrou redução significativa dessa variável, enquanto outras não observaram diferenças entre as condições experimentais.

2.8.4 Evidências inconsistentes entre PSE e volume

Nesse contexto, com o objetivo de investigar os efeitos da ETCC sobre o volume de treino e a PSE em sujeitos treinados, Alix-Fages *et al.* (2020) recrutaram 14 indivíduos para participarem de três condições experimentais: ETCC-a, ETCC-c e sham. Na condição anódica, o eletrodo anódico foi posicionado sobre o CPFDL esquerdo, enquanto o catódico foi colocado na região supraorbital direita. A estimulação teve duração de 15 minutos com intensidade de 2,0 mA, sendo que, na condição sham, o dispositivo foi desligado após 30 segundos. Após a estimulação, os participantes realizaram o exercício de supino reto com 75% de 1RM, realizando séries de cinco repetições com 1 minuto de intervalo, até a falha concêntrica. A PSE foi aferida com a escala OMNI-RES nos intervalos entre séries. Os resultados revelaram que a condição ETCC-a promoveu maior volume total de repetições (77) em comparação às condições ETCC-c (62) e sham (58), além de apresentar valores mais baixos de PSE. Os autores atribuíram esses efeitos à maior excitabilidade do CPFDL, que, ao integrar informações cognitivas e afetivas, pode inibir a percepção dos sinais de fadiga.

De maneira semelhante, Lattari *et al.* (2016) avaliaram os efeitos da ETCC sobre a

PSE e o volume de repetições em 10 indivíduos treinados submetidos às mesmas três condições experimentais. A estimulação foi realizada com intensidade de 2,0 mA por 20 minutos, e, na condição sham, foi interrompida após 30 segundos. A tarefa de força consistiu na realização do maior número possível de repetições no exercício de flexão de cotovelo na barra com carga referente a 10RM. A PSE foi mensurada imediatamente após o esforço, por meio da escala OMNI-RES. Os resultados demonstraram aumento significativo no número de repetições para a condição ETCC-a (11,1), em comparação às condições ETCC-c (9,6) e sham (10,1), além de menor PSE registrada na condição anódica. Os autores sugerem que a maior excitabilidade da região estimulada pode ter atenuado os sinais perceptivos de fadiga central, permitindo maior desempenho.

Entretanto, resultados divergentes foram observados por Lattari et al. (2018), que investigaram os efeitos da ETCC sobre a carga volumétrica e a PSE em 15 mulheres treinadas. As participantes foram submetidas às três mesmas condições experimentais, com intensidade de 2,0 mA por 20 minutos. Os resultados mostraram que a condição ETCC-a apresentou maior volume total de carga (2.340,2 kg) quando comparada às condições ETCC-c (1.519,4 kg) e sham (1.541,8 kg). No entanto, não foram encontradas diferenças significativas entre ETCC-a e sham em relação à PSE, embora a condição ETCC-c tenha apresentado maiores valores de esforço percebido. Os autores atribuíram essa inconsistência à possível influência do posicionamento dos eletrodos e à variabilidade individual na excitabilidade cortical. Com base nos estudos mencionados, observa-se que a ETCC-a aplicada sobre o CPFDL pode modular a PSE e aumentar o volume de treinamento em exercícios de força (Lattari et al., 2016; Alix-Fages et al., 2020). Tais efeitos parecem estar relacionados à maior ativação da região pré-frontal, que atuaria na integração e regulação de sinais relacionados à fadiga. Porém, as evidências na literatura ainda não são consistentes, visto que outros estudos, como o de Lattari et al. (2018), não identificaram diferenças significativas na PSE entre as condições experimentais.

Dessa forma, embora a modulação da PSE seja frequentemente apontada como um dos possíveis mecanismos responsáveis pelos efeitos ergogênicos da ETCC, as evidências disponíveis ainda não permitem estabelecer uma relação consistente entre a redução da percepção subjetiva de esforço e o aumento do volume de treinamento. Assim, torna-se necessário o desenvolvimento de novas investigações com delineamentos metodológicos mais robustos, a fim de esclarecer os mecanismos subjacentes à modulação da PSE por meio da ETCC-a.

2.9 Treinamento de força do tipo full body (FB)

2.9.1 Definição do treinamento full body

O TF consiste em um conjunto de estímulos organizados com o objetivo de promover adaptações neuromusculares, como o aumento da força muscular, potência, resistência muscular e hipertrofia. Essas adaptações ocorrem a partir da manipulação de variáveis agudas do treinamento, tais como a ordem dos exercícios, o intervalo entre séries, a frequência semanal, o tipo de ação muscular, a velocidade de execução, a sobrecarga e o número de repetições e séries (Simão *et al.*, 2012; ACSM, 2011). O controle adequado dessas variáveis é determinante para o sucesso dos programas de TF, sobretudo em populações treinadas, que demandam estímulos progressivamente mais específicos para a continuidade dos ganhos, visto que, os mesmos apresentam ganhos limitados ao longo do ano aproximadamente 2% ao ano (ACSM, 2009).

Entre os diferentes modelos organizacionais do TF, destaca-se o modelo do tipo *full body* (FB), ou corpo inteiro. Esse modelo consiste na realização de exercícios que envolvem os principais grupamentos musculares em uma mesma sessão, de modo que cada sessão pode contemplar movimentos para membros superiores e inferiores. Em consequência dessa organização, os mesmos grupamentos musculares são estimulados em mais de uma sessão ao longo da semana, diferentemente das rotinas segmentadas (*split routines*), nas quais cada sessão é direcionada a grupamentos musculares específicos. Essa abordagem tem se mostrado eficaz tanto para iniciantes quanto para indivíduos treinados, sobretudo pela possibilidade de maior frequência semanal por músculo e menor acúmulo de fadiga localizada (Kraemer & Ratamess, 2004; Fleck & Kraemer, 2014).

2.9.2 Comparação com split routines

O treinamento do tipo *FB* difere das rotinas segmentadas principalmente pela forma como o volume de treinamento é distribuído ao longo da semana. Enquanto no modelo FB o volume destinado a cada grupamento muscular é distribuído em múltiplas sessões, nas rotinas segmentadas esse volume tende a ser concentrado em uma única sessão. Embora as evidências indiquem que ambos os modelos promovam adaptações semelhantes de força e hipertrofia quando o volume semanal é equalizado (Evangalista *et al.*, 2021; Ramos-Campo *et al.*, 2024), a distribuição do volume pode influenciar o desempenho durante a sessão de treinamento. Nesse sentido, Zaroni *et al.* (2019) observaram que, mesmo com o volume semanal equalizado, o grupo submetido ao treinamento *FB* apresentou maior hipertrofia do

bíceps braquial e do vasto lateral em comparação ao treinamento segmentado. Os autores sugerem que a distribuição do volume em diferentes sessões pode minimizar o acúmulo de fadiga ao longo do treino, permitindo maior qualidade de execução e manutenção do desempenho quando comparada à realização de elevado volume para um mesmo grupamento muscular em uma única sessão. Pensando em indivíduos treinados, que frequentemente precisam de mais estímulos (maiores séries semanais por grupamento) para gerar maior adaptação, parece ser interessante fracionar esse volume para não ter perda de performance e fadiga acumulada, porém, mantendo uma alta frequência.

Além dos desfechos relacionados à força e à hipertrofia, a escolha da divisão do treinamento também pode influenciar outros aspectos. Carneiro et al. (2024) demonstraram que, em homens treinados, o treinamento do tipo *FB* promoveu maior redução da massa gorda corporal e regional quando comparado ao treinamento segmentado, além de menores níveis de dor muscular de início tardio (DOMS). Com base nesses achados, os autores sugerem que o modelo *FB* pode ser uma estratégia interessante para indivíduos que buscam otimizar a perda de massa gorda e o desempenho estético, bem como para minimizar a dor muscular decorrente do treinamento. A aplicabilidade prática do modelo *FB* é justamente permitir um volume semanal alto mantendo a intensidade alta, algo que normalmente, não é possível nas *split routines*.

2.9.3 Vantagens do FB: menor fadiga local e maior frequência semanal

Uma das principais vantagens do treinamento do tipo *FB* é a distribuição do volume semanal entre múltiplas sessões, permitindo maior frequência de estímulo para cada grupamento muscular e menor volume por sessão. Essa organização pode minimizar o acúmulo de fadiga local, favorecendo a manutenção do desempenho ao longo do treinamento. Corroborando essa hipótese, Zaroni et al. (2019) sugerem que a distribuição do volume em diferentes sessões reduz o comprometimento do desempenho decorrente da fadiga acumulada, enquanto Carneiro et al. (2024) observaram menores níveis de dor muscular de início tardio (DOMS) após o treinamento *FB*. De forma semelhante, Ramos-Campo et al. (2024) demonstraram que o modelo *FB* apresentou vantagens relacionadas à recuperação fisiológica, com menor impacto sobre a variabilidade da frequência cardíaca e menor percepção de fadiga entre sessões.

2.9.4 Evidências sobre força e hipertrofia em FB

Sabe-se que o volume de treino é uma das variáveis mais relevantes para o

desenvolvimento da força e da hipertrofia muscular (Schoenfeld *et al.*, 2016; Grgic *et al.*, 2018). Dessa forma, a distribuição do volume ao longo da semana parece reduzir o estresse mecânico e metabólico de cada sessão isoladamente, melhorando a recuperação e possibilitando um maior rendimento nas sessões subsequentes (Gentil *et al.*, 2017; Bartolomei *et al.*, 2020; Zaroni *et al.*, 2019).

Alguns estudos compararam os efeitos do modelo FB com os programas tradicionais segmentados sobre adaptações de força e hipertrofia muscular. De maneira geral, as evidências demonstram que ambos os modelos promovem ganhos semelhantes quando o volume semanal de treinamento é equalizado. Como exemplo, Zaroni *et al.* (2019) compararam, durante oito semanas, os efeitos dos modelos *full body* e *split* em homens treinados, mantendo o volume semanal de treinamento (15 séries por grupamento muscular por semana). Ambos os grupos apresentaram aumentos significativos da força máxima nos exercícios supino reto, agachamento e remada curvada. Entretanto, o grupo FB apresentou maiores aumentos na espessura muscular do vasto lateral e do bíceps braquial quando comparado ao grupo segmentado. Os autores sugerem que a distribuição do volume de treinamento ao longo da semana pode favorecer adaptações hipertróficas em determinados grupamentos musculares.

Uma revisão sistemática com meta-análise de Ramos-Campo *et al.* (2024), reuniu 14 estudos envolvendo 392 participantes para comparar os efeitos das duas rotinas sobre força e hipertrofia muscular. Os autores observaram que ambos os modelos promoveram ganhos semelhantes de força no supino e nos membros inferiores, bem como de hipertrofia dos extensores e flexores do cotovelo, do vasto lateral e da massa corporal magra, desde que o volume de treinamento fosse equalizado. Com base nesses achados, os autores concluíram que a escolha entre os modelos não impacta significativamente os ganhos de força e hipertrofia muscular, podendo ser baseada na rotina diária, disponibilidade e preferência individual do praticante sem comprometimento nos resultados. Além disso, a troca de divisão pode ser uma estratégia interessante para a variação de estímulos ou até mesmo quebra de platô.

Por fim, Evangelista *et al.* (2021) compararam, durante oito semanas, as rotinas também mantendo o volume semanal equalizado entre os grupos. Ambos os protocolos promoveram aumentos significativos na força máxima (supino e agachamento) e na espessura muscular do bíceps, tríceps e quadríceps, sem diferenças entre as estratégias de treinamento. Os autores concluíram que, quando o volume semanal é equalizado, tanto o treinamento *FB*

quanto o *split* promovem adaptações neuromusculares semelhantes.

Essas evidências indicam que o treinamento FB pode ser tão eficiente quanto o modelo segmentado na promoção de ganhos de força e hipertrofia, com o benefício adicional de melhor distribuição do estresse muscular e maior frequência semanal de estímulo, o que pode ser particularmente relevante em indivíduos avançados que exigem maior volume de treino (Figueiredo *et al.*, 2017; Schoenfeld *et al.*, 2018).

2.9.5 Volume total de treinamento como determinante das adaptações musculares

O volume de treinamento representa uma das principais variáveis da prescrição do treinamento de força e refere-se ao número de séries completadas por grupamento muscular, ou pela carga volumétrica ($\text{carga} \times \text{repetições} \times \text{séries}$), dependendo do contexto analisado. A manipulação do volume influencia diretamente as adaptações neuromusculares decorrentes do treinamento resistido, sendo considerada um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento de adaptações neuromusculares (Kraemer; Ratamess, 2004). Evidências demonstram que a manipulação do volume de treinamento está associada a maiores adaptações musculares, especialmente quando o volume semanal é progressivamente manipulado e adequado ao nível de treinamento do indivíduo (Grgic *et al.*, 2018; Baz-Valle *et al.*, 2022).

2.10 Relação volume–hipertrofia

A hipertrofia muscular é amplamente reconhecida como uma adaptação dependente do volume de treinamento, sendo esta uma das principais variáveis da prescrição do treinamento resistido. O posicionamento mais recente do *American College of Sports Medicine* (ACSM, 2026), destaca que maiores volumes de treinamento estão associados a maiores adaptações hipertróficas, independentemente de como esse volume é distribuído ao longo da semana. No geral, é recomendado realizar de 10 a 20 séries por grupamento muscular por semana, distribuindo em 1-5 sessões semanais. Porém essa manipulação de volume deve ser compatível com a capacidade de recuperação do indivíduo (ACSM, 2026).

Corroborando esse posicionamento, Schoenfeld, Ogborn e Krieger (2017), em uma revisão sistemática com meta-análise, demonstraram que protocolos com maior número de séries semanais promovem maiores ganhos de hipertrofia quando comparados a volumes mais baixos, evidenciando uma relação dose–resposta entre o volume de treinamento e o aumento da massa muscular.

Nesse contexto, Baz-Valle *et al.* (2022) reforçam que o volume constitui um dos principais determinantes da hipertrofia muscular, porém ressaltam que sua prescrição deve considerar a individualidade biológica e a capacidade de recuperação do praticante. Os autores propõem que, quando a hipertrofia muscular é o principal objetivo, o volume seja quantificado pelo número de séries realizadas próximas da falha concêntrica para cada grupamento muscular, denominadas *hard sets* ou "séries duras" (Baz-Valle *et al.*, 2018).

