

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

GIOVANA ROCHA BARROS LEITE DE SIQUEIRA

**EFEITO DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA
NOS PARÂMETROS DE DOR E NA ATIVIDADE ELÉTRICA MUSCULAR PARA
TRATAMENTO DA LOMBALGIA CRÔNICA INESPECÍFICA: ENSAIO CLÍNICO
RANDOMIZADO**

ALFENAS/MG

2025

GIOVANA ROCHA BARROS LEITE DE SIQUEIRA

**EFEITO DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA
NOS PARÂMETROS DE DOR E NA ATIVIDADE ELÉTRICA MUSCULAR PARA
TRATAMENTO DA LOMBALGIA CRÔNICA INESPECÍFICA: ENSAIO CLÍNICO
RANDOMIZADO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia pela Universidade Federal de Alfenas. Área de concentração.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Andreia Maria Silva Vilela Terra

Coorientadora: Prof^ª. Dr^ª. Adriana Teres Silva Santos

ALFENAS/MG

2025

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas
Biblioteca Unidade Educacional Santa Clara

Siqueira, Giovana Rocha Barros Leite de .

Efeito da estimulação transcraniana por corrente contínua nos parâmetros de dor e na atividade elétrica muscular para o tratamento da lombalgia crônica inespecífica : ensaio clínico randomizado / Giovana Rocha Barros Leite de Siqueira. - Alfenas, MG, 2025.

41 f. : il. -

Orientador(a): Andreia Maria Silva Vilela Terra.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Fisioterapia) -
Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2025.

Bibliografia.

1. Dor Lombar. 2. Fisioterapia. 3. Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua. 4. Reabilitação. 5. Exercícios. I. Terra, Andreia Maria Silva Vilela, orient. II. Título.

GIOVANA ROCHA BARROS LEITE DE SIQUEIRA

**EFEITO DA ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA
NOS PARÂMETROS DE DOR E NA ATIVIDADE ELÉTRICA MUSCULAR PARA
TRATAMENTO DA LOMBALGIA CRÔNICA INESPECÍFICA: ENSAIO CLÍNICO
RANDOMIZADO**

A banca examinadora abaixo assina a aprovação da Dissertação/Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Fisioterapia pela Universidade Federal de Alfenas.

Aprovada em: 14 de novembro de 2025

Prof.^a Dr.^a Andreia Maria Silva Vilela Terra
Universidade Federal de Alfenas

Assinatura:

Prof. Dr. Adriano Prado Simão
Universidade Federal de Alfenas

Assinatura:

Érick Fonseca Mendes
Universidade Federal de Alfenas

Assinatura:

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ser minha luz e fortaleza em todos os momentos desta jornada. Sua presença me deu forças para superar os desafios e sabedoria para seguir com fé e determinação até a conclusão deste trabalho. Aos meus pais, Vicente e Flavia, minha eterna gratidão por todo o amor, apoio e incentivo incondicional. Por acreditarem em mim mesmo quando eu duvidei, por cada palavra de encorajamento e por serem meu exemplo de dedicação e perseverança.

À minha orientadora, Prof^a Andreia Maria, agradeço profundamente pela paciência, disponibilidade e pelos valiosos ensinamentos compartilhados ao longo deste processo. Sua orientação foi essencial para o desenvolvimento deste trabalho e para o meu crescimento pessoal e acadêmico. Aos meus companheiros de pesquisa, Júlia Ferreira, João Paulo e Bianca, agradeço pela parceria, amizade e comprometimento. Cada momento de estudo, discussão e risadas tornou esta caminhada mais leve e enriquecedora.

E, por fim, à Universidade Federal de Alfenas, a Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação e a Fundação PIBIC pela oportunidade de formação acadêmica e científica, pelo incentivo constante à pesquisa e pelo apoio à produção de conhecimento científico de qualidade e, por fim, pelo apoio financeiro e institucional que possibilitou o desenvolvimento deste trabalho, contribuindo de forma significativa para a consolidação da minha trajetória.

RESUMO

Contexto: A dor lombar crônica inespecífica é uma condição incapacitante que afeta globalmente milhões de pessoas e é a principal causa de incapacidade em diversos países. A relevância do estudo reside na necessidade de investigar intervenções eficazes no manejo da dor uma vez que as opções terapêuticas atuais ainda apresentam limitações. A combinação de estimulação elétrica transcraniana por corrente contínua (tDCS) com exercícios físicos vem com uma proposta de estratégia inovadora. **Objetivo:** Verificar o efeito da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua nos parâmetros de dor e na atividade elétrica muscular em pessoas com lombalgia crônica inespecífica. **Métodos:** O estudo caracteriza-se como um ensaio clínico randomizado cego, com uma amostra composta por 10 indivíduos com lombalgia crônica inespecífica. Os participantes foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos: grupo placebo (n=5) e grupo experimental (n=5). A intensidade da dor foi avaliada por meio da Escala de Dor Crônica Graduada (EDCG) e da Escala Visual Analógica (EVA). O desempenho funcional foi mensurado pelo Questionário Rolland Morris (RMDQ), e também foi avaliada a atividade elétrica muscular pela Eletromiografia de Superfície (EMG). O protocolo experimental consistiu em exercícios físicos combinados à tDCS, totalizando 20 atendimentos, sendo os 10 primeiros consecutivos e os 10 seguintes alternados. O grupo placebo recebeu a intervenção com o aparelho desligado. As coletas de dados foram realizadas nos momentos 0 (inicial), 1 (após a 10ª sessão) e 2 (após a 20ª sessão), com exceção da EVA, aplicada ao final de cada atendimento. **Resultados:** Dentro da escala visual analógica do grupo placebo e experimental nos tempos de avaliação notou-se que não houve diferença estatística entre os grupos ($p = 0,40$) e na interação ($p = 0,64$). Entretanto, houve diferença estatística nos tempos para o grupo experimental na décima primeira e décima nona sessão ($p < 0,000$), com redução nos valores em comparação com o baseline. Com os resultados da Escala de dor crônica graduada (EDCG) e o Questionário de Roland-Morris (QRM) notou-se que houve redução significativa entre os tempos Baseline₁₀ e Baseline₂₀ para o QRM no grupo placebo. Houve redução significativa nos tempos Baseline₂₀ para a pergunta 1 no grupo experimental. Houve redução significativa nos tempos Baseline₁₀ e Baseline₂₀ para intensidade e característica da dor no grupo placebo. Não houve diferença estatística para a pergunta 5 e houve

redução significativa nos valores do *score* de incapacidade nos tempos 10x20 para o grupo placebo. Para atividade eletromiográfica dos músculos abdominais e longíssimo lombar bilateralmente notou-se que para os valores da raiz quadrada da média normalizada (RMSN) e frequência mediana não tiveram diferenças estatísticas nos tempos e nos grupos. **Conclusão:** Conclui-se que a estimulação transcraniana por corrente contínua manteve os efeitos na intensidade de dor, na funcionalidade e na atividade elétrica muscular quando os grupos foram comparados. Por outro lado, teve efeito positivo na intensidade na dor e funcionalidade para ambos os grupos. Sugere uma amostra maior para melhor comprovação dos resultados.

Palavras chave: Dor lombar; Fisioterapia; Estimulação transcraniana por corrente contínua; Reabilitação.

ABSTRACT

Background: Chronic nonspecific low back pain is a disabling condition that affects millions of people worldwide and is the leading cause of disability in several countries. The relevance of this study lies in the need to investigate effective interventions for pain management, as current therapeutic options still present limitations. The combination of transcranial direct current stimulation (tDCS) with physical exercise emerges as an innovative therapeutic strategy. **Objective:** To verify the effect of Transcranial Direct Current Stimulation on pain parameters and muscle electrical activity in individuals with chronic nonspecific low back pain. **Methods:** This study is characterized as a blinded randomized clinical trial with a sample of 10 individuals with chronic nonspecific low back pain. Participants were randomly assigned to two groups: placebo group (n=5) and experimental group (n=5). Pain intensity was assessed using the Graded Chronic Pain Scale (GCPS) and the Visual Analogue Scale (VAS). Functional performance was measured using the Roland-Morris Disability Questionnaire (RMDQ), and muscle electrical activity was evaluated through Surface Electromyography (EMG). The experimental protocol consisted of physical exercises combined with tDCS, totaling 20 sessions: the first 10 consecutive and the following 10 on alternating days. The placebo group received the intervention with the device turned off. Data collection occurred at three time points: 0 (baseline), 1 (after the 10th session), and 2 (after the 20th session), except for the VAS, which was applied at the end of each session. **Results:** Analysis of the Visual Analogue Scale scores for both placebo and experimental groups across the evaluation periods showed no statistically significant difference between groups ($p = 0.40$) or in the interaction ($p = 0.64$). However, there was a statistically significant difference over time for the experimental group at the 11th and 19th sessions ($p < 0.000$), with reductions in pain values compared to baseline. Regarding the Graded Chronic Pain Scale (GCPS) and the Roland-Morris Disability Questionnaire (RMDQ), there was a significant reduction between Baseline \times 10 and Baseline \times 20 for the RMDQ in the placebo group. A significant reduction was observed between Baseline \times 20 for question 1 in the experimental group. There was also a significant reduction between Baseline \times 10 and Baseline \times 20 for pain intensity and characteristics in the placebo group. No statistical difference was found for question

5, but a significant reduction was observed disability scores between times 10×20 in the placebo group. For the electromyographic activity of the bilateral abdominal and longissimus muscles, no statistically significant differences were found over time or between groups for the normalized root mean square (RMSN) and median frequency values. **Conclusion:** It is concluded that transcranial direct current stimulation maintained its effects on pain intensity, functionality, and muscle electrical activity when comparing groups. On the other hand, there was a positive effect on pain intensity and functionality in both groups. A larger sample size is suggested for better validation of the results.

Keywords: Low back pain; Physiotherapy; Transcranial direct current stimulation; Rehabilitation.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
1.1	OBJETIVOS.....	13
1.1.1	Objetivo Geral.....	13
1.1.2	Objetivos Específicos.....	13
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
2.1	DELINEAMENTO DO ESTUDO.....	13
2.2	SELEÇÃO DE SUJEITOS, CRITÉRIOS INCLUSIVOS/EXCLUSIVOS E LÓCUS DO ESTUDO.....	13
2.3	PROCEDIMENTO DO ESTUDO E INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO.....	14
2.3.1	Escala visual analógica.....	14
2.3.2	Questionário de Incapacidade de Roland Morris/Roland Morris Disability Questionnaire (RMDQ).....	15
2.3.3	Eletromiografia de Superfície.....	15
2.4	PROCEDIMENTO DE INTERVENÇÃO: ESIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENT CONTÍNUA.....	17
2.4.1	Grupo Experimental – Estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC).....	17
2.4.2	Grupo placebo.....	18
2.4.3	Protocolo de exercícios.....	18
2.5	ASPECTOS ÉTICOS DO ESTUDO.....	26
2.6	ANÁLISE DOS DADOS.....	26
3	RESULTADOS.....	26
4	DISCUSSÃO.....	33
5	CONCLUSÃO.....	36
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

A dor crônica é uma experiência sensitiva e emocional desagradável presente por mais de 3 meses e, para fins de pesquisa, normalmente são considerados mais de seis meses (RAJA et al., 2020). É uma condição multidimensional que pode afetar aspectos biopsicossociais e impactar de forma significativa na qualidade de vida daqueles que convivem com ela, promovendo complicações como imobilidade, depressão, dependência de medicamentos, isolamento social, dentre outros (OLIVEIRA et al., 2023). A dor lombar crônica é uma das principais elencadas na literatura, presente tanto nos países desenvolvidos como nos subdesenvolvidos, sendo a segunda causa mais comum entre as dores musculoesqueléticas (BOTTAMEDI et al., 2016).

A dor lombar crônica pode ser definida com presença (ou não) de rigidez, localizando-se na região inferior do dorso entre o último arco costal e a prega glútea e, na maioria das vezes, ocorre na região correspondente à quarta e à quinta vértebra lombar (L4-5). Tem maior incidência nos períodos de alta produtividade com grande influência da sobrecarga a qual o indivíduo é exposto dentro de suas atividades cotidianas e jornadas de trabalho (SOUZA, 2019). A dor lombar inespecífica nem sempre possui etiologia específica, podendo ser causada por fatores musculoesqueléticos, desequilíbrios na coluna lombar e desestabilização dos músculos pélvicos. Dessa forma, apresenta-se como uma condição heterogênea e com grande complexidade e diversos sintomas, mas sempre com a presença de relato da sensação dolorosa, considerando sua multifatorialidade.

O conjunto de terapêuticas não invasivas para a lombalgia crônica, e especialmente a inespecífica, é diversificado, podendo envolver a associação entre medicamentos e procedimentos (OLIVEIRA et al., 2023). A fim de mitigar a condição crônica de dor lombar inespecífica, o emprego de corrente elétrica em baixa intensidade vem sendo apontado como uma alternativa para tratar as dores crônicas e processos de reabilitação (JALES JÚNIOR et al., 2015). Nesse contexto, a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua (ETCC) surge como uma técnica para o tratamento da dor em sua condição crônica, podendo ser de grande relevância como alternativa no tratamento da lombalgia crônica inespecífica (LLOYD et al., 2020).

O uso da técnica datou-se no início do século XXI, como ferramenta para modulação da atividade cerebral humana (LEFAUCHEUR et al., 2016). Lefaucheur et al. (2016) registram que a modulação das atividades corticais a partir do uso de estimulações não invasivas representa uma abordagem promissora para a fisioterapia, visto que há décadas estudos são realizados com o ETCC em ratos, mostrando resultados significativos da atividade neural e excitabilidade cortical destes pela ampliação de corrente contínua no córtex sensório-motor.

Pacientes com lombalgia crônica, principalmente inespecífica, possuem inúmeras alterações neoplásticas no cérebro, o que indica elevada atividade cortical, pois os neurônios sensoriais estão sendo estimulados de forma prejudicial. Dessa forma, os sinais elétricos podem aumentar a excitabilidade do SNC (FOSTER et al., 2018). Isso traz hipóteses de que a ETCC consiga promover efeitos benéficos para a redução da dor, a partir da estimulação do córtex motor, diminuindo a condição álgica por meio de uma técnica não invasiva e de baixa intensidade (MARIANO et al, 2019). Estudos funcionais e de neuroimagem atestam que a ETCC se relaciona à alteração do fluxo sanguíneo, não provocando edemas/distúrbio da barreira hematoencefálica, garantindo a seguridade do procedimento (JALES JÚNIOR et al., 2015).

Nesse contexto, a fisioterapia juntamente com a ETCC são relevantes modalidades de tratamento e intervenção não invasiva, indolor e de baixo custo. A potencialização da técnica ocorrerá com a associação de outras técnicas fisioterapêuticas, como um protocolo de exercícios, sendo promotora à melhoria da receptividade do cérebro para estímulos provenientes destes exercícios (SOUZA; MACIEL; CERQUEIRA, 2021). Portanto, esses métodos buscam promover uma qualidade de vida aos indivíduos, visando contribuir para uma maior funcionalidade aos acometidos pela lombalgia crônica. De um modo especial, essa técnica utilizada como tratamento vem potencializar a melhoria da dor e função para o paciente.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Verificar o efeito da Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua nos parâmetros de dor e na atividade elétrica muscular em pessoas com lombalgia crônica inespecífica.

1.1.2 Objetivo específico

Realizar comparação entre os grupos e entre os momentos de avaliação para os parâmetros de dor e para atividade elétrica muscular em pessoas com lombalgia crônica inespecífica.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO

Trata-se de um protocolo de ensaio clínico randomizado, controlado e cego.

2.2 SELEÇÃO DOS SUJEITOS, CRITÉRIOS INCLUSIVO/EXCLUSIVOS E LÓCUS DO ESTUDO

Para seleção dos sujeitos para o estudo, foi recrutada uma amostra constituída por 10 voluntários no Hospital Casa de Caridade de Alfenas – Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, nas unidades de Saúde da Família do município de Alfenas/MG e via rede sociais. Os critérios de inclusão foram: apresentar dor lombar inespecífica crônica; ter idade igual ou superior a 18 anos. Os critérios de exclusão foram gestantes, pessoa com convulsão, marcapasso, ferida aberta no local da aplicação. Para a realização dele, teve como lócus a Clínica de Fisioterapia da Universidade Federal de Alfenas/MG ou no Hospital Casa de Caridade de Alfenas – Nossa Senhora do Perpétuo Socorro. Os voluntários recrutados nas unidades de Saúde da Família do município de Alfenas/MG foram atendidos na Clínica de Fisioterapia da Universidade Federal de Alfenas/MG e os voluntários recrutados no Hospital Casa de Caridade de Alfenas – Nossa Senhora do Perpétuo Socorro foram atendidos no próprio hospital.