Corroborando essas evidências, Schoenfeld *et al.* (2019) investigaram os efeitos de diferentes volumes de treinamento sobre as adaptações musculares em 34 homens treinados, distribuídos em três grupos que realizaram um, três ou cinco séries por exercício, durante oito semanas. Todos os protocolos promoveram aumentos significativos na força muscular; entretanto, não foram observadas diferenças entre os grupos para os ganhos de força. Em contrapartida, os maiores volumes de treinamento promoveram aumentos significativamente superior na espessura muscular dos flexores de cotovelo, reto femoral e vasto lateral, demonstrando uma relação dose–resposta entre o volume de treinamento e a hipertrofia muscular em indivíduos treinados. Os autores concluíram que, embora volumes reduzidos sejam suficientes para promover ganhos de força, maiores volumes são necessários para maximizar as adaptações hipertróficas.

2.11 Relação volume–força

Em relação a força muscular, volumes muito elevados podem não proporcionar ganhos adicionais de força máxima. Schoenfeld *et al.* (2019) verificaram que protocolos com um, três e cinco séries por exercício promoveram aumentos semelhantes na força máxima, apesar de os maiores volumes resultarem em maior hipertrofia muscular. Esses achados sugerem que, após um determinado limiar de volume, aumentos adicionais parecem exercer maior impacto sobre as adaptações hipertróficas do que sobre os ganhos de força.

Contudo, Grgic *et al.* (2018), em uma revisão sistemática com meta-análise investigaram os efeitos da frequência semanal de treinamento sobre os ganhos de força muscular. Embora frequências mais elevadas estivessem inicialmente associadas a maiores ganhos de força, essa diferença deixou de ser significativa quando o volume semanal de treinamento foi equalizado entre as condições. Com base nesses achados, os autores concluíram que o maior efeito observado com frequências mais elevadas parece ser decorrente do maior volume de treinamento realizado, e não da frequência em si. Dessa forma, a frequência pode ser utilizada como estratégia para distribuir maiores volumes de treinamento ao longo da semana, favorecendo os ganhos de força muscular.

Recentemente, Pelland *et al.* (2025), por meio de uma revisão sistemática com meta-regressão, investigaram a relação dose–resposta entre o volume e a frequência semanal de treinamento sobre os ganhos de força e hipertrofia muscular. Os resultados demonstraram que o aumento do volume semanal esteve consistentemente associado a maiores ganhos de força muscular, evidenciando uma relação dose–resposta positiva. Entretanto, os autores observaram que essa relação apresenta retornos decrescentes, indicando que aumentos progressivos no volume resultam em incrementos cada vez menores nos ganhos de força. Além disso, embora a frequência semanal também tenha apresentado associação positiva com os ganhos de força, seus efeitos parecem estar relacionados, em grande parte, à possibilidade de distribuir maiores volumes de treinamento ao longo da semana.

2.12 Importância em indivíduos treinados

Em indivíduos treinados, a obtenção de adaptações adicionais de força e hipertrofia torna-se progressivamente mais difícil em virtude da menor magnitude de resposta ao treinamento, exigindo manipulações mais específicas das variáveis de prescrição para a continuidade dos ganhos, ou seja, quanto mais treinado é o indivíduo, mais difícil de gerar adaptações provenientes do treinamento (ACSM, 2009; Kraemer & Ratamess, 2004). Nesse contexto, estratégias capazes de aumentar o número de repetições de treinamento e consequentemente o volume de treinamento, mantendo a intensidade relativa da carga ou a estrutura do treinamento, podem representar uma estratégia prática e interessante para otimizar o estímulo de treinamento e favorecer adaptações musculares em indivíduos treinados.

Entretanto, embora estudos recentes demonstrem que a estimulação transcraniana por corrente contínua anódica (ETCC-a) pode aumentar o volume de treinamento, essas evidências foram obtidas predominantemente em exercícios isolados ou em protocolos compostos por um número reduzido de exercícios. Dessa forma, permanece incerto se esse efeito também é observado em sessões completas de treinamento do tipo *full body*, compostas por múltiplos exercícios multiarticulares, evidenciando a relevância da presente investigação.

2.13 Limitações da literatura atual sobre ETCC em sessões completas de treinamento

4.13.1 Predominância de estudos com exercícios isolados

Embora evidências recentes demonstrem que a ETCC aplicada sobre o CPFDL-E pode aumentar o volume de treinamento em exercícios de força, a maior parte dos estudos foi conduzido avaliando apenas um único exercício por sessão experimental, como flexão de

cotovelo, supino reto, leg press 45° ou agachamento (Lattari *et al.*, 2016; Lattari *et al.*, 2019; Lattari *et al.*, 2020; Alix-Fages *et al.*, 2020; Vieira *et al.*, 2020). Dessa forma, permanece incerto se os efeitos ergogênicos observados nesses protocolos são mantidos durante sessões completas de treinamento, caracterizadas pela realização sequencial de múltiplos exercícios, diferentes demandas musculares e maior acúmulo de fadiga ao longo da sessão.

4.13.2 Falta de estudos com sessões completas

Dessa forma, permanece limitada a compreensão dos efeitos da ETCC-a aplicada no CPDLE durante sessões compostas por múltiplos exercícios realizados de maneira sequencial, condição que representa de forma mais fidedigna a rotina de treinamento resistido adotada na prática. Até o presente momento, apenas Rodrigues *et al.* (2022) investigaram os efeitos da ETCC em uma sessão composta por dois exercícios multiarticulares (supino reto e agachamento), demonstrando aumento do volume de treinamento em ambos os exercícios quando comparado à condição sham.

3.13.3 Falta de estudos com treinamento full body

Apesar da importante contribuição de Rodrigues *et al.* (2022), o protocolo experimental contemplou apenas dois exercícios multiarticulares realizados de forma sequencial, não representando uma sessão completa de treinamento. Assim, ainda não se sabe se os efeitos positivos da ETCC-a sobre o volume de treinamento persistem em protocolos compostos por múltiplos exercícios envolvendo diferentes grupamentos musculares e realizados até a falha concêntrica com múltiplas séries. Dessa forma, o presente estudo amplia as evidências disponíveis ao investigar os efeitos da ETCC-a sobre o CPFDL-E em uma sessão *FB* composta por quatro exercícios multiarticulares, aproximando o protocolo experimental das condições habitualmente empregadas na prática do treinamento resistido e aumentando a validade ecológica dos achados.

3.13.4 Necessidade de evidências ecológicas

Considerando que as sessões de treinamento resistido são tradicionalmente compostas por exercícios de força envolvendo diferentes grupamentos musculares, realizados de forma sequencial e, frequentemente, em altas intensidades, torna-se necessária a investigação dos efeitos da ETCC-a em protocolos com maior validade ecológica. A utilização desse recurso ergogênico em uma sessão completa composta por exercícios tradicionais de força para diferentes grupamentos musculares, com múltiplas séries e alta intensidade, permite verificar se os efeitos observados em exercícios isolados são mantidos em condições que reproduzem

de maneira mais fiel a prática do treinamento resistido. Dessa forma, essa abordagem amplia a aplicabilidade dos achados e fortalece as evidências sobre o uso da ETCC-a como estratégia para aumentar o volume de treinamento em indivíduos treinados.

2.14 ETCC como estratégia potencial para otimização do treinamento em indivíduos treinados

2.14.1 ETCC como ferramenta ergogênica emergente

A ETCC-a tem sido proposta como uma estratégia ergogênica não farmacológica capaz de modular a excitabilidade cortical e influenciar fatores centrais relacionados ao desempenho físico e percepção de esforço. Diferentemente dos recursos ergogênicos tradicionais, a ETCC-a aplicada atua por meio da neuromodulação de regiões corticais envolvidas no controle cognitivo, motivacional e perceptivo do exercício, tornando-se uma abordagem promissora para otimizar o treinamento resistido (Nitsche *et al.*, 2008; Lattari *et al.*, 2020).

2.14.2 Aplicações práticas no treinamento

No contexto do treinamento resistido, os achados disponíveis sugerem que a ETCC-a aplicada sobre o CPFDL-E pode aumentar o volume de treinamento e, em alguns protocolos, reduzir a percepção subjetiva de esforço, sem a necessidade de modificar a intensidade relativa da carga ou outras variáveis da prescrição (Lattari *et al.*, 2019; Alix-Fages *et al.*, 2020; Rodrigues *et al.*, 2022). Esses efeitos indicam que a ETCC-a pode representar uma estratégia complementar para otimizar o desempenho durante o treinamento, favorecendo a realização de um maior número de repetições e a manutenção da capacidade e qualidade de trabalho ao longo de múltiplas séries, especialmente em indivíduos treinados.

2.14.3 Potencial para aumentar volume

Considerando que o volume de treinamento é reconhecido como um dos principais determinantes das adaptações neuromusculares, estratégias capazes de aumentá-lo apresentam potencial para otimizar as respostas ao treinamento resistido. Nesse contexto, evidências demonstram que a ETCC-a aplicada sobre o CPFDL-E promove aumento agudo do volume de treinamento em diferentes exercícios de força, incluindo flexão de cotovelo (Lattari *et al.*, 2016), supino reto (Lattari *et al.*, 2019; Alix-Fages *et al.*, 2020; Rodrigues *et al.*, 2022), leg press 45° (Lattari *et al.*, 2020) e agachamento (Vieira *et al.*, 2020; Rodrigues *et al.*, 2022). Esses achados sugerem que a ETCC-a pode representar uma estratégia promissora para aumentar o volume de treinamento, característica particularmente relevante para indivíduos

treinados, nos quais pequenas elevações no volume podem contribuir para a continuidade das adaptações ao treinamento resistido.

2.14.4 Potencial para reduzir PSE

Além dos efeitos observados sobre o volume de treinamento, a estimulação ETCC-a CPFDL tem sido investigada por seu potencial de modular a PSE durante o exercício. O CPFDL parece desempenhar papel relevante na regulação do esforço e na determinação da continuidade ou interrupção do exercício, participando da integração e interpretação de sinais aferentes relacionados às demandas fisiológicas da tarefa e dos processos de autorregulação do desempenho (Robertson & Marino, 2016). Nesse contexto, a modulação da excitabilidade dessa região por meio da ETCC-a poderia alterar a maneira como o esforço é percebido e, consequentemente, favorecer maior tolerância ao exercício.

Algumas evidências em exercícios de força sustentam essa hipótese. Lattari *et al.* (2016) investigaram os efeitos da ETCC aplicada sobre o CPFDL esquerdo no desempenho e na PSE de indivíduos treinados. Os participantes foram submetidos às condições anódica, catódica e *sham*, com estimulação de 2 mA durante 20 minutos, e posteriormente realizaram uma tarefa de resistência de força envolvendo a flexão de cotovelo. A condição ETCC-a resultou em maior número de repetições e menor PSE quando comparada às demais condições experimentais. Esses achados sugerem que o aumento da excitabilidade do CPFDL pode estar associado a alterações no processamento perceptivo do esforço, possibilitando a sustentação da tarefa por maior período antes que níveis elevados de esforço percebido contribuam para sua interrupção.

Resultados semelhantes foram observados por Alix-Fages *et al.* (2020), que também identificaram efeitos favoráveis da ETCC-a aplicada sobre o CPFDL durante exercício de força. De maneira geral, esses achados reforçam a hipótese de que a estimulação dessa região pode favorecer o desempenho não apenas por permitir maior quantidade de trabalho realizado, mas também por modificar respostas perceptivas relacionadas ao esforço. Dessa forma, a ETCC-a poderia contribuir para uma maior tolerância ao exercício, permitindo que o indivíduo sustente o desempenho mesmo diante do aumento progressivo das demandas fisiológicas decorrentes da tarefa.

Entretanto, os efeitos da ETCC-a sobre a PSE não são consistentes entre os estudos. Lattari *et al.* (2018), ao investigarem mulheres treinadas submetidas às condições anódica, catódica e *sham*, observaram maior carga volumétrica após a ETCC-a, porém sem diferenças significativas na PSE entre as condições ETCC-a e *sham*. Esse resultado é relevante, pois demonstra que o aumento do desempenho após a estimulação não necessariamente é

acompanhado por uma redução da percepção de esforço. Assim, é possível que a ETCC-a permita a realização de maior quantidade de trabalho para níveis semelhantes de esforço percebido, o que também poderia representar uma resposta favorável ao desempenho.

Portanto, embora existam evidências indicando que a ETCC-a sobre o CPFDL pode modular a PSE e aumentar a tolerância ao exercício (Lattari *et al.*, 2016; Alix-Fages *et al.*, 2020), outros estudos demonstram aumento do desempenho sem alterações significativas nessa variável perceptiva (Lattari *et al.*, 2018). Essas divergências podem estar relacionadas às características das amostras, aos protocolos de estimulação, às tarefas empregadas e aos instrumentos e momentos utilizados para mensuração da PSE, dificultando uma conclusão definitiva acerca desse efeito.

Além disso, grande parte das evidências disponíveis foi obtida a partir de exercícios ou tarefas de força analisados isoladamente, enquanto permanecem escassas as investigações sobre as respostas perceptivas à ETCC-a durante sessões completas de treinamento resistido, compostas por múltiplos exercícios e séries realizadas até a falha concêntrica. Essa lacuna é particularmente importante, uma vez que o acúmulo de fadiga ao longo de uma sessão pode modificar substancialmente a percepção de esforço e prejudicar o rendimento da sessão. Nesse sentido, torna-se relevante investigar se a ETCC-a aplicada sobre o CPFDL é capaz de favorecer maior volume de treinamento concomitantemente à redução, ou mesmo à manutenção, da PSE durante uma sessão completa de treinamento resistido em indivíduos treinados.