2.3 PROCEDIMENTO DO ESTUDO E INSTRUMENTOS PARA AVALIAÇÃO

Os voluntários da pesquisa foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos: placebo e intervenção/de tratamento. Esta alocação se deu mediante randomização

da amostra, realizada pelo randomizer, com sigilo de alocação. O cegamento foi do estatístico e do avaliador. Sharma, Srivastav e Samuel (2020) afirmam que seja o grupo de controle o componente essencial do estudo experimental de ensaio clínico randomizado, pois sem ele, a validação do protocolo de prática clínica não pode acontecer. Para a avaliação dos parâmetros da dor – automaticamente da funcionalidade como consequências da mesma – foram adotados dois instrumentos: (1) Escala Visual Analógica (EVA) e escala de dor crônica graduada – versão 2 (CGPS); (2) Questionário de Incapacidade de Roland Morris/Roland Morris Disability Questionnaire (RMDQ) (ROLAND; MORIS, 1983). Além disso, foi avaliado a atividade elétrica muscular (EMG).

2.3.1 Escala visual analógica

A escala de dor é a mais frequente dentre os domínios avaliados em ensaios clínicos sobre lombalgia. A escala visual analógica (EVA) é a medida de resultados relatados pelo paciente (PROMs) mais frequentemente usada para medir a intensidade da dor em ensaios de lombalgia. Os PROMs são considerados importantes porque fornecem uma avaliação da saúde a partir da visão do paciente e de sua percepção de qualidade de vida relacionada à saúde. É uma escala numérica variando de 0 a 10 (sendo 0 indicando ausência de dor, 5 representando dor moderada e 10 correspondendo à pior dor) para avaliar a intensidade da dor (TORRES, 2006).

Trata-se de uma escala de autorrelato composta por uma linha horizontal ou vertical, geralmente de 10 cm de comprimento (100 mm) ancorada nos extremos por 2 descritores verbais referentes ao estado de dor. Uma questão introdutória (com ou sem período recordatório de tempo) solicita ao paciente que marque com uma linha o ponto que melhor se refere à sua dor (CHIAROTTO et al., 2019).

Neste estudo, foi utilizada também a Escala de Dor Crônica Graduada – versão 2 (CGPS). O CGPS é uma medida multidimensional que avalia duas dimensões da gravidade geral da dor crônica: intensidade da dor e incapacidade relacionada à dor. É adequada para uso em todas as condições de dor crônica, incluindo dor musculoesquelética crônica e dor lombar. A escala apresenta 8 perguntas graduadas de 0 a 10; 0 – sem dor e 10 – máximo de dor (HAWKER, et al. 2011). Esta escala foi aplicada no baseline e após todos os 20 atendimentos.

2.3.2 Questionário de Incapacidade de Roland Morris/Roland Morris Disability Questionnaire (RMDQ)

Para comparar e avaliar o tratamento e a evolução das lombalgias, é necessário dispor de um instrumento que quantifique as limitações induzidas por ela. Roland e Morris desenvolveram em 1983 um questionário para avaliar incapacidade funcional dos doentes com lombalgia nas suas atividades – o RMDQ. O interesse a nível mundial pelo RMDQ tem sido muito grande, encontrando-se já validado em 17 países. O questionário é composto por 24 perguntas que podem ser preenchidas pelos pacientes em um período inferior a cinco minutos. Cada pergunta apresenta uma resposta de escolha única, permitindo aos pacientes optar entre "sim" ou "não". O resultado é obtido somando-se as respostas "sim". Esse resultado pode variar de 0 a 24, sendo que o valor 0 indica a ausência de queixas, enquanto o valor máximo corresponde a pacientes enfrentando limitações de extrema gravidade (NUSBAUM L, 2001).

Monteiro et al. (2010), afirmam que o RMDQ foi devidamente adaptado e validado para aplicação na língua portuguesa e, portanto, confiável para avaliações de dor lombar crônica. Trata-se de uma ferramenta importante não só para a investigação como para o tratamento dos doentes com lombalgia. O questionário é de fácil aplicação, sendo preenchido pelo paciente. A sua cotação é simples, bastando somar um ponto por cada resposta afirmativa. Esta escala foi aplicada no baseline, após 10 atendimentos e após 20 atendimentos.

2.3.3 Eletromiografia de Superfície

A eletromiografia é uma técnica que permite monitorar a atividade elétrica das membranas excitáveis, representando a medida dos potenciais de ação do sarcolema em relação à voltagem ao longo do tempo. O sinal eletromiográfico (EMG) é a combinação algébrica de todos os sinais detectados em uma determinada área, podendo ser influenciado por características musculares, anatômicas e fisiológicas, bem como pelo controle do sistema nervoso periférico e pelo equipamento utilizado para capturar os sinais (ENOKA, 2000). Para coleta dos dados a pele foi devidamente preparada por meio de limpeza com algodão embebido em álcool a 70% e raspagem dos pelos no local se preciso. Esse procedimento é realizado para assegurar uma aderência adequada dos eletrodos à

pele, garantindo, desse modo, resultados eletromiográficos mais precisos e confiáveis.

Os eletrodos foram posicionados na musculatura reto abdominal na porção superior e inferior, distância de 2 a 3 centímetros entre os eletrodos da mesma parte muscular, e a uma distância de 3 a 4 centímetros entre os eletrodos nas diferentes partes do reto abdominal. Os eletrodos foram fixados bilateralmente. O voluntário permaneceu em decúbito dorsal com os membros inferiores fletidos a 45°, mãos nas orelhas e com dois pés apoiados no solo e foi orientado a realizar a flexão anterior do tronco em contração isométrica máxima por 1 minuto (ou até o limite suportável). A coleta foi em triplicata, com intervalo de repouso de 1 minuto entre as coletas.

O voluntário permaneceu em decúbito ventral com fixação no quadril, joelho e tornozelo (figura 2). Os eletrodos monopolares ativos foram posicionados no músculo multífidos. Para tal, os eletrodos foram colocados na vertical 2-3 cm lateral ao processo espinhoso de L5, bilateralmente. O voluntário foi orientado a manter a coluna em contração isométrica máxima por 1 minuto (ou até o limite suportável) (MARTÍNEZ-ROMERO, et al. 2020; BIERING-SØRENSEN, 1983). O eletrodo monopolar de referência foi posicionado no processo espinhoso de C7. A colocação dos eletrodos para o eretor da espinha e multífidos seguiu as recomendações do projeto SENIAM (HERMENS et al., 1999).

O processamento dos sinais de eletromiografia de superfície (EMG) foram adquiridos com uma frequência de amostragem de 2000 Hz e processados em ambiente MATLAB (versão R2017a). O processamento envolveu etapas de pré-processamento, extração de características e análise da fadiga muscular, conforme descrito a seguir: a) Pré-processamento: os sinais EMG foram filtrados com um filtro passa-banda de quarta ordem (20–450 Hz) para remoção de ruídos de baixa e alta frequência. Esse intervalo é amplamente aceito na literatura como ideal para preservar a atividade muscular relevante e atenuar artefatos de movimento e interferências de rede elétrica (Zhou et al., 2022). Posteriormente, os dados foram segmentados considerando apenas os 60 segundos centrais da contração isométrica sustentada até a fadiga, quando a duração do sinal permitia. Sinais com menos de 60 segundos foram mantidos com aviso registrado, garantindo transparência na análise; b) Normalização: para permitir a comparação entre os diferentes registros e indivíduos, foi realizada a normalização da amplitude do sinal EMG. O procedimento adotado consistiu em identificar, para cada arquivo de coleta

individual, o maior valor de RMS (Root Mean Square) em janelas móveis de 1000 amostras (0,5 s), e utilizá-lo como valor de referência para a normalização do próprio sinal (Burden, 2010). Este método visa reduzir a variabilidade interindividual e intramuscular, sendo considerado apropriado quando não há uma coleta separada de contração voluntária máxima (CVM) de referência.

Figura 1. Posicionamento do indivíduo para realização da coleta.



Fonte: (MARTÍNEZ ROMERO, et al. 2020)

Os voluntários foram submetidos a avaliação clínica inicial baseline, após 10 atendimentos, e após 20 atendimentos.

2.4 PROCEDIMENTO DE INTERVENÇÃO: ESTIMULAÇÃO TRANSCRANIANA POR CORRENTE CONTÍNUA

2.4.1 Grupo Experimental - Estimulação Transcraniana por corrente contínua - ETCC

A ETCC foi aplicada por um gerador que é alimentado por bateria de 9 volts. A corrente foi aplicada com 2 eletrodos (35 cm² ; 5x7 cm) (Ibramed) coberto por uma esponja umedecida com soro fisiológico (solução salina 1%) e fixado na cabeça com elásticos. Os eletrodos foram colocados de acordo com as normas internacionais Sistema 10–20% do eletroencefalograma. O eletrodo carregado negativamente (cátodo - cabo preto - terra) foi colocado na área de C3 ou C4 (contralateral ao lado da queixa dolorosa), e o eletrodo carregado positivo (ânodo - cabo vermelho - carga excita) teve colocação extra-corpórea (na região da dor - coluna). Para pacientes que sentem dor na região central da coluna lombar, o cátodo (negativo - cabo preto -

terra) foi colocado no lado contralateral ao membro superior dominante do paciente, conforme descrito em estudos anteriores e o ânodo (cabo vermelho - positivo - excita) em cima da região da dor - coluna). Os eletrodos foram posicionados adequadamente e os voluntários foram monitorados durante o uso. Estudos destacam que a estimulação do córtex motor reduz a dor modulando as atividades das redes neurais relacionados à dor, como o tálamo, facilitando o mecanismo inibitórios descendentes da dor (GARCIA LARREA, 1997; GARCIA LARREA, 1999; PEYRON, 2007). Os pesquisadores foram treinados e habilitados para utilizar esta técnica. Este procedimento foi realizado em vinte atendimentos. Os primeiros dez atendimentos foram consecutivos por duas semanas. Os outros dez atendimentos foram realizados da seguinte maneira: duas semanas tiveram três atendimentos; duas semanas tiveram dois atendimentos. Este grupo realizou a estimulação associada com exercícios de acordo com o protocolo citado abaixo.

2.4.2 Grupo Placebo:


O grupo foi submetido a ETCC simulada + exercícios receberam estimulação cerebral dentro dos mesmos parâmetros, entretanto o aparelho estava desligado.



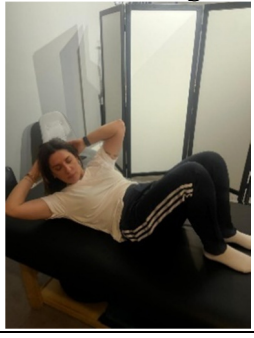
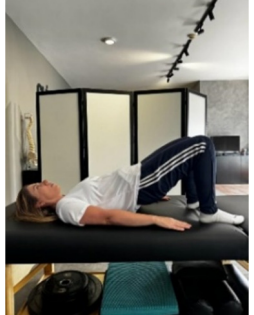
2.4.3 Protocolo de exercícios:

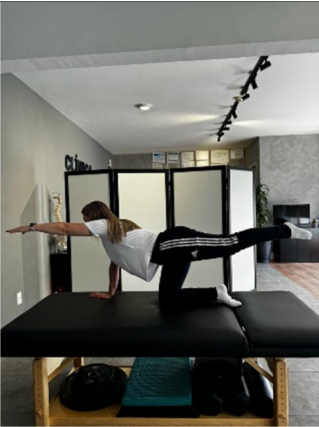
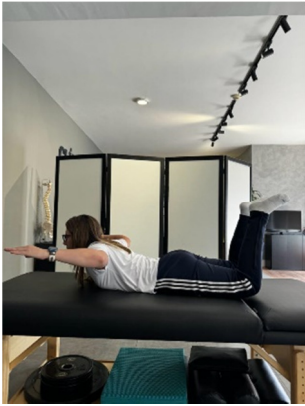
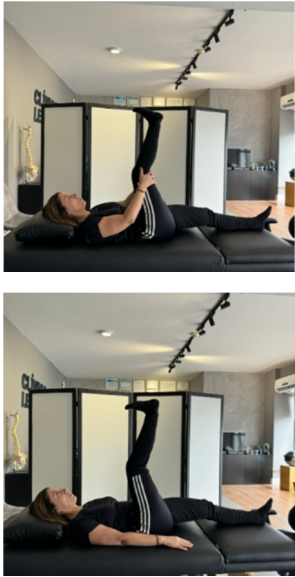
O Quadro 1 apresenta o protocolo de exercícios.

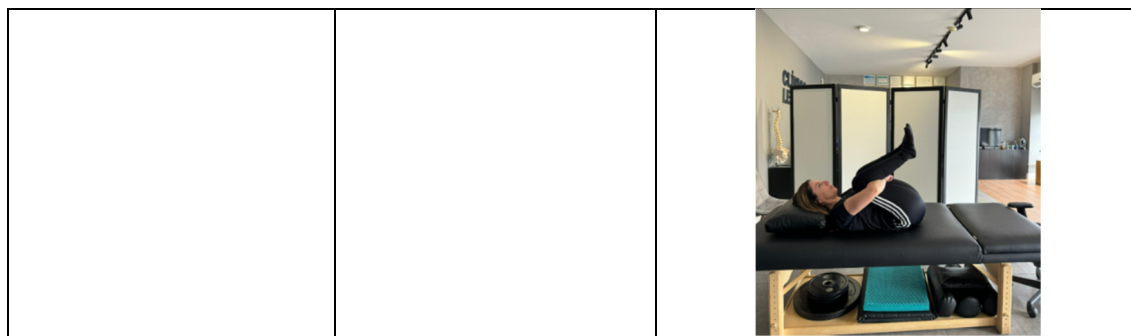
Quadro 1 - Protocolo de exercícios

Protocolo de Exercício – Primeira Semana

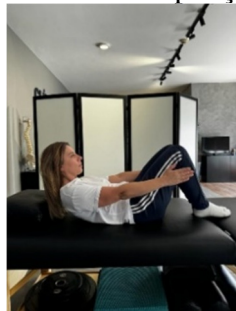
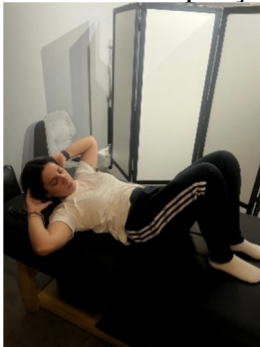

Exercício	Posição	Conjuntos/Duração
Primeira Semana		
1 Aquecimento	Caminhada na esteira	20 minutos de caminhada a 55% da frequência cardíaca máxima ^o 


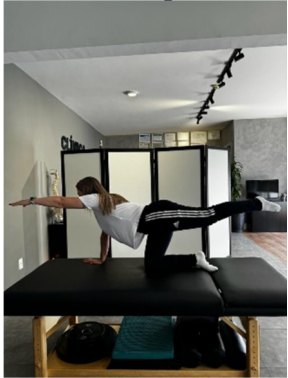
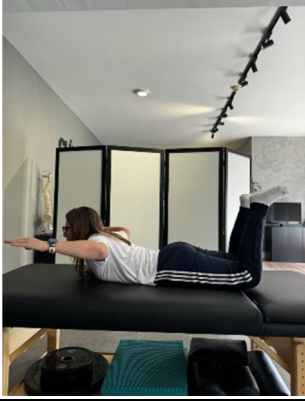
2 Fortalecimento e controle motor	Contração isométrica do dos flexores de coluna	3 séries de 10 segundos 
	Flexor lateral tronco – Contração isométrica	3 séries de 10 segundos 
	Rotador de tronco – Contração isométrica	3 séries de 10 segundos 
	Elevação da pelve (ponte) com apoio bipodal - contração isométrica de cadeia posterior	3 séries de 10 segundos 
	Posição ajoelhada de 3 pontos - Contração isométrica de extensor coluna, quadril e ombros unilateral. Mudar a posição	3 séries de 10 segundos para cada perna

		
	<p>Extensão isométrica do tronco em decúbito ventral e membros superiores ao lado do tronco (braços alinhados com o tronco)</p>	<p>3 séries de 10 segundos</p> 
<p>4. Flexibilidade</p>	<p>Alongamento dos músculos isquiotibiais, tríceps sural e eretor da espinha em decúbito dorsal (Figura 1)</p>	<p>3 séries de 30 segundos cada</p> 