2.14.5 Aplicações futuras

Por se tratar de uma técnica não invasiva, de baixo custo, bem tolerada e de fácil aplicação, a ETCC tem despertado crescente interesse como estratégia complementar para otimizar o treinamento resistido. Nesse contexto, a ETCC-a apresenta potencial para aplicação em programas de treinamento de força voltados a atletas e praticantes experientes que buscam estratégias baseadas em evidências para otimizar o desempenho. Contudo, apesar dos resultados promissores, estudos adicionais são necessários para confirmar sua efetividade e aplicabilidade em diferentes populações, modalidades esportivas e contextos de treinamento.

3. MÉTODOS

4.1. Participantes

Foram recrutados para o presente estudo 18 homens saudáveis, com idade de 18 a 35 anos e experiência mínima de 2 anos na prática no treinamento de força. Para isso, os seguintes critérios de inclusão foram adotados: a) Não apresentarem históricos de doenças pré-existentes como: hipertensão arterial, diabetes, doenças pulmonares, doenças

cardiovasculares, neurológicas ou mentais; b) Serem classificados como aptos a prática de atividade física, de acordo com o Questionário de prontidão para a atividade física (PAR-Q) (Adams,1999); c) Serem classificados como praticantes avançados de treinamento de força, com no mínimo dois anos ininterruptos (ACMS, 2002).

Por outro lado, foram utilizados os seguintes critérios de exclusão: a) Apresentarem histórico de lesões ósseas, musculares ou ligamentares por pelo menos 12 meses anteriores ao estudo; b) Fazer uso qualquer de medicação; c) Não consigam realizar a técnica correta dos exercícios: agachamento, supino, remada, levantamento terra; d) Venham a utilizar qualquer bebida cafeinada ou alcoólica nas últimas 24h, além de recursos ergogênicos 48h antes de cada sessão experimental; e) Realizarem qualquer exercício extenuante dois dias antes da sessão experimental; f) Sejam fumantes; g) Sofreram acidente vascular cerebral; h) Possuam qualquer implante metálicos ou marcapassos cardíacos. Os tópicos, f, g e h estão relacionados ao uso da estimulação transcraniana, podendo comprometer os resultados da técnica bem como a segurança dos participantes (Bikson *et al.*,2016).

Todos esses critérios foram rastreados através do PAR-Q e por uma anamnese elaborada pelo pesquisador a fim de responder esses quesitos. Previamente, os voluntários assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Todos os procedimentos experimentais da pesquisa estão de acordo com a Resolução Nacional nº 466/2012 que trata de pesquisas e testes em seres humanos. Esse projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, sob número de parecer 7.835.118.

Tabela 1: Característica da amostra (n=18)

Variáveis	Média ± DP
Idade (anos)	26,9 ± 4,4
Estatuta (m)	1,8 ± 0,1
Massa corporal (kg)	89,5 ± 10,5
IMC (kg/m ²)	27,6 ± 2,9
Gordura corporal (%)	14,1 ± 4,4
Tempo de treinamento contínuo (anos)	5,2 ± 2,0
1RM (kg)	148 ± 20
1RM/massa corporal	1,7 ± 0,2

Legenda: Dados apresentados como média ± desvio-padrão (DP). IMC = índice de massa corporal; 1RM = uma repetição máxima.

4.2. Desenho do estudo

Foi realizado um estudo do tipo *crossover*, randomizado, simples-cego e controlado por estimulação placebo (sham), com o objetivo de analisar os efeitos da ETCC-a sobre o volume de repetições e a percepção subjetiva de esforço durante uma sessão de treinamento resistido do tipo *FB* em homens treinados. A primeira visita foi destinada à apresentação dos objetivos do estudo, à assinatura do TCLE, à avaliação antropométrica inicial, à aplicação do teste de uma repetição máxima (1RM) em quatro exercícios de força e à familiarização com os protocolos de força e as escalas perceptivas utilizadas. Na segunda visita, foi reaplicado o teste de 1RM, com o objetivo de garantir a estabilidade da carga. A terceira e quarta visitas subsequentes corresponderam às sessões experimentais propriamente ditas, à saber: ETCC-a e sham. A ordem das sessões foi randomizada previamente por meio do site www.randomizer.org. A ETCC-a foi aplicada com intensidade de 2 mA durante 20 minutos, com eletrodo anódico posicionado sobre o CPFDL esquerdo e o eletrodo catódico sobre o córtex supra-orbital (CSO) direito (Lattari *et al.*, 2016). A condição sham seguiu o mesmo protocolo, como exceção do tempo de estimulação efetiva que será de apenas 30 segundos, como forma de cegamento dos participantes (Gandiga *et al.*, 2006). Após as sessões, os participantes realizaram a sessão *FB*, que foi composta por quatro exercícios executados na seguinte ordem: levantamento terra barra livre, supino reto com barra guiada, agachamento parcial com barra guiada e remada curvada com barra guiada. Cada exercício foi executado em três séries até a falha concêntrica voluntária máxima, com intensidade correspondente a 80% de 1RM e intervalos de dois minutos entre as séries (Franco *et al.*, 2019; Lasevicius *et al.*, 2019; Carneiro *et al.*, 2023; De Salles *et al.*, 2009). Aproximadamente 10 minutos após o protocolo de força, a PSE da sessão foi mensurada (Foster *et al.*, 2001). O número de repetições foi registrado em cada exercício e séries nas duas sessões experimentais. Os participantes foram instruídos a não utilizar medicamentos, substâncias ergogênicas, bebidas cafeinadas ou alcoólicas, bem como a não realizar qualquer exercício físico extenuante nas 48 horas antes de cada sessão experimental. A coleta de dados ocorreu com intervalo de 48 a 72 horas entre cada visita. Todas as sessões foram realizadas em ambiente climatizado, com temperatura controlada entre 20°C e 22°C.



Figura 1- Procedimentos experimentais.

4.3. Medidas antropométricas

Foram avaliadas as medidas de massa corporal (WELMY, modelo R/I W. 200, Santa Bárbara d'Oeste, São Paulo, Brasil) e estatura (SANNY, modelo Standard, São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil) dos participantes. Em seguida, as dobras cutâneas de abdominal, peitoral e coxa medial foram mensuradas com um compasso de dobras cutâneas (SANNY, American Medical do Brasil Ltda, São Bernardo do Campo, São Paulo, Brasil). Os cálculos da densidade corporal e percentual de gordura foram realizados através da equação de 3 dobras proposta por Jackson e Pollock (1978) e Siri (1956), respectivamente.

4.4. Determinação da carga no teste de uma repetição máxima (1RM)

Os procedimentos do teste de uma repetição máxima (1RM) seguiram o modelo descrito por Moir (2012). Todos os participantes foram submetidos aos testes de 1RM nos exercícios presentes no estudo, realizados em dois momentos distintos (teste e reteste), com intervalo de 48–72 h entre as sessões. A confiabilidade das cargas obtidas foi avaliada por meio do coeficiente de correlação intraclass (CCI), utilizando um modelo de efeitos aleatórios unidirecionais e medida única. A reprodutibilidade do teste foi favorecida pela supervisão de assistentes treinados, responsáveis por monitorar a execução técnica e fornecer feedback a cada repetição. Durante os testes de força, também foi fornecido incentivo verbal para favorecer o desempenho dos participantes (McNair *et al.*, 1996). Antes do teste, os

participantes realizaram um aquecimento padronizado, composto por exercícios de alongamento e mobilidade para as musculaturas envolvidas no protocolo de força. Em seguida, realizaram uma série de 10 repetições com aproximadamente 50% da carga estimada de 1RM e uma série de 5 repetições com aproximadamente 75% da carga estimada. Após o aquecimento, foram iniciadas as tentativas de 1RM, sendo permitidas no máximo cinco tentativas, com intervalos de 3–5 min entre elas. A carga foi aumentada progressivamente em 5–10 kg até que o participante conseguisse realizar apenas uma repetição completa (Brown & Weir, 2001).

No agachamento parcial com barra guiada, os participantes permaneceram em pé, com os pés afastados na largura dos ombros, sob a barra da máquina Smith, posicionada sobre a porção superior dos trapézios (Mayo *et al.*, 2014). A partir da posição ereta, realizaram flexão controlada dos joelhos e quadris até que os fêmures atingissem uma amplitude de 90°, caracterizando o agachamento parcial (Lattari *et al.*, 2020). O retorno à posição inicial foi realizado por meio da extensão simultânea dos quadris e joelhos. A amplitude de movimento foi controlada individualmente através do limitador de segurança do smith, garantindo a padronização entre os participantes. Durante toda a execução, a coluna vertebral foi mantida em posição neutra, o abdômen permaneceu contraído e os joelhos foram mantidos alinhados aos pés.

No supino reto com barra guiada, os participantes focaram em decúbito dorsal sobre o banco, com o peito alinhado à barra e os pés firmemente apoiados no solo. A largura da pegada correspondeu a 150% da distância biacromial, considerada a largura média de pegada, sendo previamente medida e marcada com fita na barra para garantir a padronização (Mayo *et al.*, 2014). Após o destravamento da barra, o movimento foi iniciado com os cotovelos completamente estendidos. Em seguida, a barra foi conduzida de forma controlada até tocar uma esponja de 2,5 cm de altura, posicionada na região mesoesternal, e posteriormente os cotovelos foram estendidos até a posição inicial, sem bloqueio articular. Durante toda a execução, os participantes mantiveram as escápulas estabilizadas sobre o banco, a curvatura fisiológica da coluna lombar preservada e os pés em contato constante com o solo (Mayo *et al.*, 2014).

No levantamento terra, os participantes iniciaram o movimento com os pés afastados na largura dos quadris e a barra posicionada próxima às canelas. A pegada realizada foi de acordo com a preferência individual para não prejudicar o desempenho, com as mãos posicionadas fora da linha dos joelhos. O movimento foi iniciado pela extensão simultânea dos quadris e joelhos, com o abdômen contraído e a barra mantida próxima ao corpo. Após

alcançarem a posição ereta, os participantes retornaram à posição inicial por meio da flexão dos quadris e joelhos. O movimento foi considerado inválido quando houve flexão lombar excessiva, caracterizada pela extensão completa das articulações do quadril e dos joelhos acompanhada de movimento compensatório exclusivo da coluna lombar (Choe *et al.*, 2018). A postura foi monitorada durante toda a execução para evitar flexão excessiva da coluna lombar (Hales, 2010).

Na remada curvada com barra guiada, os participantes posicionaram-se próximos à máquina Smith, com os joelhos levemente flexionados e o tronco inclinado à frente até permanecer quase perpendicular ao solo, mantendo a coluna em posição neutra. A pegada foi realizada em pronação, com afastamento das mãos correspondente à distância acrômio–acrômio individual. O movimento foi iniciado com os cotovelos completamente estendidos. A repetição foi considerada válida quando a barra tocou a região inferior do peitoral. Após a contração máxima dos músculos dorsais, o retorno à posição inicial foi realizado de forma controlada, mantendo-se o alinhamento postural. A execução foi supervisionada por profissionais capacitados, que garantiram a padronização técnica e a segurança do exercício (Nieto-Acevedo *et al.*, 2023). A maior carga levantada entre os dois dias de teste foi considerada o valor final de 1RM e utilizada para o cálculo das cargas empregadas nos treinamentos subsequentes.

4.5. Protocolo de treinamento full body

O protocolo de treinamento resistido foi realizado utilizando a mesma ordem e técnica padronizada adotada durante os testes de 1RM, relatado o tópico 4.4, para os exercícios que constituem o programa FB. Os participantes iniciaram com o exercício de levantamento terra tradicional, supino reto com barra guiada, agachamento parcial com barra guiada e remada curvada com barra guiada, respeitando essa ordem devido à maior evidência de fadiga neuromuscular residual (NLMF, do inglês *non-local muscle fatigue*) em exercícios de membros inferiores (Halperin *et al.*, 2015).

Foi realizado três séries até a falha concêntrica voluntária de cada exercício, utilizando uma intensidade correspondente a 80% de 1RM, previamente determinada. Tal prescrição de intensidade foi baseada nas evidências que demonstram que cargas elevadas combinadas com múltiplas séries parecem ser eficazes para o aumento das adaptações neuromusculares, principalmente de força, especialmente em indivíduos treinados (Schoenfeld *et al.*, 2015; Carvalho *et al.*, 2022; Lopez *et al.*, 2020). O intervalo de recuperação adotado entre as séries e os exercícios foi de 2 minutos, conforme protocolos prévios de treinamento resistido e em recomendações da literatura sobre a manipulação dos períodos de recuperação durante o

exercício resistido. (De Salles *et al.*, 2009; Lasevicius *et al.*, 2018; Grgic *et al.*, 2018). Durante toda a execução, os participantes foram supervisionados por avaliadores experientes, os quais monitoraram rigorosamente a técnica dos movimentos e o cumprimento dos intervalos de descanso estabelecidos, garantindo a padronização do protocolo experimental.

4.6. Aplicação da estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC)

Nas visitas iniciais, os participantes foram orientados quanto aos procedimentos de estimulação, incluindo a lavagem dos cabelos com sabonete neutro e a não utilização de produtos no couro cabeludo, a fim de otimizar a condutividade elétrica durante a aplicação do estímulo (Thair *et al.*, 2017). Durante as sessões, permaneceram confortavelmente sentados em uma cadeira. A estimulação foi realizada com um aparelho de ETCC (Microestim Genius NKL, Santa Catarina, Brasil), utilizando eletrodos de silicone de 5×5 cm, envolvidos por esponjas embebidas em solução salina (NaCl, 140 mmol, dissolvido em água Milli-Q) e fixados ao couro cabeludo com tiras elásticas.

Na condição ativa (ETCC-a), o eletrodo anódico foi posicionado sobre o córtex pré-frontal dorsolateral (CPFDL) esquerdo, enquanto o eletrodo catódico, utilizado como referência, foi posicionado sobre o córtex supraorbital (CSO) direito (Lattari *et al.*, 2016; Lattari *et al.*, 2018), conforme a padronização do Sistema Internacional de EEG 10–20 (Jasper, 1958; Da Silva *et al.*, 2011). O estímulo foi aplicado com intensidade de 2 mA ($0,08 \text{ mA/cm}^2$) durante 20 min, seguindo um protocolo previamente associado ao aumento do número de repetições na condição ETCC-a e à redução da PSE em exercícios resistidos (Lattari *et al.*, 2016). Na condição controle (SHAM), os eletrodos foram posicionados de forma idêntica à condição ativa. O dispositivo foi ligado com intensidade de 2 mA, mas desligado automaticamente após 60 segundos de estimulação efetiva. Esse procedimento foi utilizado para promover o cegamento dos participantes quanto à condição experimental (Gandiga *et al.*, 2006; Russo *et al.*, 2013). As funções *ramp-up* e *ramp-down*, correspondentes ao aumento e à redução gradual da intensidade, foram realizadas nos primeiros e nos últimos segundos da estimulação, respectivamente, com o objetivo de minimizar possíveis desconfortos. A impedância dos eletrodos foi mantida abaixo de $5 \text{ k}\Omega$ durante toda a aplicação (Da Silva *et al.*, 2011).