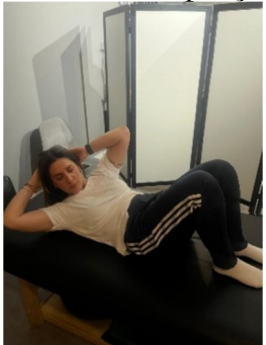




Protocolo de Exercício – Segunda Semana

Exercício	Posição	Conjuntos/Duração
Segunda Semana		
1. Aeróbico (igual ao da semana 1)		
2. Fortalecimento e controle motor	Contração isotônica do dos flexores de coluna	3 séries de 10 repetições 
	Flexor lateral tronco – Contração isotônica	3 séries de 10 repetições 
	Rotador de tronco – Contração isotônica	3 séries de 10 repetições 

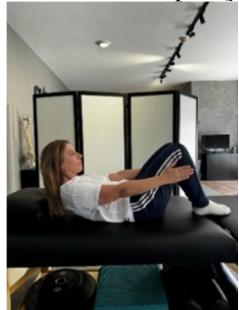
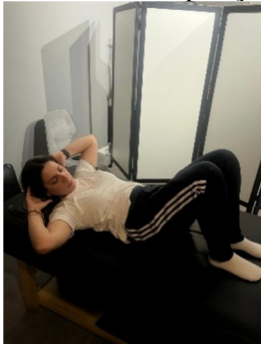
	<p>Elevação da pelve (ponte) com apoio bipodal - contração isotônica de cadeia posterior</p>	<p>3 séries de 10 segundos</p> 
	<p>Posição ajoelhada de 3 pontos - Contração isotônica de extensor coluna, quadril e ombros unilateral. Mudar a posição</p>	<p>3 séries de 10 repetições cada</p> 
	<p>Extensão isotônica do tronco em decúbito ventral, MMSS em 90° abdução ombros e 90° flexão de cotovelo e MMII com flexão de joelhos a 90°</p>	<p>3 séries de 10 repetições</p> 
<p>3 Flexibilidade (igual ao da semana 1)</p>		



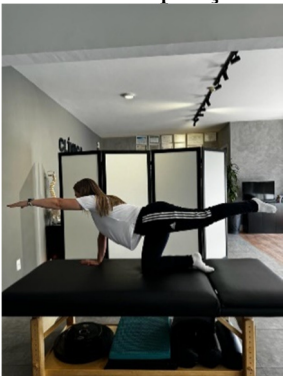
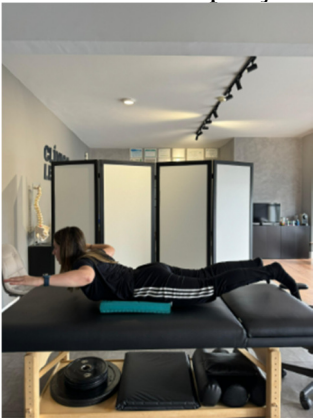
Protocolo de Exercício – Terceira e quarta Semana

Exercício	Posição	Conjuntos/Duração
Terceira e quarta Semana		
1. Aeróbico (igual ao da semana 1)		
2. Fortalecimento e controle motor	Contração isotônica do dos flexores de coluna – prancha debaixo da coluna lombar nível 2 – com resistência de theraband	3 séries de 10 repetições 
	Flexor lateral tronco – Contração isotônica com resistência da theraband	3 séries de 10 repetições 
	Rotador de tronco – Contração isotônica com resistência da theraband	3 séries de 10 repetições 
	Elevação da pelve (ponte) com apoio bipodal - contração isotônica de cadeia posterior com resistência theraband	3 séries de 10 segundos 

	Extensão isotônica do tronco em decúbito ventral e membros superiores ao lado do tronco (braços alinhados com o tronco)	3 séries de 10 repetições 
3. Flexibilidade (igual ao da semana 1)		

Protocolo de exercício - Quinta e Sexta Semana

Exercício	Posição	Conjuntos/Duração
Quinta e Sexta Semana		
1. Aeróbico (igual ao da semana 1)		
2. Fortalecimento e controle motor	Contração isotônica do dos flexores de coluna – prancha debaixo da coluna lombar nível 2 – com resistência de theraband (mais forte)	2 séries de 10 repetições 
	Flexor lateral tronco – Contração isotônica com resistência da theraband (mais forte)	2 séries de 10 repetições 
	Rotador de tronco – Contração isotônica com resistência da theraband (mais forte)	2 séries de 10 repetições

		
	<p>Elevação da pelve (ponte) com apoio unipodal - contração isotônica de cadeia posterior com resistência da theraband</p>	<p>2 séries de 10 repetições</p> 
	<p>Extensão isotônica do tronco em decúbito ventral e membros superiores ao lado do tronco (braços alinhados com o tronco)</p>	<p>2 séries de 10 repetições cada</p> 
	<p>Extensão isotônica do tronco em decúbito ventral e membros superiores ao lado do tronco (braços alinhados com o tronco)</p>	<p>2 séries de 10 repetições</p> 
<p>3. Flexibilidade (igual ao da semana 1)</p>		

60 segundos de descanso entre as séries. Frequência cardíaca máxima = 220 menos a idade.

Fonte: Autora (2024).

2.5 ASPECTOS ÉTICOS DO ESTUDO

O estudo seguiu as normas de boas práticas em estudos clínicos envolvendo seres humanos, em obediência à Resolução n. 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2012) e passou pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Alfenas (UNIFAL) com aprovação. Após concordarem em participar, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), em duas vias, uma sob os cuidados do pesquisador e outra, do voluntário.

2.6 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram analisados por meio do teste Shapiro-Wilk para verificação da normalidade dos dados. Sendo os dados normais, foi utilizado o teste t independente para comparação entre os grupos (características antropométricas e clínicas da amostra). Para QRM, QDCG, Escala Visual Analógica e EMG De Superfície foi utilizado o teste ANOVA Two-way post-hoc Bonferroni para comparação entre tempos, grupos e interação. Foi adotado $p < 0,05$ e o software utilizado foi o SPSS (VERSÃO 20.0)

3 RESULTADOS

A tabela 1 apresenta as características antropométricas e clínica da amostra. As variáveis analisadas não apresentaram diferença estatística entre os grupos ($p > 0,05$).

Tabela 1 – Características antropométricas e clínica da amostra

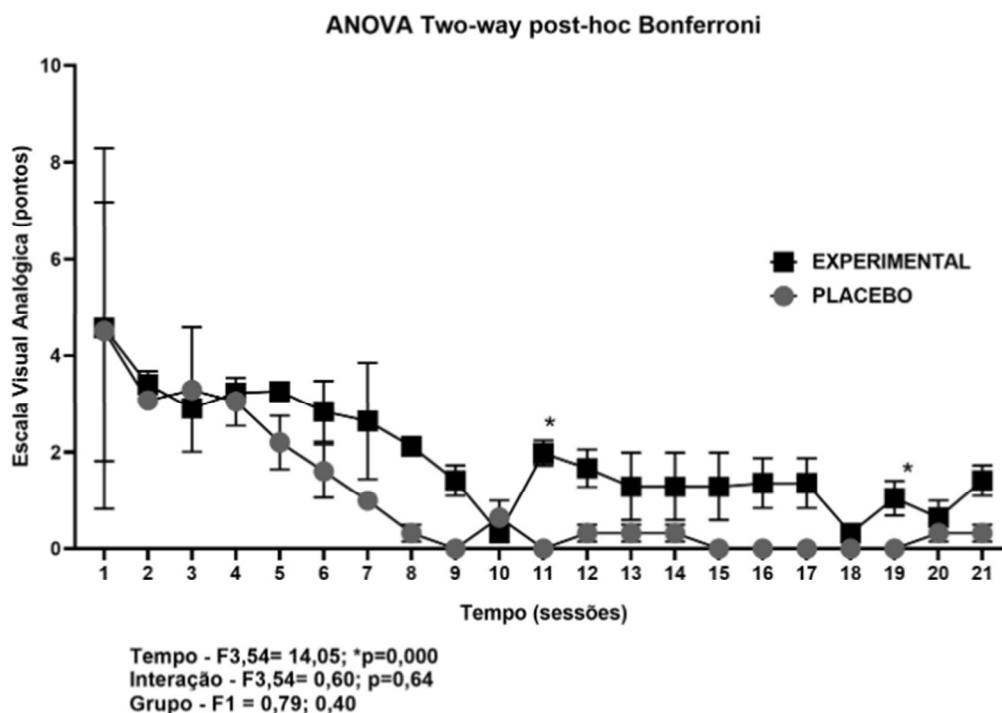
Característica	Placebo (n = 5)	Experimental (n = 5)	p- valor
Participantes - média (DP) e IC 95%			
Idade (anos)	49,8 (7,94) 39,92 a 59,67	46,60 (9,60) 34,67 a 58,52	0,58
Massa corporal (Kg)	77,00 (18,88) 53,55 a 100,44	83,80 (17,97) 61,47 a 106,12	0,53
Altura (m)	163,20 (6,41) 155,23 a 171,69	172,40 (8,90) 161,34 a 183,45	0,07
IMC (Kg/m ²)	289,28 (6,95) 202,90 a 375,65	289,60 (29,50) 227,81 a 351,38	0,91
Tempo de Diagnóstico	26,40 (52,32) -38,56 a 91,36	61,80 (102,62) -65,63 a 189,23	0,52
QGPA	6592,00 (6665,57) -1684,40 14868,40	4608,00 (5884,92) -2699,09 11915,09	a a 0,60
Sexo			
Masculino n (%)	1 (20)	4 (80)	
Feminino n (%)	4 (80)	1 (20)	0,05

Teste t independente; p<0,05; DP = desvio padrão; IC = Intervalo de confiança 95%.

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A figura 1 apresenta a escala visual analógica do grupo placebo e experimental nos tempos de avaliação. Nota-se que não houve diferença estatística entre os grupos ($p = 0,40$) e na interação ($p = 0,64$). Entretanto, houve diferença estatística nos tempos para o grupo experimental na décima primeira e décima nona sessão ($p < 0,000$), com redução nos valores em comparação com o baseline.

Figura 1. Escala visual Analógica do grupo placebo e experimental nos tempos de avaliações. Teste ANOVA Two-way post-hoc Bonferroni.



Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A tabela 2 apresenta os resultados da Escala de dor crônica graduada (EDCG) e o Questionário de Roland-Morris (QRM). Nota-se que houve redução significativa entre os tempos Baseline_{x10} e Baseline_{x20} para o QRM no grupo placebo. Houve redução significativa nos tempos Baseline_{x20} para a pergunta 1 no grupo experimental. Houve redução significativa nos tempos Baseline_{x10} e Baseline_{x20} para intensidade e característica da dor no grupo placebo. Não houve diferença estatística para a pergunta 5 e houve redução significativa nos valores do score de incapacidade nos tempos 10x20 para o grupo placebo.

Tabela 2 – A média, desvio padrão, intervalo de confiança e os p-valores do tempo e grupos da Escala de Dor Crônica Graduada (EDCG) e Questionário de Roland-Morris (QRM)

Variável	GP			GE			p-valor		
	Tempo			Tempo			Tempo GP	Tempo GE	Grupos
	1	2	3	1	2	3			
QRM (pontos)	19,6 (2,30) 16,74 a 22,45	6,40 (6,84) -2,09 a 14,89	5,60 (5,12) -0,76 a 11,96	13,40 (5,31) 6,79 a 20,00	9,40 (8,20) -0,78 a 19,58	5,40 (4,21) 0,16 a 10,63	0,015* (1x2; 1x3)	0,10	1 - 0,09 2- 0,45 3- 0,83
1ª Questão (anos)	144,00 (49,29) 82,79 a 205,20	71,00 (63,08) -7,33 a 149,33	132,60 (64,82) 52,10 a 213,09	93,00 (81,05) -7,64 a 193,64	81,00 (86,48) -26,38 a 188,38	48,00 (44,52) -7,28 a 103,28	0,10	0,04* (1x3)	1 - 0,21 2- 0,67 3- 0,11
Intensidade Característica dor	23,60 (1,51) 21,71 a 25,48	11,20 (3,49) 6,86 a 15,53	3,60 (2,70) 0,24 a 6,95	19,40 (3,50) 15,04 a 23,75	16,20 (3,27) 12,13 a 20,26	9,60 (10,35) -3,26 a 22,46	0,007* (1x2; 1x3)	0,07	1 - 0,07 2- 0,11 3- 0,52
5ª Questão	21,00 (8,94) 21,00 a 32,10	20,00 (10,60) 6,83 a 33,16	10,00 (12,74) -5,82 a 25,82	6,60 (13,14) -9,72 a 22,92	6,60 (13,14) -9,72 a 22,92	6,00 (13,41) -10,65 a 22,65	0,09	0,36	1 - 0,06 2- 0,06 3- 0,34
Escore de Incapacidade	22,20 (6,22) 14,47 a 29,92	15,40 (7,70) 5,83 a 24,96	3,60 (6,50) -4,47 a 11,67	14,20 (1,92) 11,81 a 16,58	12,60 (4,50) 7,00 a 18,19	5,00 (9,11) -6,31 a 16,31	0,008* (2x3)	0,24	1 - 0,05 2- 0,53 3- 0,81

Teste ANOVA Two-way seguido de post-hoc Sidak; GP = Grupo Placebo; GE = Grupo Experimental; Tempo 1 = Baseline; Tempo 2 = 10ª sessão; Tempo 3 = 20ª sessão, * $p < 0,05$.

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A tabela 3 apresenta a atividade eletromiográfica dos músculos abdominal e longuíssimo lombar bilateralmente. Nota-se que para os valores da raiz quadrada da média normalizada (RMSN) e frequência mediana não tiveram diferenças estatísticas nos tempos e nos grupos.

Tabela 3 – A média, desvio padrão, intervalo de confiança e os p-valores do tempo da eletromiografia de superfície

V a r i á v e l	GP			GE			p-valor		
	Tempo			Tempo			Tempo GP	Tempo GE	Grupo s
	1	2	3	1	2	3			
RMSN (%)									
AD	0,80 (0,12) 0,65 a 0,96	0,86 (0,15) 0,67 a 1,05	0,92 (0,08) 0,81 a 1,03	0,94 (0,70) 0,86 a 1,03	0,91 (0,12) 0,76 a 1,06	0,97 (0,04) 0,92 a 1,03	0,31	0,15	1- 0,04 2- 0,57 3- 0,19
AE	0,85 (0,14) 0,67 a 1,03	0,73 (0,28) 0,37 a 1,08	0,89 (0,12) 0,73 a 1,05	0,95 (0,06) 0,87 a 1,04	0,92 (0,12) 0,77 a 1,08	0,95 (0,08) 0,85 a 1,05	0,44	0,67	1- 0,22 2- 0,22 3- 0,43
D	0,94 (0,07) 0,85 a 1,03	0,98 (0,02) 0,95 a 1,01	1 (0) 1 a 1	0,99 (0,01) 0,97 a 1,00	0,97 (0,03) 0,93 a 1,01	0,96 (0,05) 0,89 a 1,03	0,17	0,92	1- 0,63 2- 0,74 3- 0,13
LE	0,93 (0,06) 0,85 a 1,01	0,99 (0,14) 0,97 a 1,00	1 (0) 1 a 1	0,98 (0,02) 0,95 a 1,01	0,95 (0,04) 0,89 a 1,01	0,97 (0,03) 0,92 a 1,02	0,07	0,42	1- 0,13 2- 0,22 3- 0,13
Frequência Mediana (Hz)									
AD	56,70 (9,11) 45,38 a 68,02	51,87 (8,62) 41,16 a 62,58	52,88 (2,47) 49,80 a 55,95	55,43 (7,04) 46,69 a 64,18	55,50 (6,35) 47,61 a 63,40	57,81 (5,43) 51,05 a 64,56	0,47	0,21	1- 0,75 2- 0,46 3- 0,11
AE	49,06 (9,03) 37,84 a 60,27	55,92 (11,70) 41,38 a 70,46	50,74 (2,87) 47,16 a 54,31	55,35 (6,09) 47,78 a 62,92	58,52 (6,82) 50,04 a 66,99	54,14 (1,56) 52,19 a 56,08	0,47	0,41	1- 0,11 2- 0,91 3- 0,07
LD	86,91 (16,46)	89,93 (11,73)	83,67 (15,78)	90,29 (21,13)	77,12 (23,84)	76,21 (16,22)	0,36	0,41	1- 0,75

	66,46 a 107,35	75,36 a 104,50	64,07 a 103,27	64,05 a 116,53	47,51 a 106,73	56,05	a			2- 0,46
						96,36				3- 0,46
LE	89,44 (12,89)	83,57 (15,33)	84,69 (13,81)	88,83 (19,83)	83,22 (18,76)	72,50 (12,13)				1- 0,60
	73,43 a 105,45	64,53 a 102,61	67,54 a 101,84	64,20 a 113,46	59,92 a 106,53	57,43	a	0,77	0,05	2- 0,91
						87,57				3- 0,17

*Teste ANOVA Two-way seguido de post-hoc Sidak; GP = Grupo Placebo; GE = Grupo Experimental; Tempo 1 = Baseline; Tempo 2 = 10ª sessão; Tempo 3 = 20ª sessão, *p<0,05,*

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

4 DISCUSSÃO

O presente estudo investigou a eficácia da combinação entre estimulação transcraniana por corrente contínua e exercício físico na intensidade da dor e na atividade elétrica muscular em indivíduos com dor lombar crônica inespecífica (LBP). O principal achado foi que a eletroestimulação transcraniana por corrente contínua promoveu efeito no tempo Baseline^{x11^a} e Baseline^{x19^a} para o grupo experimental, no desfecho intensidade de dor (EVA). O grupo placebo também se beneficiou com melhora na intensidade da dor, melhorando a capacidade funcional e o escore de incapacidade. Entretanto promoveu ausência de efeito nos grupos, na interação e nos tempos para atividade elétrica muscular em pessoas com lombalgia crônica inespecífica.