4.7 Volume de treinamento

Neste estudo, o volume de repetições foi determinado pelo número de repetições realizadas nos exercícios de levantamento terra, supino, agachamento parcial e remada curvada. As repetições foram registradas pelo pesquisador em cada série, e o volume total de repetições foi calculado pela soma das três séries realizadas em cada exercício. Essa

abordagem foi adotada por apresentar elevada validade externa, uma vez que protocolos de campo que utilizam repetições realizadas até a falha concêntrica voluntária máxima, em diferentes percentuais de 1RM, são amplamente empregados para avaliar a resistência muscular em indivíduos treinados e não treinados (Shimano *et al.*, 2006).

4.8 Mensuração da percepção subjetiva de esforço da sessão.

A percepção subjetiva de esforço (PSE) da sessão foi mensurada por meio da escala CR10 de Borg, modificada por Foster *et al.* (2001). Antes do início do protocolo experimental, os participantes foram familiarizados com a escala e receberam instruções quanto à sua utilização e interpretação. A escala apresenta valores de 0 a 10, acompanhados de descritores verbais que representam a intensidade do esforço percebido. O valor 0 corresponde a “repouso”, enquanto o valor 10 corresponde a “esforço máximo”. Os valores intermediários incluem, por exemplo, 1 (“muito leve”), 3 (“moderado”), 5 (“forte”) e 7 (“muito forte”). Esses descritores verbais favoreceram a compreensão dos participantes e contribuíram para maior consistência no autorrelato da percepção de esforço (Borg, 2000). A PSE da sessão foi aferida 10 min após a última repetição realizada em cada sessão experimental, conforme o procedimento proposto por Foster *et al.* (2001).

4.9 Análise Estatística

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de Shapiro–Wilk. As variáveis com distribuição normal foram apresentadas como média $\pm$ desvio-padrão. Para comparar o volume total de repetições entre as condições ETCC-a e SHAM, tanto para a sessão completa quanto para cada exercício, foram utilizados testes *t* para amostras pareadas. O número de repetições realizadas ao longo das séries foi analisado por meio de ANOVA de medidas repetidas, considerando os fatores condição (ETCC-a e SHAM) e série (1ª, 2ª e 3ª). A esfericidade foi verificada pelo teste de Mauchly e, quando esse pressuposto foi violado, aplicou-se a correção de Greenhouse–Geisser. Na presença de efeitos significativos, foram realizadas comparações *post hoc* com ajuste de Bonferroni. Para a PSE da sessão, considerando a distribuição não normal dos dados, foi utilizado o teste de Wilcoxon, sendo os resultados apresentados como mediana e intervalo interquartil (IIQ). Foram reportados, quando aplicáveis, os valores de *t*, *F*, *Z*, intervalos de confiança de 95% (IC95%), eta quadrado parcial (η^2) e poder estatístico (β). O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. As análises estatísticas foram realizadas no software IBM SPSS Statistics (versão 23.0; IBM Corp., Armonk, NY, EUA).

4. RESULTADOS

4.1 Confiabilidade teste de 1RM

Os testes de 1RM demonstraram confiabilidade em todos os exercícios avaliados. Especificamente, o CCI foi de 0,991 para o agachamento parcial (IC95%: 0,977–0,997), 0,996 para o levantamento terra (IC95%: 0,990–0,999), 0,996 para o supino reto (IC95%: 0,990–0,999) e 0,994 para a remada curvada (IC95%: 0,983–0,998).

4.2 Volume de repetições

O teste de Shapiro–Wilk confirmou que os resíduos apresentaram distribuição normal em ambas as condições experimentais ($p > 0,05$). Posteriormente, o teste t pareado demonstrou que o volume total de treinamento foi maior na condição ETCC-a em comparação à condição SHAM ($86,4 \pm 14,4$ vs. $69,2 \pm 12,9$; $t(17) = 9,241$; $p < 0,001$; veja Figura 1). A diferença média entre as condições foi de 17,3 (IC95%: 13,3–21,2), indicando que os participantes alcançaram um maior volume total de treinamento após a ETCC.

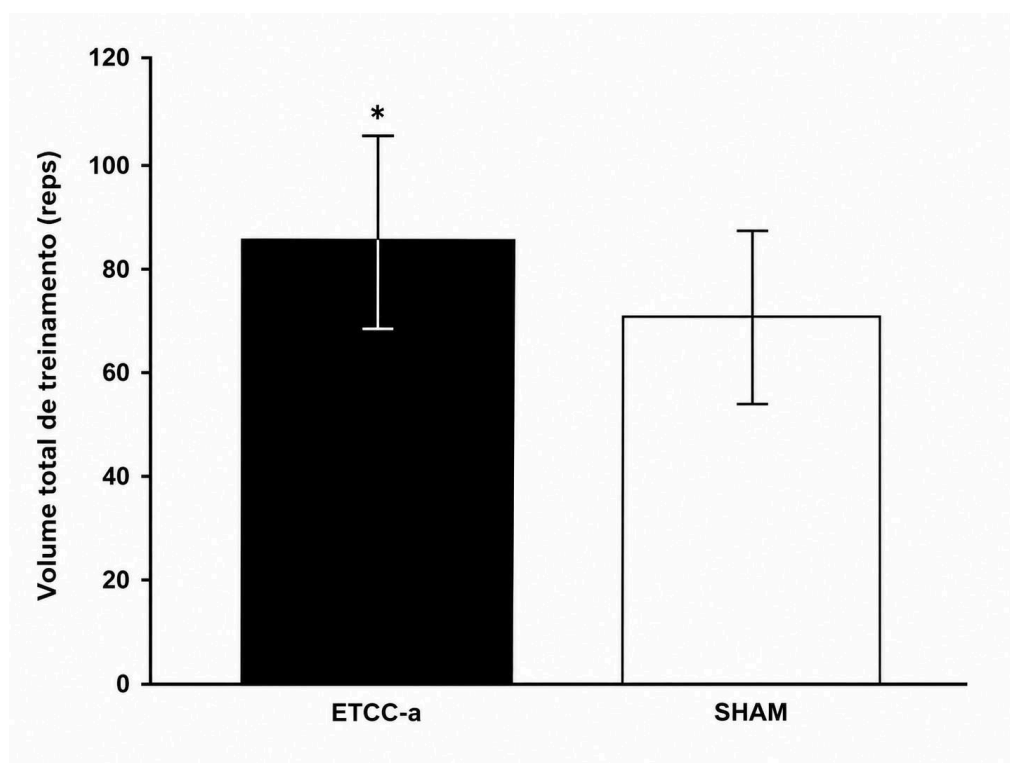


Figura 2- Volume total de treinamento nas condições ETCC-a e SHAM (dados são apresentados como média $\pm$ desvio-padrão).

Legenda: * $p < 0,001$ em comparação à condição SHAM.

4.3 Volume de repetições por série

O número de repetições foi maior na condição ETCC-a em comparação à condição SHAM em todas as séries. Observou-se efeito principal significativo da condição, com

aumento médio de 0,9 repetição na condição ETCC-a (IC95%: 0,6–1,3; $F(1,17) = 29,776$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,637$; $\beta = 0,999$).

Também foi observado efeito principal significativo da série ($F(1,236; 21,007) = 63,564$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,786$; $\beta = 1,000$), indicando redução progressiva do número de repetições. As comparações post hoc, com ajuste de Bonferroni, demonstraram maior número de repetições na primeira série em comparação à segunda e à terceira série, bem como na segunda série em comparação à terceira. Não foi observada interação significativa entre condição e série ($F(1,173; 19,934) = 0,201$; $p = 0,700$; $\eta^2 = 0,012$; $\beta = 0,072$), indicando que a redução do desempenho ao longo das séries ocorreu de maneira semelhante nas condições ETCC-a e SHAM.

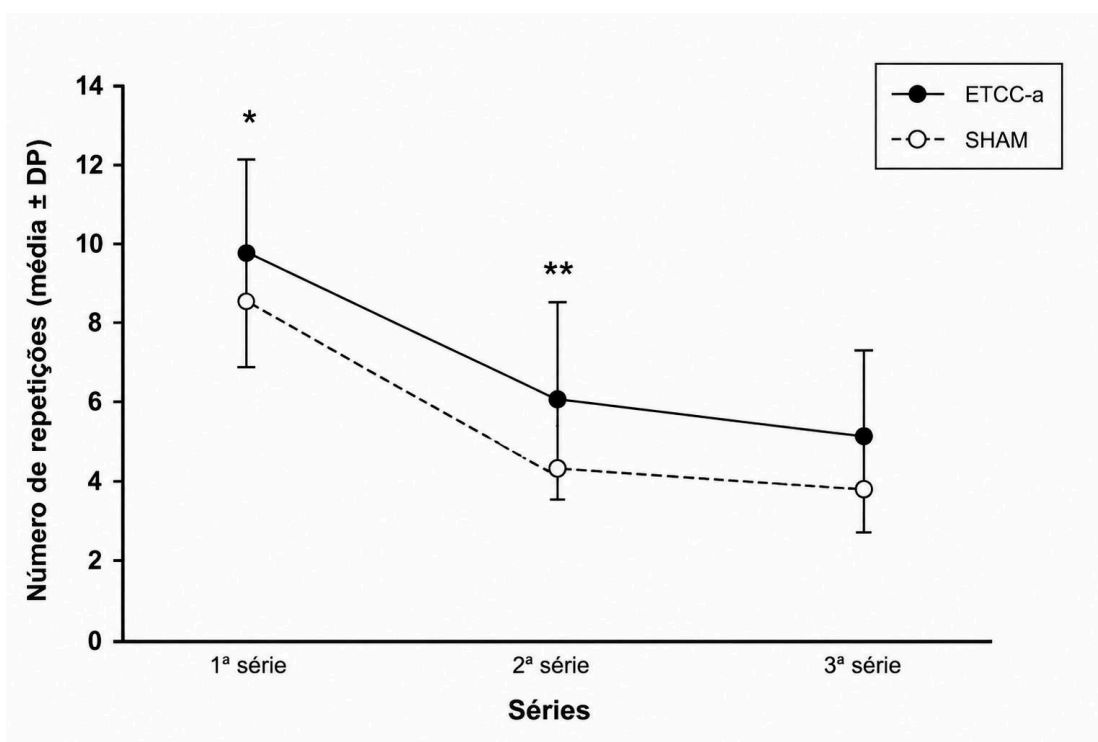


Figura 3- Volume de repetições por série nas condições ETCC-a e SHAM (dados são apresentados como média $\pm$ desvio-padrão).

Legenda: * 1ª série > 2ª (DM = 3,9 reps; IC95%: 2,6 a 5,1 reps) e 3ª (DM = 4,9 reps; IC95%: 3,3 a 6,4 reps) séries, respectivamente; ** 2ª série > 3ª séries (DM = 1,0 rep; IC95%: 0,4 a 1,7 reps)

4.4 Volume de repetições por exercício

4.4.1 Levantamento terra

Foi observado maior volume total de repetições na condição ETCC em comparação à SHAM ($t(17) = 5,457$; $p < 0,001$), com diferença média de 2,9 repetições (IC95%: 1,7–3,9). Na análise por séries, houve efeito principal da condição ($F(1,17) = 29,776$; $p < 0,001$; $\eta^2 =$

0,637) e da série ($F(1,236; 21,007) = 63,564$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,789$). As comparações post hoc demonstraram diferenças entre a 1ª e a 2ª série (DM = 3,9 reps; IC95%: 2,6 a 5,1 reps), entre a 1ª e a 3ª (DM = 4,9 reps; IC95%: 3,3 a 6,5 reps) e entre a 2ª e a 3ª (DM = 1,0 rep; IC95%: 0,4–1,7 rep). Não houve interação condição $\times$ série ($p = 0,698$).

4.4.2 Supino reto

Foi observado maior volume total de repetições na condição ETCC em comparação à SHAM ($t(17) = 4,763$; $p < 0,001$), com diferença média de 2,9 repetições (IC95%: 1,6 a 4,2 reps). Na análise por séries, houve efeito principal da condição ($F(1,17) = 22,686$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,572$) e da série ($F(1,262; 21,448) = 25,153$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,597$). A 1ª série apresentou maior número de repetições que a 2ª ($p < 0,001$) e a 3ª ($p < 0,001$), sem diferença entre a 2ª e a 3ª ($p = 0,090$). Não houve interação condição $\times$ série ($p = 0,20$).

4.4.3 Agachamento

Foi observado maior volume total de repetições na condição ETCC-a em comparação à SHAM ($t(17) = 3,244$; $p = 0,005$), com diferença média de 5,2 repetições (IC95%: 1,8 a 8,6 reps). Na análise por séries, houve efeito principal da condição ($F(1,17) = 10,522$; $p = 0,005$; $\eta^2 = 0,382$). Não foram observados efeito da série ($F(2,34) = 3,160$; $p = 0,055$; $\eta^2 = 0,157$) ou interação condição $\times$ série ($F(2,34) = 0,020$; $p = 0,980$; $\eta^2 = 0,001$).

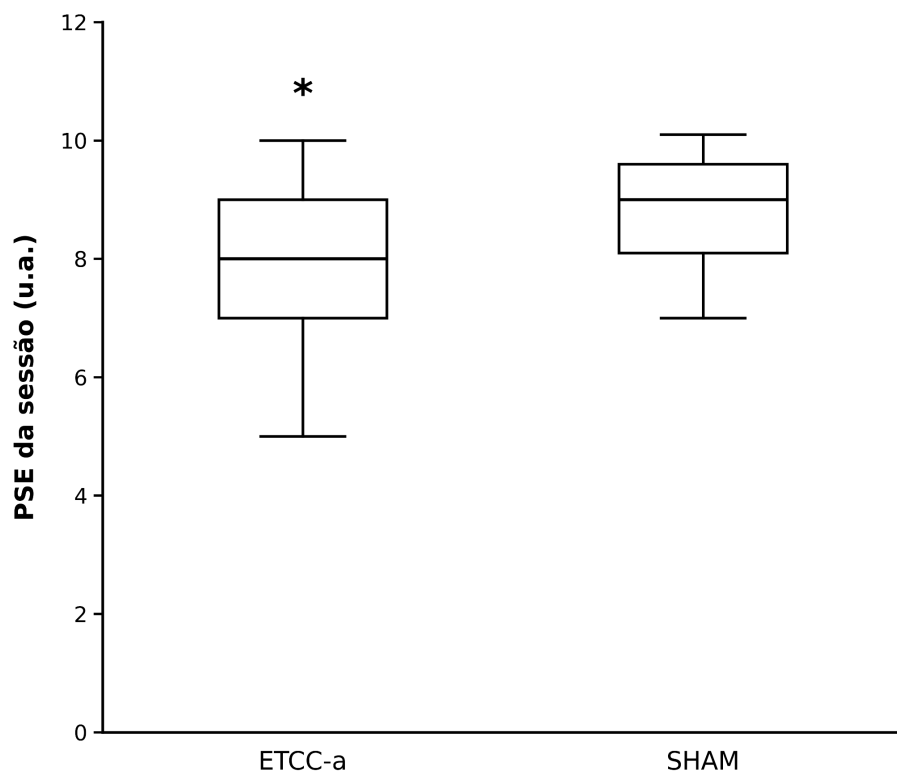
4.4.4 Remada curvada

Foi observado maior volume total de repetições na condição ETCC-a em comparação à SHAM ($t(17) = 4,862$; $p < 0,001$), com diferença média de 5,1 repetições (IC95%: 3,3 a 8,4 reps). Na análise por séries, houve efeito principal da condição ($F(1,17) = 23,638$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,582$). Não foram observados efeito da série ($F(1,354; 23,023) = 2,476$; $p = 0,116$; $\eta^2 = 0,127$) ou interação condição $\times$ série ($F(1,716; 29,175) = 1,944$; $p = 0,166$; $\eta^2 = 0,103$).

Tabela 2- Número total de repetições e repetições por série nos exercícios quatro exercícios, nas condições ETCC-a e SHAM (dados apresentados como média $\pm$ desvio-padrão). O total de repetições corresponde à soma das três séries.

Exercício	Total de repetições		1ª série		2ª série		3ª série	
	ETCC-a	SHAM	ETCC-a	SHAM	ETCC-a	SHAM	ETCC-a	SHAM
Levantamento terra	20,2 $\pm$ 4,1	17,3 $\pm$ 4,9	9,6 $\pm$ 3,0	8,7 $\pm$ 2,9	5,7 $\pm$ 1,7	4,9 $\pm$ 2,1	4,9 $\pm$ 1,5	3,7 $\pm$ 1,4
Supino	18,7 $\pm$ 5,7	15,7 $\pm$ 4,8	8,3 $\pm$ 3,6	8,0 $\pm$ 2,9	5,4 $\pm$ 2,3	4,5 $\pm$ 1,7	4,9 $\pm$ 1,9	3,2 $\pm$ 1,4
Agachamento	23,8 $\pm$ 7,5	18,6 $\pm$ 6,3	8,9 $\pm$ 3,8	7,3 $\pm$ 3,4	7,5 $\pm$ 3,1	5,8 $\pm$ 2,7	7,4 $\pm$ 2,8	5,6 $\pm$ 2,5
Remada	23,6 $\pm$ 4,9	17,8 $\pm$ 4,5	8,7 $\pm$ 2,6	6,1 $\pm$ 2,0	7,7 $\pm$ 1,8	6,1 $\pm$ 1,8	7,3 $\pm$ 1,6	5,6 $\pm$ 2,0

4.5 Percepção Subjetiva de Esforço da Sessão



A PSE da sessão apresentou mediana de 8,0 (IIQ = 2,25) na condição ETCC-a e 9,0 (IIQ = 1,25) na condição SHAM, respectivamente. Os resultados revelaram menor PSE da sessão na condição ETCC-a em comparação à condição SHAM ($Z = -2,506$; $p = 0,012$).

Figura 4- Comparação da percepção subjetiva de esforço da sessão entre as condições

Legenda: * ETCC-a < SHAM ($Z = -2,506$; $p = 0,012$).

5. DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo investigar os efeitos agudos da ETCC-a aplicada sobre o CPFDL-E no volume de repetições e na PSE durante uma sessão de treinamento de força do tipo FB em homens treinados. A hipótese inicial foi de que a ETCC-a promoveria maior volume de repetições na sessão como um todo e nos diferentes exercícios que a compuseram de forma isolada, além de reduzir a PSE em comparação à condição *sham*. Os resultados encontrados confirmaram as hipóteses, demonstrando maior volume total de repetições na condição ETCC-a, efeito que também foi observado individualmente no levantamento terra, supino reto, agachamento e remada curvada, acompanhado por menor PSE da sessão após a estimulação. Esses achados destacam o potencial da ETCC-a sobre o CPFDL-E como uma estratégia promissora para aumentar o volume de treinamento e manutenção da percepção de esforço.

Esse resultado vão ao encontro de estudos prévios que demonstraram efeitos ergogênicos da estimulação dessa região cortical sobre o desempenho em exercícios de força realizados até a falha muscular (Lattari *et al.*, 2016; Lattari *et al.*, 2019; Vieira *et al.*, 2020; Rodrigues *et al.*, 2022; Lattari *et al.*, 2023). Entretanto, diferentemente desses estudos, que avaliaram predominantemente exercícios isolados, o presente estudo investigou os efeitos da ETCC-a durante uma sessão completa de treinamento, composta por quatro exercícios multiarticulares realizados em 3 séries até a falha.

Os achados de Rodrigues *et al.* (2022) apresentaram similaridade metodológica com o presente estudo, uma vez que os autores investigaram os efeitos da ETCC-a aplicada sobre o CPFDL-E em homens treinados durante uma sessão composta pelos exercícios supino e agachamento, realizados em três séries até a falha concêntrica, a 80% de 1RM. Além disso, foi empregado protocolo de estimulação semelhante, com intensidade de 2 mA durante 20 minutos. Os autores observaram maior volume de carga na condição ETCC-a em comparação à condição *sham* tanto no supino ($1.415,2 \pm 426,6$ kg vs. $1.140,0 \pm 271,6$ kg) quanto no agachamento ($1.808,5 \pm 439,9$ kg vs. $1.458,3 \pm 266,5$ kg), com maior magnitude de efeito entre as condições durante o agachamento ($d = 0,96$), onde o maior desempenho esteve relacionado ao aumento do número de repetições, especialmente na primeira série do agachamento.

Resultados semelhantes também foram observados por Vieira *et al.* (2020), que avaliaram homens com experiência intermediária em treinamento resistido submetidos à ETCC-a sobre o CPFDL-E antes da realização de três séries de agachamento a 80% de 1RM até a falha concêntrica. Os autores verificaram aumento significativo no número total de repetições na condição ETCC-a em comparação à *sham*, além de maior desempenho na primeira série. O presente estudo avança em relação a esses achados ao demonstrar que o efeito ergogênico da ETCC-a também pode ocorrer em uma sessão de treinamento mais extensa e composta por maior número de exercícios multiarticulares. A condição ETCC-a resultou em maior volume total de repetições em comparação à condição *sham* ($86,4 \pm 14,4$ vs. $69,2 \pm 12,9$ repetições) sendo essa superioridade observada nos quatro exercícios que compuseram a sessão. Esses resultados sugerem que o efeito da estimulação sobre o CPFDL-E não se restringe aos exercícios iniciais da sessão, mas pode se manter ao longo de tarefas sucessivas realizadas até a falha concêntrica, ampliando as evidências acerca da sua aplicabilidade em uma configuração mais próxima daquela habitualmente empregada na prática do treinamento de força.

Porém, em relação ao número de repetições por série, os resultados do presente estudo demonstraram que mesmo a ETCC-a promovendo um aumento no desempenho ao longo de toda a sessão, em comparação ao sham, observou-se redução progressiva do número de repetições da primeira para a terceira série em ambas as condições, refletindo o desenvolvimento da fadiga decorrente da realização de séries sucessivas até a falha concêntrica. A ausência de interação entre condição e série indica que, embora a ETCC-a tenha aumentado o desempenho global, ela não modificou o padrão de redução do número de repetições ao longo das séries.

Esses resultados diferem parcialmente dos observados por Rodrigues *et al.* (2022), que encontraram interação entre condição e série durante o exercício de agachamento, com maior número de repetições apenas na primeira série após a ETCC-a. Em contrapartida, no exercício de supino, os autores também observaram efeito principal da condição, indicando maior número de repetições na ETCC sem interação com as séries. Vieira *et al.* (2020) encontraram aumento significativo do número total de repetições após a aplicação da ETCC-a, porém, esse efeito também foi atribuído principalmente ao maior desempenho na primeira série do exercício de agachamento, uma vez que não foram observadas diferenças significativas entre as condições na segunda e terceira séries. Além disso, Vieira *et al.* (2020) verificaram redução progressiva do número de repetições ao longo das séries em ambas as condições, indicando que a fadiga decorrente da execução de séries sucessivas até a falha concêntrica ocorreu independentemente da estimulação. Em contrapartida, no presente estudo, foi observado efeito principal apenas na condição, indicando maior número de repetições na ETCC em comparação à *sham*, independentemente da série analisada.

Os achados de Alix-Fages *et al.* (2020) também são relevantes para a interpretação desses resultados, uma vez que os autores também observaram aumento do volume de repetições após a aplicação da ETCC-a em um protocolo realizado até a falha concêntrica. Entretanto, enquanto Alix-Fages *et al.* (2020) investigaram esse efeito durante a realização isolada do supino reto, o presente estudo demonstrou resultados semelhantes em diferentes exercícios multiarticulares envolvendo membros superiores e inferiores, executados sucessivamente dentro de uma mesma sessão. Dessa forma, os presentes achados ampliam as evidências anteriores ao indicar que os efeitos da ETCC-a sobre o volume de repetições podem não se restringir a um exercício isolado, segmento corporal ou padrão de movimento, mas podem ser efetivos ao longo dos diferentes padrões que compuseram a sessão.

Ademais, o supino reto e o agachamento apresentam maior respaldo na literatura. Rodrigues *et al.* (2022) observaram aumento significativo do volume de carga em ambos os

exercícios após a aplicação da ETCC-a sobre o CPFDL-E, utilizando protocolo semelhante ao do presente estudo. Da mesma forma, Vieira *et al.* (2020) verificaram aumento do número total de repetições durante o agachamento após a estimulação anódica, reforçando o potencial ergogênico da ETCC-a em exercícios de força realizados até a falha muscular. Os resultados do presente estudo corroboram esses achados ao demonstrarem maior número total de repetições tanto no supino quanto no agachamento após a ETCC-a. Por outro lado, até o momento, não foram encontrados estudos que investigassem os efeitos da ETCC-a sobre o desempenho no levantamento terra e na remada curvada. Nesse sentido, os resultados do presente estudo fornecem evidências inéditas de que a estimulação do CPFDL-E pode aumentar o volume de treinamento também nesses exercícios, ampliando as evidências acerca de seus efeitos ergogênicos em diferentes padrões de movimento e grupamentos musculares. No exercício de levantamento terra, embora tenha sido observado aumento significativo do volume de treinamento após a ETCC-a, uma limitação metodológica deve ser considerada na interpretação desses resultados. Durante a execução do exercício, alguns participantes relataram fadiga da musculatura responsável pela preensão manual, antes de atingirem a incapacidade total dos principais grupos musculares envolvidos no movimento. Dessa forma, é possível que a fadiga da pegada tenha atuado como um fator limitante do desempenho em parte dos participantes, reduzindo a capacidade de expressar o potencial máximo dos músculos extensores do quadril, joelho e eretores de coluna.

Os exercícios envolvidos no estudo apresentaram elevada complexidade motora, recrutamento de grandes grupamentos musculares e foram executados com alta intensidade relativa (80% de 1RM) em múltiplas séries até a falha concêntrica, características que impõem elevada demanda fisiológica, neuromuscular e cognitiva ao longo da sessão. Nesse contexto, a estimulação do CPFDL-E pode ter favorecido a manutenção do desempenho mesmo diante da fadiga progressiva decorrente da alternância entre exercícios para membros inferiores e superiores de alta complexidade, permitindo a realização de maior volume de treinamento durante toda a sessão. Considerando que o CPFDL está envolvido em funções executivas, como tomada de decisão, manutenção da atenção e integração de informações cognitivas e perceptivas, é plausível supor que sua modulação por meio da ETCC-a tenha contribuído para sustentar o desempenho em um protocolo caracterizado por elevada demanda física e cognitiva.

Em relação à PSE, os resultados demonstraram menor PSE da sessão na condição ETCC-a em comparação à condição *sham*, apesar do maior volume total de treinamento realizado após a estimulação. Esse achado corrobora com estudos prévios que também

observaram redução da percepção subjetiva de esforço concomitantemente ao aumento do desempenho em exercícios de força após a aplicação da ETCC-a sobre o CPFDL-E (Lattari *et al.*, 2016; Lattari *et al.*, 2019). Embora esses estudos tenham avaliado a PSE imediatamente após exercícios específicos por meio da escala OMNI-RES, enquanto o presente estudo utilizou a Escala de Borg modificada (CR-10) para mensurar a percepção global da sessão de treinamento, ambos sugerem que a estimulação do CPFDL-E pode reduzir a percepção do esforço durante o exercício.