A análise da Escala Visual Analógica (EVA) evidenciou redução nos sintomas da dor no grupo experimental a partir da 11^a e 19^a sessões, quando comparadas ao baseline. Essa redução intragrupo demonstra que a intervenção contribuiu para o alívio da dor ao longo do tempo. Esses fatores indicam ativação nos circuitos neurais associados à dor, conforme relatado por estudos anteriores (O'Connell *et al.*, 2018). A ausência de efeito intergrupos e na interação pode estar relacionada sobre o efeito do exercício físico de baixa intensidade na melhora da dor lombar crônica inespecífica em ambos os grupos.

A Organização Mundial da Saúde (WHO, 2023) publicou o *Guideline for Non-surgical Management of Chronic Primary Low Back Pain in Adults*, destacando que intervenções não farmacológicas devem ser priorizadas, com ênfase em programas estruturados de exercício, educação em dor e manutenção de atividade física. A OMS recomenda que o tratamento seja centrado no indivíduo e que envolva estratégias biopsicossociais, evitando o uso rotineiro de opioides, repouso prolongado e intervenções passivas isoladas (WHO, 2023). De modo geral, os guias convergem em recomendar a abordagem ativa, individualizada e multimodal, com foco em educação, atividade física e fortalecimento progressivo. Apesar do consenso sobre o benefício do exercício, ainda há escassez de evidências sobre a intensidade ideal (particularmente para exercícios de baixa intensidade) e sobre o volume e duração ideais das intervenções, apontando a necessidade de maior padronização e estudos de longo prazo (WHO, 2023; KNGF, 2021; RACGP, 2022).

Em relação à Escala de Dor Crônica Graduada (EDCG) e ao Questionário de Roland-Morris (QRM), o grupo placebo apresentou redução significativa nos escores

de incapacidade e na intensidade da dor entre os tempos Baseline×10 e Baseline×20. No grupo experimental, observou-se melhora significativa na primeira questão da EDCG no mesmo período. O questionário Roland-Morris é amplamente reconhecido como instrumento sensível à detecção de mudanças funcionais em indivíduos com lombalgia crônica (Stratford *et al.*, 1996). A melhora observada está de acordo com achados prévios que destacam o papel da cinesioterapia na restauração da capacidade funcional e na autonomia dos pacientes (Van Middelkoop *et al.*, 2011; Saragiotto *et al.*, 2016). Tais efeitos podem ser atribuídos à redução da dor, ao fortalecimento da musculatura estabilizadora e à melhora da coordenação motora, que favorecem a reintegração às atividades diárias.

Diversos estudos demonstram que o efeito placebo pode exercer impacto significativo na redução da dor e melhora funcional em pacientes com dor lombar crônica inespecífica. Em um ensaio clínico randomizado, Carvalho *et al.* (2016) mostraram que o placebo aberto — quando o paciente sabe que está recebendo uma substância inativa — produziu melhora significativa na intensidade da dor e incapacidade, sugerindo que o contexto terapêutico e as expectativas positivas do paciente modulam respostas neurofisiológicas relacionadas à analgesia. De forma semelhante, Kaptchuk *et al.* (2010) destacaram que o ritual terapêutico e a relação clínica empática podem ativar mecanismos de controle endógeno da dor, independentemente do tratamento ativo. De Pascalis *et al.* (2002) reforçam que o efeito placebo envolve tanto processos cognitivos quanto condicionamento clássico, influenciando circuitos cerebrais de dor e expectativa. Além disso, Hróbjartsson e Gøtzsche (2010), em uma revisão sistemática, concluíram que embora o placebo não substitua o tratamento ativo, ele pode ter efeitos clínicos modestos, porém clinicamente relevantes, especialmente em condições com alto componente subjetivo de dor, como a dor lombar crônica inespecífica.

Apesar das melhoras observadas em variáveis clínicas, a análise eletromiográfica dos músculos abdominais e longíssimos lombares não revelou alterações significativas entre os tempos e grupos. A ausência de diferenças na atividade elétrica muscular (RMS normalizado e frequência mediana) pode indicar que as adaptações promovidas pela intervenção ocorreram predominantemente em níveis perceptivos e funcionais, e não necessariamente na ativação muscular mensurável por eletromiografia.

Em resumo, os resultados sugerem que o protocolo de exercícios exerceu efeito positivo sobre a dor e a funcionalidade em ambos os grupos. A falta de significância intergrupar pode estar relacionada ao número limitado de participantes, às diferenças individuais na resposta terapêutica e à variabilidade dos sintomas apresentados.

Para o avanço do conhecimento nessa área, estudos futuros devem incluir amostras mais amplas e períodos de intervenção prolongados, a fim de confirmar e aprofundar a compreensão sobre a eficácia da ETCC associada ao exercício físico no controle da dor e na função muscular. Além disso, é recomendável que os parâmetros de estimulação — como intensidade, duração e posicionamento dos eletrodos — sejam otimizados e padronizados, visando potencializar os efeitos terapêuticos da técnica. Por fim, a inclusão de um grupo controle, que permita diferenciar os efeitos específicos da intervenção dos efeitos placebo e do exercício isolado, é essencial para fortalecer a validade interna dos achados e compreender com maior precisão os mecanismos envolvidos.

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que a estimulação transcraniana por corrente contínua manteve os efeitos na intensidade de dor, na funcionalidade e na atividade elétrica muscular quando os grupos foram comparados. Por outro lado, teve efeito positivo na intensidade na dor e funcionalidade para ambos os grupos. Sugere uma amostra maior para melhor comprovação dos resultados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D. C.; KRAYCHETE, D. C. Dor lombar – uma abordagem diagnóstica. **Revista Dor**, v.18, n.2, p.173-7, 2017.

BERNARDELLI, R. S.; SANTOS, B. C.; SCHARAN, K. O.; CORRÊA, K. P.; SILVEIRA, M. I. B.; MOSER, A. D. L. Aplicação do refinamento das regras de ligação da CIF à Escala Visual Analógica e aos questionários Roland Morris e SF-36. **Ciênc. Saúde Coletiva**, v, 26, n.3, 2021.

BOTTAMEDI, X.; et al. Programa de tratamento para dor lombar crônica baseado nos princípios da Estabilização Segmentar e na Escola de Coluna. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**. v. 14, n. 3, p. 206-13, 2016.

BRASIL. Secretaria Geral. **Lei n. 13.709**, de 14 de agosto de 2018 – Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD). Disponível em: . Acesso em: 10 jun. 2023.

CARVALHO, C., CAETANO, J. M., CUNHA, L., REBOUTA, P., KAPTCHUK, T. J., & KIRSCH, I. (2016). Open-label placebo treatment in chronic low back pain: a randomized controlled trial. **Pain**, 157(12), 2766–2772.

CHIAROTTO A. et al. Measurement Properties of Visual Analogue Scale, Numeric Rating Scale, and Pain Severity Subscale of the Brief Pain Inventory in Patients With Low Back Pain: A Systematic Review. **J Pain**, v.20, n.3, p.245-263, 2019.

CLARK, KATHRYN M.; HOLT, LAURENCE E.; SINYARD, JOY. Electromyographic Comparison of the Upper and Lower Rectus Abdominis During Abdominal Exercises. **Journal of Strength and Conditioning Research**., v.17, n.3, p. 475-483, 2003.

CYGANKIEWICZ, I, ZAREBA, W. Heart rate variability. **Handb Clin Neurol.**, v.117, n.1, p.379-393, 2013.