Uma das principais hipóteses para explicar este efeito baseia-se no papel desempenhado pelo CPFDL na integração de informações cognitivas, comportamentais e perceptivas associadas à tolerância ao esforço e à regulação da fadiga. De acordo com Robertson e Marino (2016), a percepção subjetiva de esforço não representa apenas a resposta às demandas fisiológicas do exercício, mas resulta da interpretação consciente dessas informações pelo sistema nervoso central. Nesse contexto, pressupõe-se que o aumento da excitabilidade cortical induzida pela ETCC-a possa modular o processamento dos sinais relacionados ao esforço e à fadiga, reduzindo a percepção subjetiva do exercício para uma mesma demanda física. De forma semelhante, Lattari *et al.* (2016; 2019) sugerem que a redução da PSE possa estar relacionada à modulação de mecanismos centrais envolvidos na percepção da fadiga, favorecendo maior tolerância ao esforço e possibilitando a realização de maior número de repetições antes da interrupção voluntária da tarefa. Essa hipótese também pode contribuir para explicar os resultados observados no presente estudo, uma vez que a menor PSE foi acompanhada por aumento significativo do volume total de treinamento.

6. CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo permitem concluir que a aplicação da estimulação transcraniana por corrente contínua anódica sobre o córtex pré frontal dorsolateral esquerdo foi capaz de aumentar significativamente o volume de repetições durante uma sessão de treinamento resistido do tipo *FB* em homens treinados. Além do aumento do volume de repetições total da sessão, observou-se incremento no número total de repetições nos exercícios de levantamento terra, supino reto, agachamento e remada curvada de forma isolada, indicando que os efeitos ergogênicos da ETCC-a não se restringiram a um único exercício ou grupamento muscular, mas foram mantidos ao longo de toda a sessão composta por exercícios multiarticulares para membros superiores e inferiores. Adicionalmente, a condição ETCC-a apresentou menor PSE da sessão em comparação à condição *sham*, reforçando a hipótese de que a estimulação do CPFDL-E possa modular mecanismos centrais relacionados ao processamento cognitivo e perceptivo do esforço. Embora os mecanismos responsáveis por esses efeitos ainda não estejam completamente esclarecidos, os achados do

presente estudo fortalecem a hipótese de que a estimulação dessa região cortical possa favorecer maior tolerância ao esforço e sustentação do desempenho durante exercícios realizados até a falha. Dessa forma, esta dissertação amplia as evidências acerca do potencial ergogênico da ETCC-a ao demonstrar seus efeitos positivos sobre o volume de repetições em uma sessão completa de treinamento resistido, aproximando a investigação de uma configuração de treinamento mais próxima daquela habitualmente realizada por indivíduos treinados na prática cotidiana.

7. REFERÊNCIAS

ALIX-FAGES et al. Short-Term Effects of Anodal Transcranial Direct Current Stimulation on Endurance and Maximal Force Production. A Systematic Review and Meta-Analysis.

Journal of Clinical Medicine, v. 8, n. 4, p. 536, 18 abr. 2019.

ALIX-FAGES, C. et al. Anodal transcranial direct current stimulation enhances strength training volume but not the force-velocity profile. **European journal of applied physiology**, v. 120, n. 8, p. 1881–1891, ago. 2020.

ANGIUS, L.; HOPKER, J.; MAUGER, A. R. The Ergogenic Effects of Transcranial Direct Current Stimulation on Exercise Performance. **Frontiers in Physiology**, v. 8, 14 fev. 2017.

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

ANTOUN, A. et al. Influence of two strength training modalities (hypertrophy vs. contrast training) on muscular strength, bone health parameters and quality of life in a group of older adults with low skeletal muscle mass index. **Journal of Clinical Densitometry**, v. 28, n. 2, p. 101563–101563, 16 jan. 2025.

BIKSON, M. et al. Safety of transcranial Direct Current Stimulation: Evidence Based Update 2016. **Brain stimulation**, v. 9, n. 5, p. 641–661, 2016.

BOLOGNINI, N.; PASCUAL-LEONE, A.; FREGNI, F. Using non-invasive brain stimulation to augment motor training-induced plasticity. **Journal of**

NeuroEngineering and Rehabilitation, v. 6, n. 1, p. 8, 2009.

BURTSCHER, J. et al. How much resistance exercise is beneficial for healthy aging and longevity? **Journal of Sport and Health Science**, nov. 2022.

- BURD, N. A. et al. Muscle time under tension during resistance exercise stimulates differential muscle protein sub-fractional synthetic responses in men. **The Journal of Physiology**, v. 590, n. 2, p. 351–362, 2012.
- BAHARLOUEI, H. et al. The effect of transcranial direct current stimulation on rating of perceived exertion: A systematic review of the literature. **Psychophysiology**, v. 61, n. 3, 12 jan. 2024.
- BARTOLOMEI, S. et al. A Comparison Between Total Body and Split Routine Resistance Training Programs in Trained Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 35, n. 6, p. 1, mar. 2020.
- BILONDI, H. T. et al. The effect of caffeine supplementation on muscular strength and endurance: A meta-analysis of meta-analyses. **Heliyon**, v. 10, n. 15, p. e35025, ago. 2024.
- CANDOW, D. G. et al. Variables influencing the effectiveness of creatine supplementation as a therapeutic intervention for sarcopenia. *Frontiers in Nutrition*, v. 6, art. 124, 2019. DOI: 10.3389/fnut.2019.00124.
- CHOE, K. H. et al. Hip and Knee Kinetics During a Back Squat and Deadlift. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 35, n. 5, p. 1, out. 2018.
- CARVALHO, L. H. F. et al. Muscle hypertrophy and strength gains after resistance training with different volume matched loads: a systematic review and meta-analysis. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 47, n. 4, 11 jan. 2022.
- CHINZARA, T. T.; BUCKINGHAM, G.; HARRIS, D. J. Transcranial direct current stimulation and sporting performance: A systematic review and meta-analysis of transcranial direct current stimulation effects on physical endurance, muscular strength and visuomotor skills. **European Journal of Neuroscience**, 6 jan. 2022.
- COGIAMANIAN, F. et al. Improved isometric force endurance after transcranial direct current stimulation over the human motor cortical areas. **European Journal of Neuroscience**, v. 26, n. 1, p. 242–249, 3 jul. 2007.
- DA SILVA, V. L. et al. Effects of acute caffeine ingestion on resistance training performance and perceptual responses during repeated sets to failure. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 55, n. 5, p. 383–389, 1 maio 2015.
- DASILVA, A. F.; VOLZ, M. S.; BIKSON, M & FREGNI, F. Electrode positioning and montage in transcranial direct current stimulation. **Journal of visualized experiments : JoVE**, (51), 2744, 2011.

DE SALLES, B. F. et al. Influence of Rest Interval Lengths on Hypotensive Response After Strength Training Sessions Performed by Older Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 24, n. 11, p. 3049–3054, nov. 2010.

DE SALLES, B. F. et al. Rest interval between sets in strength training. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 39, n. 9, p. 765–77, 2009.

EVANGELISTA, A. L. et al. Split or full-body workout routine: which is best to increase muscle strength and hypertrophy? **Einstein** (São Paulo), v. 19, n. 1, 2021.

FENG, M. et al. The efficacy of resistance exercise training on metabolic health, body composition, and muscle strength in older adults with type 2 diabetes: A systematic review and Meta-Analysis. **Diabetes Research and Clinical Practice**, p. 112079, 14 mar. 2025.

FIGUEIREDO, V. C.; DE SALLES, B. F.; TRAJANO, G. S. Volume for Muscle Hypertrophy and Health Outcomes: The Most Effective Variable in Resistance Training. **Sports Medicine**, v. 48, n. 3, p. 499–505, 11 out. 2017.

Fleck SJ, Kraemer W. *Projetando Programas de Treinamento de Resistência*, 4E. Champaign, IL: Cinética Humana, 2014. pág. 225-227.

FRANCO, C. M. C. et al. Influence of High- and Low-Frequency Resistance Training on Lean Body Mass and Muscle Strength Gains in Untrained Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. 1, abr. 2019.

GANDIGA, P. C.; HUMMEL, F. C.; COHEN, L. G. Transcranial DC stimulation (tDCS): a tool for double-blind sham-controlled clinical studies in brain stimulation. *Clinical Neurophysiology: Official Journal of the International Federation of Clinical Neurophysiology*, v. 117, n. 4, p. 845–850, 1 abr. 2006.

GUEST, N. S. et al. International Society of Sports Nutrition position stand: caffeine and exercise performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, v. 18, n. 1, art. 1, 2021.

GOMES, G. K. et al. High-frequency resistance training is not more effective than low-frequency resistance training in increasing muscle mass and strength in well-trained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, p. 1, fev. 2018.

GRGIC, J. et al. Effect of Resistance Training Frequency on Gains in Muscular Strength: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 48, n. 5, p. 1207–1220, 22 fev. 2018.

GRGIC, J. et al. What dose of caffeine to use: acute effects of 3 doses of caffeine on muscle endurance and strength. *International Journal of Sports Physiology and*

Performance, v. 15, n. 4, p. 470–477, 2020. DOI: 10.1123/ijsp.2019-0433.

GRGIC, J.; DEL COSO, J. Ergogenic Effects of Acute Caffeine Intake on Muscular Endurance and Muscular Strength in Women: A Meta-Analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 11, p. 5773, 27 maio 2021.

GRGIC, J. et al. Effects of Rest Interval Duration in Resistance Training on Measures of Muscular Strength: A Systematic Review. **Sports Medicine**, v. 48, n. 1, p. 137–151, 20 set. 2017.

HARRIS, R. Creatine in health, medicine and sport: an introduction to a meeting held at Downing College, University of Cambridge, July 2010. *Amino Acids*, v. 40, n. 5, p. 1267–1270, 2011. DOI: 10.1007/s00726-011-0913-3.

HALES, M. Improving the Deadlift: Understanding Biomechanical Constraints and Physiological Adaptations to Resistance Exercise. **Strength and Conditioning Journal**, v. 32, n. 4, p. 44–51, ago. 2010.

HAN, C. et al. Resistance exercise training and its impact on metabolic syndrome in type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v. 222, p. 112077–112077, 8 mar. 2025.

HALPERIN, I.; CHAPMAN, D. W.; BEHM, D. G. Non-local muscle fatigue: effects and possible mechanisms. **European Journal of Applied Physiology**, v. 115, n. 10, p. 2031–2048, 2 set. 2015.

KHODADAD KASHI, S.; MIRZAZADEH, Z. S.; SAATCHIAN, V. A Systematic Review and Meta-Analysis of Resistance Training on Quality of Life, Depression, Muscle Strength, and Functional Exercise Capacity in Older Adults Aged 60 Years or More. **Biological Research For Nursing**, v. 25, n. 1, p. 109980042211209, 13 ago. 2022.

KREIDER, R. B. et al. International Society of Sports Nutrition position stand: safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 14, n. 1, 13 jun. 2017.

LEE, S. et al. The effect of short-term creatine intake on blood lactic acid and muscle fatigue measured by accelerometer-based tremor response to acute resistance exercise.

Physical Activity and Nutrition, v. 24, n. 1, p. 29–36, 2020. DOI:

10.20463/pan.2020.0006.

LÓPEZ-TORRES, O.; RODRÍGUEZ-LONGBARDO, C.; CAPEL-ESCORIZA, R.;
FERNÁNDEZ-ELÍAS, V. E. Ergogenic aids to improve physical performance in
female athletes: a systematic review with meta-analysis. *Nutrients*, v. 15, n. 1, art. 81,
2023. DOI: 10.3390/nu15010081.

LASEVICIUS, T. et al. Effects of different intensities of resistance training with equated
volume load on muscle strength and hypertrophy. **European Journal of Sport Science**,
v. 18, n. 6, p. 772–780, 22 mar. 2018.

LASEVICIUS, T. et al. Similar Muscular Adaptations in Resistance Training Performed Two
Versus Three Days Per Week. **Journal of Human Kinetics**, v. 68, n. 1, p. 135–143, 21 ago.
2019.

LATTARI, E. et al. Can Transcranial Direct Current Stimulation Improve Muscle Power
in Individuals With Advanced Weight-Training Experience? **Journal of
Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 1, p. 97–103, jan. 2020.

LATTARI, E. et al. Can Transcranial Direct Current Stimulation Improve the Resistance
Strength and Decrease the Rating Perceived Scale in Recreational Weight-Training
Experience? **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 12, p. 3381–3387,
dez. 2016.

LATTARI, E. et al. Effects of Transcranial Direct Current Stimulation With Caffeine Intake
on Muscular Strength and Perceived Exertion. **Journal of Strength and Conditioning
Research**, v. 33, n. 5, p. 1237–1243, maio 2019.

LATTARI, E. et al. Effects on Volume Load and Ratings of Perceived Exertion in Individuals'
Advanced Weight Training After Transcranial Direct Current Stimulation. **Journal of
Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 1, p. 89–96, jan. 2020.

LATTARI, E. et al. Effects on Volume Load and Ratings of Perceived Exertion in Individuals'
Advanced Weight Training After Transcranial Direct Current Stimulation. **Journal of
Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 1, p. 89–96, jan. 2020.

LOPEZ, P. et al. Resistance Training Load Effects on Muscle Hypertrophy and Strength Gain.
Medicine & Science in Sports & Exercise, v. Publish Ahead of Print,
n. 6, 26 dez. 2020.

- MAUGHAN, R. J. et al. IOC consensus statement: dietary supplements and the high-performance athlete. *British Journal of Sports Medicine*, v. 52, n. 7, p. 439–455, 2018. DOI: 10.1136/bjsports-2018-099027.
- MARCELO et al. Full-body resistance training promotes greater fat mass loss than a split-body routine in well-trained males: A randomized trial. **EJSS/European journal of sport science**, 23 abr. 2024.
- MAYO, X.; IGLESIAS-SOLER, E.; FERNÁNDEZ-DEL-OLMO, M. Effects of Set Configuration of Resistance Exercise on Perceived Exertion. **Perceptual and Motor Skills**, v. 119, n. 3, p. 825–837, dez. 2014.
- MCNAIR, P. J. et al. Verbal encouragement: effects on maximum effort voluntary muscle action. **British journal of sports medicine**, v. 30, n. 3, p. 243–5, 1996.
- MIELGO-AYUSO, J. et al. Effects of creatine supplementation on athletic performance in soccer players: A systematic review and meta-analysis. **Nutrients**, v. 11, n. 4, p. 757, 31 mar. 2019.
- NIETO-ACEVEDO, R. et al. Sex Differences in the Load–Velocity Profiles of Three **Different Row Exercises**. **Sports**, v. 11, n. 11, p. 220, 1 nov. 2023.
- NITSCHKE, M. A. et al. Safety criteria for transcranial direct current stimulation (tDCS) in humans. **Clinical Neurophysiology**, v. 114, n. 11, p. 2220–2222, nov. 2003.
- NITSCHKE, M. A.; PAULUS, W. Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. **The Journal of Physiology**, v. 527, n. 3, p. 633–639, set. 2000.
- OKANO, A. H. et al. Brain stimulation modulates the autonomic nervous system, rating of perceived exertion and performance during maximal exercise. **British Journal of Sports Medicine**, v. 49, n. 18, p. 1213–1218, 27 fev. 2013.
- OTSUKA, Y. et al. Effects of resistance training intensity on muscle quantity/quality in middle-aged and older people: a randomized controlled trial. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, v. 13, n. 2, 20 fev. 2022.
- PELLAND, J. C. et al. The resistance training dose response: meta-regressions exploring the effects of weekly volume and frequency on muscle hypertrophy and strength gains. *Sports Medicine*, 2025.
- PAKULAK, A. et al. Effects of creatine and caffeine supplementation during resistance training on body composition, strength, endurance, rating of perceived

exertion and fatigue in trained young adults. *Journal of Dietary Supplements*, v. 19, n. 5, p. 587–602, 2022. DOI: 10.1080/19390211.2021.1904085.

PORRINI, M.; DEL BO', C. Ergogenic aids and supplements. *Frontiers of Hormone Research*, v. 47, p. 128–152, 2016. DOI: 10.1159/000445176.

PETER, J. et al. Reducing negative affect with anodal transcranial direct current stimulation increases memory performance in young—but not in elderly—individuals. **Brain structure & function (Print)**, v. 224, n. 8, p. 2973–2982, 3 set. 2019.

PETERSON, M. D.; RHEA, M. R.; ALVAR, B. A. Applications of the Dose-Response for Muscular Strength Development: A Review of Meta-Analytic Efficacy and Reliability for Designing Training Prescription. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 4, p. 950, 2005.

PHILIPPE, A. G. et al. Can an Eight-Session Multicomponent Physical Exercise Program Reduce Fall Risk and Fear of Falling among the Elderly? **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 14, p. 8262, 6 jul. 2022.

RALSTON, G. W. et al. The Effect of Weekly Set Volume on Strength Gain: A Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 47, n. 12, p. 2585–2601, 28 jul. 2017.

RAMOS-CAMPO, D. J. et al. Efficacy of Split Versus Full-Body Resistance Training on Strength and Muscle Growth: A Systematic Review With Meta-Analysis. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 38, n. 7, p. 10.1519/JSC.0000000000004774, 9 maio 2022.

Resistance training prescription for muscle function, hypertrophy, and physical performance in healthy adults: an overview of reviews. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2026.

ROBERTSON, C. V.; MARINO, F. E. A role for the prefrontal cortex in exercise tolerance and termination. **Journal of Applied Physiology**, v. 120, n. 4, p. 464–466, 15 fev. 2016.

ROBERTSON, R. J. et al. Concurrent Validation of the OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 2, p. 333–341, fev. 2003.

RODRIGUES, G. M. et al. Anodal Transcranial Direct Current Stimulation Increases Muscular Strength and Reduces Pain Perception in Women With Patellofemoral Pain.

Journal of Strength and Conditioning Research, v. Publish Ahead of Print, 14 fev. 2020.

RODRIGUES, G. M. et al. Effects of Anodal Transcranial Direct Current Stimulation on Training Volume and Pleasure Responses in the Back Squat Exercise Following a Bench Press. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 36, n. 11, p. 3048, 1 nov. 2022.

RUSSO, S. J.; NESTLER, E. J. The brain reward circuitry in mood disorders. **Nature Reviews Neuroscience**, v. 14, n. 9, p. 609–625, 14 ago. 2013.

SWINTON, P. A.; SCHOENFELD, B. J.; MURPHY, A. Dose–response modelling of resistance exercise across outcome domains in strength and conditioning: a meta-analysis. *Sports Medicine*, v. 54, p. 2041–2062, 2024

SCHOENFELD, B. J. et al. Effects of Low- vs. High-Load Resistance Training on Muscle Strength and Hypertrophy in Well-Trained Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 10, p. 2954–2963, out. 2015.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. Effects of Resistance Training Frequency on Measures of Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 46, n. 11, p. 1689–1697, 21 abr. 2016.

SCHOENFELD, B. J. et al. Resistance Training Volume Enhances Muscle Hypertrophy. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 51, n. 1, p. 1, ago. 2018.

SCHOENFELD, B. J.; GRGIC, J.; KRIEGER, J. How many times per week should a muscle be trained to maximize muscle hypertrophy? A systematic review and meta-analysis of studies examining the effects of resistance training frequency. **Journal of Sports Sciences**, v. 37, n. 11, p. 1286–1295, 17 dez. 2018.

SCHOENFELD, B. J.; OGBORN, D.; KRIEGER, J. W. The dose–response relationship between resistance training volume and muscle hypertrophy: are there really still any doubts? **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 20, p. 1985–1987, 2 nov. 2016.

SEGUIN, R.; NELSON, M. The benefits of strength training for older adults.

American Journal of Preventive Medicine, v. 25, n. 3, p. 141–149, out. 2003.

SHAIENDRA, P. et al. Resistance Training and Mortality Risk: A Systematic Review and Meta-Analysis. *American Journal of Preventive Medicine*, v. 63, n. 2, p. 277–285, maio 2022.

SHIMANO, T. et al. RELATIONSHIP BETWEEN THE NUMBER OF REPETITIONS AND SELECTED PERCENTAGES OF ONE REPETITION

MAXIMUM IN FREE WEIGHT EXERCISES IN TRAINED AND UNTRAINED MEN. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 20, n. 4, p. 819–823, 1 nov. 2006.

SCHUIJER, J. W. et al. Transcranial Electrical Stimulation to Enhance Cognitive Performance of Healthy Minors: A Complex Governance Challenge. **Frontiers in Human Neuroscience**, v. 11, 27 mar. 2017.

TSCHOLL, P.; ALONSO, J. M.; DOLLÉ, G.; JUNGE, A.; DVORAK, J. The use of drugs and nutritional supplements in top-level track and field athletes. *The American Journal of Sports Medicine*, v. 38, n. 1, p. 133–140, 2010. DOI: 10.1177/0363546509344071.

TRAN, Q. T.; DOCHERTY, D. Dynamic Training Volume: A Construct of Both Time Under Tension and Volume Load. **Journal of Sports Science & Medicine**, v. 5, n. 4, p. 707, 15 dez. 2006.

TRAN, Q. T.; DOCHERTY, D. Dynamic training volume: a construct of both time under tension and volume load. **Journal of sports science & medicine**, v. 5, n. 4, p. 707–13, Autumn 2006.

VIKBERG, S. et al. Effects of Resistance Training on Functional Strength and Muscle Mass in 70-Year-Old Individuals With Pre-sarcopenia: A Randomized Controlled Trial. **Journal of the American Medical Directors Association**, v. 20, n. 1, p. 28–34, jan. 2019.

WESTCOTT, W. L. Resistance Training Is medicine: Effects of Strength Training on Health. *Current Sports Medicine Reports*, v. 11, n. 4, p. 209–216, jul. 2012.

WANG, Z. et al. Effects of creatine supplementation and resistance training on muscle strength gains in adults <50 years of age: a systematic review and meta-analysis.

Nutrients, v. 16, n. 21, art. 3665, 2024. DOI: 10.3390/nu16213665.

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. e81418, 9 dez. 2013.

WJ, K.; NA, R. Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15064596/>>.

YAMAZAKI, Yuta; SHIMAMORI, Kota; TAKIZAWA, Kazuki; YAMAGUCHI, Taichi; SHIBATA, Keisuke. Effects of rest interval configuration between sets on volume load during five sets of bench press and back squat exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 39, n. 11, p. 1123–1128, 20

ZARONI, R. S. et al. High Resistance-Training Frequency Enhances Muscle Thickness in Resistance-Trained Men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, p. S140–S151, jul. 2019.

ZART, S.; FRÖHLICH, M. Ergogenic effects of supplement combinations on endurance performance: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials.

Journal of the International Society of Sports Nutrition, v. 22, n. 1, art. 2524033, 2025.

DOI: 10.1080/15502783.2025.2524

8 APÊNDICES E ANEXOS

APÊNDICE I TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Estudo: Efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua Anódica sobre o Volume de Treinamento e a Percepção Subjetiva de Esforço em Sessões de Treinamento Full Body em Homens Treinados

Pesquisador Responsável: Mel França Pereira

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O (A) Senhor (a) está sendo convidado (a) a participar de um estudo. Esse tipo de pesquisa é importante porque destaca alguma situação incomum e/ou fato inusitado do comportamento de uma doença e/ou outra condição clínica. Por favor, leia este documento com bastante atenção antes de assiná-lo. Caso haja alguma palavra ou frase que o (a) senhor (a) não consiga entender, converse com o pesquisador responsável pelo estudo ou com um membro da equipe desta pesquisa para esclarecê-los.

A proposta deste termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) é explicar tudo sobre o estudo e solicitar a sua permissão para que o mesmo seja publicado em meios científicos como revistas, congressos e/ou reuniões científicas de profissionais da saúde ou afins.

O objetivo desta pesquisa é verificar o efeito da estimulação transcraniana por corrente contínua sobre o volume de treinamento e percepção subjetiva de esforço em uma sessão de treinamento de força do tipo *full body* em homens treinados.

Se o(a) Sr.(a) aceitar, os procedimentos envolvidos em sua participação são: a) Aplicação da anamnese inicial. b) Avaliação antropométrica. c) Realização do teste de uma repetição máxima (1RM) em quatro exercícios de força: agachamento parcial com barra guiada, levantamento terra com barra livre, supino reto com barra guiada e remada curvada com barra guiada. O teste será realizado em duas sessões separadas (teste e reteste). d) Em duas sessões experimentais diferentes, será aplicada a estimulação transcraniana por corrente contínua anódica (ETCC-a) ou a condição placebo (sham), em ordem randomizada, com intervalo de 48 a 72 horas entre elas. A estimulação será realizada com eletrodos posicionados sobre o córtex pré-frontal dorsolateral esquerdo e o córtex supra-orbital direito, durante aproximadamente 20 minutos na condição ativa ou 30 segundos na condição placebo. e) Após a estimulação em cada sessão experimental, será realizada uma sessão de treinamento resistido do tipo full body, com os mesmos quatro exercícios, executados em três séries até a falha concêntrica, com carga de 80% do 1RM previamente determinado. f) Durante as sessões de treinamento serão coletados dados sobre o número de repetições, volume total de treino e percepção subjetiva de esforço, utilizando a escala OMNI-RES ao final de cada exercício. g) O tempo total aproximado de cada sessão experimental será de cerca de 1 hora. h) O estudo não envolve procedimentos invasivos nem coleta de material biológico.

Durante a realização da pesquisa, os procedimentos apresentam alguns riscos relacionados à execução dos exercícios no teste de 1RM e nos procedimentos experimentais nos seguintes exercícios: levantamento terra, supino reto no aparelho Smith, agachamento no Smith e remada curvada no Smith. Esses exercícios podem levar o indivíduo a experimentar certos graus de fadiga e desconforto muscular. Nesses casos, o descanso do participante é, geralmente, suficiente para a recuperação. Além disso, em situações excepcionais, a prática desses exercícios pode ocasionar algum tipo de lesão aguda, seja muscular ou ligamentar. Embora incomuns, podem ocorrer entorses ligamentares ou estiramentos musculares de primeiro grau. Em caso de ocorrência de alguma dessas lesões, o avaliador responsável realizará os procedimentos de primeiros socorros necessários, como a aplicação de gelo e imobilizações. Também será responsabilidade do avaliador conduzir o participante ao hospital mais próximo, caso seja necessário, em decorrência de lesões oriundas do experimento. Cabe ressaltar que o avaliador é profissional formado em Educação Física e possui treinamento tanto para a prescrição de exercícios quanto para a aplicação de procedimentos básicos de primeiros

Rubrica do pesquisador

Rubrica do participante/responsável

socorros. Além disso, durante a aplicação da estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC), alguns voluntários podem relatar sensação de formigamento, embora esse efeito não ocorra em todos os casos. Para minimizar essa possível sensação, será aplicada uma solução salina (soro fisiológico) nas esponjas que envolvem os eletrodos. Esse procedimento visa reduzir o desconforto perceptivo durante a estimulação

Espera-se que a participação na pesquisa proporcione benefícios, como o autoconhecimento sobre seus níveis de força máxima, capacidade de suportar um maior volume de treino em uma sessão de treinamento full body e percepção subjetiva de esforço. Os voluntários também terão acesso a uma experiência de treinamento supervisionada e segura com avaliação física detalhada e participação em sessões de treinamento bem

estruturadas. Os possíveis resultados do estudo poderão contribuir para o avanço do conhecimento sobre o uso da estimulação transcraniana por corrente contínua anódica (ETCC-a) como ferramenta ergogênica no treinamento de força, podendo potencializar os ganhos de força e hipertrofia nos sujeitos da pesquisa. Nesse sentido, os dados obtidos poderão fundamentar novas estratégias de intervenção neuromodulatória em programas de treinamento resistido, com potencial aplicação prática em contextos de desempenho esportivo, treinamento físico de alto rendimento e reabilitação

Sua participação neste relato de caso é totalmente voluntária, ou seja, não é obrigatória. Caso o(a) Sr.(a) decida não participar, ou ainda, desistir de participar e retirar seu consentimento durante a realização do relato de caso, não haverá nenhum prejuízo ao atendimento que você recebe ou possa vir a receber na instituição.