DACORSO, L. M.; DACORSO, S. T. M. Dores crônicas na atualidade. **Estudos de Psicanálise**, Belo Horizonte, v.12, n. 50, p. 87-94, dez. 2018

DE PASCALIS, V; CHIARADIA, C; CAROTENUTO, E. The contribution of suggestibility and expectation to placebo analgesia phenomenon in an experimental setting. **Pain** 96(3):p 393-402, April 2002.

FOSTER, N. E.; et al. Prevention and treatment of low back pain: evidence, challenges, and promising directions. **The Lancet**, v. 391, n.10137, p.2368-2383, 2018.

HAWKER, G. A.; MIAN, S.; KENDZERSKA, T.; FRENCH, M. Measures of adult pain: Visual Analog Scale for Pain (VAS Pain), Numeric Rating Scale for Pain (NRS Pain), McGill Pain Questionnaire (MPQ), Short-Form McGill Pain Questionnaire (SF-MPQ), Chronic Pain Grade Scale (CPGS), Short Form-36 Bodily Pain Scale (SF-36 BPS), and Measure of Intermittent and Constant Osteoarthritis Pain (ICOAP). **Arthritis Care & Research**, v.63, n.11, p.240-252, 2011.

HAZIME, F. A. **Eficácia analgésica da estimulação elétrica cerebral e periférica na dor lombar crônica inespecífica**: ensaio clínico aleatório, duplo-cego, fatorial. Tese (Doutorado em Ciências da Reabilitação) – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.

HERMENS, H.J.; FRERIKS, B.; DISSELHORST-KLUG, C.; RAU, G. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **J Electromyogr Kinesiol.**, v.10, n.5, p.361-74, 2000.

HRÓBJARTSSON, A., & GOTZSCHE, P. C. (2010). **Placebo interventions for all clinical conditions. Cochrane Database of Systematic Reviews**, (1), CD003974

Israeli Physical Therapy Society (IPTS). **Low Back Pain Clinical Practice Guidelines**. 2020.

JALES JÚNIOR, L. H.; COSTA, M. D.; JALES NETO, L. H.; RIBEIRO, J. P.; FREITAS, W. J.; TEIXEIRA, M. J. Transcranial direct current stimulation in fibromyalgia: effects on pain and quality of life evaluated clinically and by brain perfusion scintigraphy. **Rev Dor.**, São Paulo, v. 16, n. 1, p. 37-42, jan./mar. 2015.

KAPTCHUCK, T. J; FRANKLIN, G. M. Placebo Effects in Medicine. **The New England journal of medicine** vol. 373,1 (2015): 8-9. doi:10.1056/NEJMp1504023

LEFAUCHEUR, J. P.; et al. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of transcranial direct current stimulation (tDCS). **Clinical Neurophysiology**, v.128, n.1, p.56-92, 2017.

LLOYD, D. M.; WITTKOPF, P. G.; ARENSEN, L. J.; JONES, A. K.P. Is Transcranial Direct Current Stimulation (tDCS) Effective for the Treatment of Pain in Fibromyalgia? A Systematic Review and Meta-Analysis. **The Journal of Pain**, v.30, n.7, p. 1-16, 2020.

MARIANO, T. Y.; et al. Transcranial direct current stimulation for affective symptoms and functioning in chronic low back pain: a pilot double-blinded, randomized, placebo-controlled trial. **Pain Medicine**, v.20, n.6, p.1166-1177, 2019.

MARTÍNEZ-ROMERO, M.T.; et al. A Meta-Analysis of the Reliability of Four Field-Based Trunk Extension Endurance Tests. **Int J Environ Res Public Health.**, v.29, n.9, p.3088, 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Conselho Nacional de Saúde. **Resolução nº 466**, de 13 de junho de 2012 – Trata de pesquisas em seres humanos e atualiza a resolução 196. Disponível em: . Acesso em: 10 jun. 2023.

MONTEIRO, J.; FAÍSCA, L.; NUNES, O.; HIPÓLITO, J. Questionário de incapacidade de Roland Morris: Adaptação e validação para os doentes de língua portuguesa com lombalgia. **Acta Med Port.**, v.23, n.5, p.761-766, 2010.

MULLER-PUTZ, G. R. Electroencephalography. **Handbook of Clinical Neurology**, v.168, n.1, p. 249-262, 2020.

NITSCHKE, M. A.; PAULUS, W. Excitability changes induced in the human motor cortex by weak transcranial direct current stimulation. **The Journal of Physiology**, v.52, n.3, p.633-639, 2000.

NITSCHKE, M. A.; et al. Transcranial direct current stimulation: State of the art. **Brain Stimulation**, v.1, n.3, p.206-223, 2008.

O'CONNELL, N. E.; MARSTON, L.; SPENCER, S.; SOUZA, L. H.; WAND, B. M. Noninvasive brain stimulation techniques for chronic pain. **Cochrane Database of Systematic Reviews**, v.4, n.1, 2018.

OLIVEIRA, R. C.; REIS, C. G.; CUNHA, Z. R. M.; FIGUEIREDO, T. V. L.; SOUSA, P. R. S.; MARGOTO, R. M. Dor crônica e qualidade de vida: revisão da literatura. **Brazilian Journal of Health Review**, v.6, n.1, p.4189-4206, 2023.

RAJA, S. N.; et al. **Definição revisada de dor pela Associação Internacional para o Estudo da Dor**: conceitos, desafios e compromissos. São Paulo: Sociedade Brasileira para Estudo da Dor, 2020.

ROLAND, M.; MORRIS, R. A study of natural history of low back pain: development of reliable and sensitive measure of disability in low back pain. **Spine**, v.8, n.1, p.1-4, 1983.

Royal Australian College of General Practitioners (RACGP). Exercise for Chronic Low Back Pain – **HANDI Interventions**. 2022.

Royal Dutch Society for Physical Therapy (KNGF). **KNGF Clinical Practice Guideline for Physical Therapy in Patients with Low Back Pain and Lumbosacral Radicular Syndrome**. 2021.

SCHMAUBER, M.; HOFFMANN, S.; RAAB, M.; LABORDE, S. The effects of noninvasive brain stimulation on heart rate and heart rate variability: A systematic review and meta-analysis. **J Neurosci Res.**, v.100, n.9, p. 1664-1694, 2022.

SHARMA, N.; SRIVASTAV, A. K.; SAMUEL. A J. Ensaio clínico randomizado: padrão ouro de desenhos experimentais - importância, vantagens, desvantagens e preconceitos. **Rev Pesqui Fisioter**, v.10, n.3, p. 512-519, 2020.

SHIOZAWA, P.; et al. Estimulação transcraniana por corrente contínua (ETCC) em psiquiatria. **Debates em Psiquiatria**, v.3, n.5, p.14-9, 2013.

SILVA, F. R.; MAC-KAY, A. P. M. G.; CHAO, J. C.; SANTOS, M. D.; GAGLIADI, R. J. Estimulação transcraniana por corrente contínua: estudo sobre respostas em tarefas de nomeação em afásicos. **CoDAS**, v. 30, n. 5, p.1-6, mar. 2018.

SILVA, J. A.; RIBEIRO-FILHO, N. P. A dor como um problema psicofísico. **Revista Dor**, v. 12, n. 2, p. 138-51, 2011.

SOUZA, M. M. **Desenvolvimento de plano terapêutico para modulação da dor lombar utilizando a estimulação transcraniana por corrente contínua**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia em Saúde) – Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande, 2019.

SOUZA, R. V. S.; MACIEL, D. G.; CERQUEIRA, M. S. Efeitos da estimulação transcraniana por corrente contínua associada ou combinada ao exercício da dor musculoesquelética: revisão sistemática. **Sociedade Brasileira para o Estudo da Dor**, São Paulo, v.2, n.1, p.1-5, 2021.

SOUZA, R. F. O que é um estudo clínico randomizado? **Jornal de Medicina**, Ribeirão Preto, v.;42, n.1, p. 3-8, 2009.

VASCONCELOS, F. H.; ARAÚJO, G. C. Prevalence of chronic pain in Brazil: a descriptive study. **Br J Pain**, São Paulo, v. 1, n. 2, p. 176- 179, abr./jun. 2018.

World Health Organization (WHO). **Guideline for Non-surgical Management of Chronic Primary Low Back Pain in Adults in Primary and Community Care Settings**. Geneva: WHO; 2023.

ZANUTO, E. A. C.; et al. Prevalência de dor lombar e fatores associados entre adultos de cidade média brasileira. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, n.5, p.1575-1582, 2015.