Não está previsto nenhum tipo de pagamento pela sua participação neste relato de caso e o(a) Sr.(a) não terá nenhum custo com respeito aos procedimentos envolvidos, porém, poderá receber por despesas decorrentes de sua participação, como transporte e alimentação, e serão reembolsadas imediatamente após a chegada ao laboratório através de transferência eletrônica instantânea por pix. Essas despesas serão pagas pelo orçamento da pesquisa.

Caso ocorra algum problema ou dano com o(a) Sr.(a), resultante deste estudo, o(a) Sr.(a) receberá todo o atendimento necessário, sem nenhum custo pessoal e pelo tempo que for necessário. Garantimos indenização diante de eventuais fatos comprovados, com nexos causal com o relato de caso, conforme especifica a Carta Circular nº 166/2018 da CONEP.

É garantido ao Sr.(a), o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que o(a) Sr.(a) queira saber antes, durante e depois da sua participação.

Caso o(a) Sr.(a) tenha dúvidas, poderá entrar em contato com o pesquisador responsável Mel França Pereira pelo telefone (21) 96413-2096, endereço Estrada São João Marcos, nº105. Bairro El Ranchito, Mangaratiba após o horário comercial e/ou pelo e-mail mfp01010@gmail.com, com o pesquisador Claudio Melibeu Bentes, pelo telefone (21) 98294-1515 e pelo e-mail claudiomelibeu@ufrj.br ou com o Comitê de Ética em Pesquisa (**Endereço:** Rua Marechal Deodoro, 217, bloco B, Térreo, Centro, Niterói – RJ. CEP: 24030-060. **Tel.** (21) 2138-4983. **E-mail:** cepuniverso@nt.universo.edu.br

Esse termo é assinado em duas vias, sendo uma do(a) Sr.(a) e a outra para os pesquisadores.

Declaração de Consentimento

Concordo em participar do estudo intitulado: Efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua Anódica sobre o Volume de Treinamento e a Percepção Subjetiva de Esforço em Sessões de Treinamento Full Body em Homens Treinados

Nome do participante ou responsável	Data: ____/____/____ _____
Assinatura do participante ou responsável	

Eu, Mel França Pereira, declaro cumprir as exigências contidas nos itens IV.3 e IV.4, da Resolução nº 466/2012 e 5010/2016 CNS/MS.

Assinatura e carimbo do Pesquisador	Data: ____/____/____
-------------------------------------	----------------------

APÊNDICE II- PRODUÇÕES CIENTÍFICAS

Artigos publicados em periódicos

MATTOS, Igor; FRANÇA, Mel; GOMES, Diego Viana; MONTEIRO, Wallace; MIRANDA, Humberto; DE FREITAS, Fábio Henrique; LATTARI, Eduardo; DE OLIVEIRA, Bruno Ribeiro Ramalho. Acute effects of inter-set static stretching on hamstring strength and range of motion (ROM). *Journal of Human Sport and Exercise*, v. 21, p. 837–849, 2026.

PEREIRA, Mel França; ROSA, Guilherme; SODRÉ, Ravini; RAMBAL, Luiz Paulo Pimenta; CAVALHEIRO-COSTA, Míthia; FERNANDES-SILVA, Camila; BENTES, Cláudio Melibeu. Treinamento resistido e mulheres sobreviventes de câncer de mama: uma revisão integrativa. *Revista de Educação Física – Escola de Educação Física do Exército*, v. 93, p. 180–194, 2024.

Capítulos de livros

PEREIRA, Mel França; BENTES, Cláudio Melibeu; GUIMARÃES, T. T. Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua anódica sobre os mecanismos de fadiga neuromuscular e o desempenho físico. In: *Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua anódica sobre os mecanismos de fadiga neuromuscular e o desempenho físico*. 1. ed. Rio de Janeiro: Autores, 2026. v. 1, p. 60–66.

SILVA, C. F.; CAVALHEIRO-COSTA, Míthia; PEREIRA, M. F.; V. C.; SILVA; SILVA, M. C. N. E.; BERRIEL, R. S.; RAMOS FILHO, D. M.; RUFFONI, R. Tênis de campo no ensino médio noturno: uma experiência à luz da BNCC no Programa de Residência Pedagógica. In: *Pibid e Residência Pedagógica da UFRRJ: caminhos da docência em Educação Física*. 1. ed. São Carlos, SP: Pedro & João Editores, 2025. v. 1, p. 249–268.

OLIVEIRA, D. M.; RAMBAL, L. P. P.; PEREIRA, M. F.; BENTES, C. M.; PRATI, J. E. L. R. 83 Limites e potenciais das teorias pós-críticas. In: SILVA, C. A. F. (Org.). *Perspectiva Transcritica e educação física*. Niterói: Editora Equalitas, 2025. p. 213-214. DOI: <https://doi.org/10.51995/perspectvatranscriticacap8>

Trabalho publicado em anais de evento

PEREIRA, M. F.; BENTES, C. M. Efeito da estimulação transcraniana por corrente contínua em diferentes ordenações dos exercícios de força sobre a força muscular e percepção subjetiva de esforço em homens treinados. In: *SEMINÁRIO DE PESQUISA PPGCAF*, 12., 2024, Niterói. *Anais do XII Seminário de Pesquisa PPGCAF*. Niterói, 2024.

Anexo A Termo de Autorização do Comitê de Ética

UNIVERSIDADE FEDERAL
RURAL DO RIO DE JANEIRO
(UFRRJ)



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITOS DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA ANÓDICA SOBRE O VOLUME DE TREINAMENTO E A PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO EM SESSÕES DE TREINAMENTO FULL BODY EM HOMENS TREINADOS

Pesquisador: CLAUDIO MELIBEU BENTES

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 90664525.5.0000.0311

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.835.118

Apresentação do Projeto:

O pesquisador relata:

O presente estudo será do tipo crossover, randomizado, duplo-cego e controlado por estimulação placebo (sham), com o objetivo de analisar os efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) sobre o volume de treinamento e a percepção subjetiva de esforço (PSE) durante uma sessão de treinamento resistido do tipo FB em homens treinados. A primeira visita será destinada à apresentação dos objetivos do estudo, à assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), à avaliação antropométrica inicial, à aplicação do teste de uma repetição máxima (1RM) em quatro exercícios de força e à familiarização com os protocolos de força e as escalas

perceptivas utilizadas (OMNI-RES, Escala de Sensações e Escala de Ativação). Na segunda visita, será reaplicado o teste de 1RM, com o objetivo de garantir a estabilidade da carga. A terceira e quarta visitas subsequentes corresponderão às sessões experimentais propriamente ditas, à saber: ETCC-a e sham. A ordem das sessões será randomizada previamente por meio do site www.randomizer.org. A ETCC-a será aplicada com

intensidade de 2 mA durante 20 minutos, com eletrodo anódico posicionado sobre o CPFDL esquerdo e o eletrodo catódico sobre o córtex supraorbital (CSO) direito (Lattari et al., 2016). A

Endereço: BR 465, KM 7, Zona Rural, Biblioteca Central, 2º andar

Bairro: ZONA RURAL

CEP: 23.897-000

UF: RJ

Município: SEROPEDICA

Telefone: (21)2681-4749

E-mail: eticacep@ufrrj.br

Anexo B Termo de autorização para disponibilização de trabalhos científicos

TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO DE TRABALHOS CIENTÍFICOS

O discente da **ASSOCIAÇÃO SALGADO DE OLIVEIRA DE EDUCAÇÃO E CULTURA – ASOEC**, mantenedora da **UNIVERSIDADE SALGADO DE OLIVEIRA - UNIVERSO**, com sede na cidade de Niterói - RJ, à rua Marechal Deodoro, 217 – Bloco A, inscrita no CNPJ sob o nº 28.638.393/0003-44, na qualidade de titular dos direitos autorais do trabalho indicado abaixo, nos moldes da Lei nº. 9610/98, ao assinar o presente termo, ato esse de livre vontade, **AUTORIZA** que:

A Universidade Salgado de Oliveira - UNIVESO publique, de forma gratuita, por tempo indeterminado, em ambiente digital institucional, sem qualquer tipo de ressarcimento dos direitos autorais, o texto integral do Trabalho de Conclusão de Curso descrito abaixo, em formato PDF e/ou outro que identifique ser mais adequado, a título de divulgação da produção científica gerada pela Instituição de Ensino Superior.

Nome do discente/autor: Mel França Pereira

Curso: Mestrado em Ciências da Atividade Física

Título do Trabalho de Conclusão de Curso: Efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua Anódica sobre o Volume de Repetições e Percepção Subjetiva de Esforço em uma Sessão de Treinamento Full Body em Homens Treinados

Endereço: Estrada São João Marcos, 105. Mangaratiba-RJ

CPF: 198.313.458-03 RG: 28.691.857-8

Email: mfp01010@gmail.com Telefone: (21) 964132096

O discente está ciente quanto a sua responsabilidade de originalidade e que detém o direito de disponibilizar a obra indicada nesta autorização, conforme art. 30, da Lei 9.610/98, sendo, contudo, vedada a cópia/plágio de trabalhos de terceiros. Assim, quaisquer medidas judiciais ou extrajudiciais concernentes a divulgação/reprodução/cópia/exposição/venda de seu conteúdo, sem autorização do titular dos direitos autorais, serão de inteira responsabilidade do infrator e de iniciativa exclusiva do discente/autor.

Documento assinado digitalmente
 **MEL FRANÇA PEREIRA**
Data: 02/09/2026 13:34:17-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Niterói, 02 de Setembro de 2026.

Discente

Anexo C Relatório de Autenticidade do DocxWeb ou CopySpider



Relatório do Software Anti-plágio CopySpider

Para mais detalhes sobre o CopySpider, acesse: <https://copyspider.com.br>

Instruções

Este relatório apresenta na próxima página uma tabela com o resumo da análise do CopySpider. Cada linha associa o conteúdo do arquivo de entrada com um documento encontrado na internet (para "Busca em arquivos da internet") ou do arquivo de entrada com outros arquivos em seu computador (para "Pesquisa em arquivos locais").

A quantidade de termos comuns representa um fator utilizado no cálculo de similaridade dos arquivos. Quanto maior a quantidade de termos comuns, combinada com o agrupamento desses termos, maior a similaridade entre os arquivos.

No início de cada comparação entre arquivos, encontram-se um resumo numérico dos resultados:

- Arquivo 1: <nome do arquivo> (<Ni> termos)
- Arquivo 2: <nome do arquivo> (<Nc> termos)
- Termos comuns: <N>
- Similaridade:
 - * Índice novo (Si): <y> %
 - * Agrupamento (Sg): <Alto|Moderado|Baixo>
 - * Índice antigo (S): <x> %

No texto do documento, os termos em comum são marcados em cores diferentes:

- **Amarelo**: quando são considerados no cálculo do Novo Índice de Semelhança (Si) e;
- **Vermelho**: quando estão agrupados e fazem parte do Índice de Agrupamento (Sg).

Os termos marcados em amarelo são comuns entre os documentos, mas, por não estarem agrupados, tendem a não caracterizar cópia. Os termos marcados em vermelho também são comuns e têm maior chance de serem interpretados como cópia.

É importante destacar que a classificação da semelhança como Alta, Moderada e Baixa não representa um "índice de plágio". Por exemplo, documentos que citam de forma direta (transcrição) outros documentos, podem ter uma similaridade Alta e ainda assim não podem ser caracterizados como plágio. Há sempre a necessidade do avaliador fazer uma análise para decidir se as semelhanças encontradas caracterizam ou não o problema de plágio ou mesmo de erro de formatação ou adequação às normas de referências bibliográficas.

Veja também:

[Analisando o resultado do CopySpider](#)

[Qual o percentual aceitável para ser considerado plágio?](#)

[Como interpretar os índices de semelhança?](#)



Versão do CopySpider: 3.5.3.2

Relatório gerado por: mfp01010@gmail.com

Análise no modo: Web/<Automático> (disponibilidade de 91.07%) em 00:49 s (2 análises)

Idioma da busca: Português

Installation ID: ff12c52822f099200976a40b6a39b90b81e616d7

Arquivo de entrada: [Dissertação Mel França Pereira ENVIAR.pdf](#)

Candidato	Termos comuns	Semelhança	Agrupamento
repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/181826/Trabalho de Conclusão de Curso - Antônio Levi - Versão Final.pdf?sequence=1	824	Baixa	Alto
lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/238843/001140064.pdf?sequence=1	565	Baixa	Alto
monografias.ufma.br/jspui/bitstream/123456789/8373/1/LUCAS VIEIRA DE ALBUQUERQUE.pdf	748	Baixa	Moderado
www.passeidireto.com/arquivo/84422037/machado-2019-a	716	Baixa	Moderado
revistas.um.es/cpd/article/download/373431/273261/1347361	704	Baixa	Moderado
www.redalyc.org/journal/2270/227065157020/html	684	Baixa	Moderado
www.redalyc.org/journal/2270/227065157020	683	Baixa	Moderado
lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/297660/001294423.pdf?sequence=1	592	Baixa	Moderado
tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/10573/9/DISS_StephanyRodrigues_PPGCiMH.pdf	539	Baixa	Moderado
repositorio.ufpa.br/bitstreams/74222fec-05f7-4288-929e-b30a4b20aad7/download	460	Baixa	Moderado



=====

Arquivo de entrada: [Dissertação_Mel_França_Pereira_ENVIAR.pdf](#) (19147 termos)

Candidato: [repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/181826/Trabalho de Conclusão de Curso - Antônio Levi - Versão Final.pdf?sequence=1](#) (14088 termos)

Termos comuns: 824

Similaridade

Índice novo (Si): **4,30%**

Agrupamento (Sg): **Alto**

Índice antigo (S): 2,54%

O texto abaixo é o conteúdo do **Arquivo de entrada** com destaque em vermelho para os termos comuns e agrupados encontrados no **Candidato**. Os termos em amarelo são comuns, mas não caracterizam cópias. Id: e8abda30b58t116

=====

UNIVERSIDADE SALGADO DE OLIVEIRA

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Atividade Física ? PPGCAF

MEL FRANÇA PEREIRA

Efeitos da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua Anódica **sobre o Volume de Repetições e** Percepção Subjetiva de Esforço **em uma Sessão de Treinamento** Full Body em Homens Treinados